




VNiVERSIDAD
D SALAMANCA



Primates del Ecuador: aportes al conocimiento de su diversidad, distribución y conservación



Tesis presentada como requisito
para la obtención del grado
de Doctor



Diego G. Tirira



2021





Fotografías de portada, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: **Primera fila:** *Lagothrix lagothricha poeppigii*, *Alouatta seniculus*, *Leontocebus tripartitus*, *Leontocebus nigricollis graellsii*, *Cheracebus lucifer*. **Segunda fila:** *Aotus vociferans*, *Plecturocebus discolor*. **Tercera fila:** *Pithecia aequatorialis*, *Alouatta palliata aequatorialis*. **Cuarta fila:** *Pithecia napensis*, *Ateles fusciceps fusciceps*. **Quinta fila:** *Leontocebus lagonotus*, *Cebus albifrons*, *Saimiri cassiquiarensis macrodon*, *Pithecia milleri*, *Cebuella pygmaea*. Crédito en todas las fotografías: Diego G. Tirira.



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

**Facultad de Biología
Programa de doctorado en
Biología y Conservación de la Biodiversidad**

**Primates del Ecuador:
aportes al conocimiento de su
diversidad, distribución y conservación**

Tesis presentada como requisito para la obtención
del grado de Doctor

Autor: Diego Germán Tirira Saá

**Directores: Mika R. Peck
Víctor Colino Rabanal**

Tutor: Miguel Lizana Avia

Salamanca, España

2021

Para Liset y Matías



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

Los doctores **Mika R. Peck**, Senior Lecturer in Biology, University of Sussex, Brighton, Inglaterra, y **Víctor Javier Colino Rabanal**, investigador del Departamento de Biología de la Universidad de Salamanca, Salamanca, España

Certifican que:

La tesis doctoral intitulada “**Primates del Ecuador: aportes al conocimiento de su diversidad, distribución y conservación**”, que presenta Diego Germán Tirira Saá para optar al grado de Doctor por la Universidad de Salamanca, ha sido realizada bajo su dirección y se encuentra en disposición de ser defendida públicamente ante el tribunal correspondiente.

En Salamanca, 8 de julio de 2021

Fdo.: Mika R. Peck, PhD

Fdo.: Víctor Colino Rabanal, PhD

Vº Bº
Tutor de la Tesis

Fdo.: Miguel Lizana Avia, PhD

Fdo: El doctorando

Diego Germán Tirira Saá

Resumen

Entre los mamíferos, los primates son considerados un grupo bien conocido en su riqueza y distribución; además, en la actualidad es uno de los órdenes con mayores problemas de conservación. Con estas premisas y para identificar y llenar algunos vacíos de conocimiento, se llevó a cabo un estudio sobre la riqueza (capítulo III), distribución (capítulo IV) y conservación (capítulos V y VI) de los primates del Ecuador. Un primer paso fue el levantamiento de una base de datos con 12 452 registros basada en observaciones de campo, revisiones de museos y literatura. En el capítulo III se confirma la presencia de 21 especies y 22 taxones de primates para el país, correspondientes a 12 géneros y 5 familias; en adición, se sospecha que otros cinco taxones podrían estar presentes, para 27 taxones en el país. En el capítulo IV, mediante la revisión de registros de ocurrencia, la sobreposición de capas de vegetación actual y uso del suelo (2018) y un análisis de modelamiento de nicho ecológico con el programa Maxent, se definió la distribución actual de los 22 taxones de primates, cuyos resultados presentan nuevas y extendidas distribuciones para seis taxones, importantes reducciones para ocho, y distribuciones que poco cambiaron frente a las previamente conocidas para los restantes. En este capítulo también se incluye un análisis de la distribución altitudinal de los taxones, una revisión de las barreras naturales que han limitado su distribución y se presentan los vacíos de conocimiento identificados para cada taxón. En el capítulo V, mediante un análisis de 26 variables correspondientes a cuatro amenazas directas, 18 factores intrínsecos y cuatro zonas de sobreposición del hábitat idóneo, se evaluó el estado de conservación y riesgo de extinción de los primates del país, tanto en el momento actual, como en una proyección para 2050. Mediante este análisis se desarrolló un índice para medir el riesgo de extinción de un taxón (REX). Los resultados confirman que se trata de un grupo seriamente amenazado en el país, con cinco taxones que enfrentan un riesgo extremadamente alto de extinción en el presente y cuya condición se mantendrá para 2050. Para terminar, el capítulo VI presenta un análisis de la incidencia del cambio climático que para mediados de siglo se esperaría sobre la distribución y conservación de los primates. Para este estudio se llevó a cabo un nuevo modelamiento de nicho ecológico para dos escenarios, uno optimista (RCP 4.5) y otro pesimista (RCP 8.5), con el uso de tres diferentes modelos de circulación general (GCM); también se incluyó un modelamiento predictivo sobre el cambio del clima, se evaluó la pérdida de hábitat idóneo y se analizó la capacidad de resiliencia que cada taxón tendría frente a esta amenaza. Los resultados predicen que el impacto del cambio climático no será uniforme entre los primates; en el escenario optimista, el 55 % de los taxones se verían afectados, contra 73 % en el pesimista; además, para el 9 % este impacto sería de reducido a nulo en ambos escenarios.

Palabras clave: amenazas, barreras naturales, cambio climático, taxones potenciales, fragmentación, modelamiento de nicho ecológico, riqueza, vacíos de distribución.

Abstract

Within the mammals, primates are considered a well-known group for their richness and distribution; furthermore, it is currently one of the orders facing serious conservation challenges. Based on this, I carried out a study to evaluate richness (Chapter III), distribution (Chapter IV) and conservation issues (Chapters V and VI) of the primates of Ecuador. As a first step, I compiled a database with 12,452 records based on field observations, museum reviews, and literature. In Chapter III, I confirmed the presence of 21 species and 22 primate taxa for the country, corresponding to 12 genera and 5 families; in addition, I present information for another five suspected taxa that could increase the number of Ecuadorian primates to 27. In Chapter IV, I include an update to the distribution of Ecuadorian primates by reviewing occurrence records, the overlapping of current vegetation layers and land use (2018), and an ecological niche modeling analysis using the Maxent program. The results presented new and extended distributions for six taxa, significant reductions for eight, and for the rest, their distributions changed little compared to previous estimates. In this chapter, I also included an analysis of the altitudinal distribution of taxa, a review of the natural barriers that have limited their distribution, and an overview to the knowledge gaps identified for each taxon. In Chapter V, I evaluated the state of conservation and risk of extinction of the country's primates, both at the present time and in a projection for 2050; I included in this analysis 26 variables corresponding to direct threats (4), intrinsic factors (18) and superposition of the suitable habitat (4). Through this analysis, I developed an index to measure the risk of extinction of a taxon (REX). In the results, I confirmed that this order is seriously threatened in Ecuador, with five taxa that face an extremely high risk of extinction at present and whose condition will remain the same until 2050. Finally, in the Chapter VI, I present an analysis of the impact of climate change expected by the middle of the century on the distribution and conservation of primates. For this study, I carried out a new ecological niche modeling approach for two scenarios, one optimistic (RCP 4.5) and the other pessimistic (RCP 8.5), with the use of three different general circulation models (GCM). Also, I included predictive modeling of climate change, evaluated the loss of suitable habitat, and analyzed the resilience capacity that each taxon would have in the face of this threat. The results predict that the impact of climate change will not be uniform among primates; in the optimistic scenario, 55% of the taxa would be affected, against 73% in the pessimistic one; furthermore, for 9% there is likely to be no impact.

Keywords: climate change, distribution gaps, ecological niche modeling, fragmentation, natural barriers, potential taxa, richness, threats.

Agradecimientos

Deseo empezar por agradecer a los colegas que aportaron con sus datos de primates y a los asistentes que estuvieron presentes en el extenso trabajo de campo realizado.

Buena parte del trabajo de campo realizado entre 1996–2020 fue efectuado junto con otros estudios y financiado por una variedad de proyectos e instituciones (Ecuambiente Consulting Group, Envirotec Cía. Ltda., Inypsa S. A., Museo de Zoología QCAZ, Procapcom Cía. Ltda., entre otras).

A los museos, colecciones científicas y bases de datos (GBIF e iNaturalist) que contribuyeron con información de los primates del Ecuador; en particular a los curadores y administradores de las colecciones que me permitieron revisar el material preservado a su cargo. A Thomas R. Defler, por la información proporcionada sobre los primates de Colombia.

Al Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador, por la información proporcionada sobre tráfico de primates. De igual manera, un agradecimiento a los centros de rescate y zoológicos del Ecuador que proporcionaron su información sobre primates manejados bajo su cuidado.

Al Bioparque Amaru (Ernesto Arbeláez), Zoológico Tzanka (Mario González) y Centro de Manejo Yanacocha (Jorge Flores); y las colecciones QCAZ (M. Alejandra Camacho y Santiago Burneo) e INABIO (Jorge Brito), por permitirme tomar las muestras para los análisis genéticos realizados.

A Nicolás Tinoco, por su ayuda con la extracción de ADN y los análisis genéticos de citocromo *b*. A Omar Torres-Carvajal, por permitirme utilizar el laboratorio de Genética Molecular de la PUCE.

A Marlon E. Cobos, por su apoyo con los análisis de modelamiento de nicho ecológico y cambio climático. A Santiago F. Burneo y Freddy Gallo-Viracocha, por su asesoría y sugerencias en los análisis geográficos; Freddy Gallo-Viracocha también dio su apoyo para el modelamiento de nicho ecológico de taxones de probable presencia en el país. A Julio Sánchez y Víctor Romero, por su apoyo y comentarios con los análisis estadísticos.

A Sara Álvarez-Solas y Lidia Sánchez-Sánchez, por su participación y apoyo en la redacción del artículo científico sobre *Leontocebus lagonotus* publicado en el *International Journal of Primatology*, un requisito de graduación.

A mis directores de tesis, Mika R. Peck y Víctor Colino Rabanal, por el tiempo que tomaron en revisar los avances de este documento y por sus útiles comentarios. A Miguel Lizana, por su apoyo como tutor de tesis.

A Salvador Perist†, Stella de la Torre y Felipe Alfonso-Cortés, por sus comentarios a la propuesta inicial de esta tesis.

A Jorge Brito, Luis Gualivisi, Ana Mariscal, Citlalli Morelos-Juárez, Jaime Palacios, María Fernanda Solórzano, Johana Tello, Carlos Urgilés y Galo Zapata Ríos, por su apoyo con alguna información o en alguna instancia durante el desarrollo de esta investigación.

A las personas que me apoyaron con bibliografía; en particular, un reconocimiento especial a Alexandra Elbakyan, pues gracias a su portal *Sci-Hub* he logrado descargar varias decenas, quizá cientos, de artículos científicos que me han sido de utilidad.

A Rubén D. Álvarez y José Vicente Rodríguez-Mahecha, por permitirme utilizar los dibujos de primates que aparecen en algunas figuras (capítulos IV y VI). A Felipe Campos Y., Juan Fernando Freile, F. Ramón, Brian Rasmussen y Francisco Sornoza, por las fotografías proporcionadas que aparecen en la figura 3.15 (capítulo III).

Para terminar, a mi familia, por darme la fortaleza y la motivación para llevar adelante este largo proceso de aprendizaje; en especial, a mi esposa Liset y a mi hijo Matías, pues sin su apoyo me hubiera resultado difícil encontrar el tiempo necesario para terminar este doctorado.

Nota ética

El presente estudio se basa en observaciones de campo y en el análisis de registros publicados o depositados en museos. En ningún momento se capturaron especímenes ni se tomaron muestras en el campo. El ingreso a los territorios indígenas y comunidades locales, así como las conversaciones y entrevistas realizadas a sus pobladores, se realizaron con su consentimiento informado y, cuando fue necesario, con el permiso verbal del presidente de la comunidad. Declaro que esta investigación no tiene conflicto de intereses, ni provechos financieros en competencia o relaciones personales que puedan haber influido en el desarrollo de esta investigación.

Leontocebus nigricollis graellsii (foto de Diego Tirira)

Contenido

Contenido

Resumen	7
Abstract	8
Agradecimientos	9
Nota ética	10
Lista de figuras	17
Lista de tablas	21
Lista de apéndices	24
Siglas y abreviaturas utilizadas	25
Capítulo I: Introducción	27
1.1. Biodiversidad en el Ecuador	29
1.2. Conservación de la biodiversidad	29
1.3. Los primates del Ecuador	30
1.4. Distribución de los primates en el Ecuador	30
1.5. Conservación de los primates en el Ecuador	32
1.6. Justificación del estudio	33
1.7. Estructura de la tesis	34
1.8. Resultados de la tesis	35
1.9. Objetivos	37
1.9.1. Objetivo general	37
1.9.2. Objetivos específicos	37
1.10. Hipótesis	37
Capítulo II: Área de estudio y recolección de datos	39
2.1. Área de estudio	41
2.2. Recolección de datos	48
2.2.1. Origen de los datos	48
2.2.2. Identificación de los registros	49
2.2.3. Validación	51
2.2.4. Representatividad	52
2.3. Sobre la taxonomía seguida	52
Capítulo III: Primates del Ecuador: un análisis de diversidad	55
3.1. Resumen	57
3.2. Introducción	57
3.2.1. Reconstrucción histórica de la riqueza de primates en el Ecuador	58

3.3.	Métodos	67
3.3.1.	Taxones de presencia confirmada	67
3.3.2.	Taxones de presencia probable	68
3.4.	Resultados	69
3.4.1.	Taxones de presencia confirmada	69
3.4.2.	Taxones de presencia probable	81
3.5.	Discusión	82
3.5.1.	Taxones de presencia confirmada	82
3.5.2.	Taxones de presencia probable	90
3.5.3.	Taxones ausentes	98
3.5.4.	Estudios taxonómicos necesarios	107
3.6.	Conclusiones	107

Capítulo IV: Actualización de la distribución geográfica de los primates del Ecuador **109**

4.1.	Resumen	111
4.2.	Introducción	111
4.3.	Métodos	114
4.3.1.	Extensión de presencia	114
4.3.2.	Distribución potencial	114
4.3.3.	Distribución actual	117
4.3.4.	Rango altitudinal	117
4.3.5.	Barreras naturales	117
4.4.	Resultados y discusión	118
4.4.1.	<i>Cebuella pygmaea</i> (Spix, 1823)	118
4.4.2.	<i>Leontocebus lagonotus</i> (Jiménez de la Espada, 1870)	122
4.4.3.	<i>Leontocebus nigricollis graellsii</i> (Jiménez de la Espada, 1870)	126
4.4.4.	<i>Leontocebus tripartitus</i> (Milne-Edwards, 1878)	130
4.4.5.	<i>Cebus aequatorialis</i> J. A. Allen, 1914	134
4.4.6.	<i>Cebus albifrons</i> (Humboldt, 1812)	137
4.4.7.	<i>Cebus capucinus capucinus</i> (Linnaeus, 1758)	140
4.4.8.	<i>Sapajus apella</i> Linnaeus, 1758	144
4.4.9.	<i>Saimiri cassiquiarensis macrodon</i> (Elliot, 1907)	149
4.4.10.	<i>Aotus lemurinus</i> (l. Geoffroy, 1843)	152
4.4.11.	<i>Aotus vociferans</i> (Spix, 1823)	156
4.4.12.	<i>Cheracebus lucifer</i> (Thomas, 1914)	159
4.4.13.	<i>Plecturocebus discolor</i> (l. Geoffroy y Deville, 1848)	163
4.4.14.	<i>Pithecia aequatorialis</i> Hershkovitz, 1987	167
4.4.15.	<i>Pithecia milleri</i> J. A. Allen, 1914	170
4.4.16.	<i>Pithecia napensis</i> (Lönnerberg, 1938)	173
4.4.17.	<i>Alouatta palliata aequatorialis</i> (Festa, 1903)	176
4.4.18.	<i>Alouatta seniculus</i> (Linnaeus, 1766)	180

4.4.19. <i>Ateles belzebuth</i> E. Geoffroy, 1806	183
4.4.20. <i>Ateles fusciceps fusciceps</i> Gray, 1866	187
4.4.21. <i>Lagothrix lagothricha lagothricha</i> (Humboldt, 1812)	191
4.4.22. <i>Lagothrix lagothricha poeppigii</i> (Schinz, 1844)	194
4.4.23. Análisis y comparaciones entre los 22 taxones	197
4.5. Conclusiones	211

Capítulo V: Amenazas, estado de conservación y riesgo de extinción de los primates del Ecuador

los primates del Ecuador	213
5.1. Resumen	215
5.2. Introducción	215
5.3. Métodos	217
5.3.1. Amenazas directas	217
5.3.2. Factores intrínsecos	220
5.3.3. Sobreposición del hábitat idóneo	223
5.3.4. Estado de conservación y riesgo de extinción	224
5.4. Resultados	226
5.4.1. Amenazas directas	226
5.4.2. Factores intrínsecos	240
5.4.3. Sobreposición del hábitat	245
5.4.4. Estado de conservación y riesgo de extinción	254
5.5. Discusión	257
5.5.1. Amenazas directas	257
5.5.2. Factores intrínsecos	263
5.5.3. Sobreposición del hábitat	264
5.5.4. Estado de conservación y riesgo de extinción	266
5.6. Conclusiones	277

Capítulo VI: Incidencia del cambio climático en la distribución y conservación de los primates del Ecuador

los primates del Ecuador	279
6.1. Resumen	281
6.2. Introducción	281
6.3. Métodos	283
6.3.1. Modelos de nicho ecológico	283
6.3.2. Escenarios de cambio climático	284
6.3.3. Hábitat idóneo remanente	285
6.3.4. Presencia en áreas protegidas	285
6.3.5. Áreas de extrapolación estricta	286
6.3.6. Capacidad de resiliencia	286
6.3.7. Evaluación final	287
6.4. Resultados	288

6.4.1.	Escenarios de cambio climático	288
6.4.2.	Hábitat idóneo remanente	290
6.4.3.	Presencia en áreas protegidas	292
6.4.4.	Áreas de extrapolación estricta	294
6.4.5.	Capacidad de resiliencia	294
6.4.6.	Evaluación final	294
6.4.7.	Resultados por taxón	299
6.4.7.1.	<i>Cebuella pygmaea</i>	299
6.4.7.2.	<i>Leontocebus lagonotus</i>	302
6.4.7.3.	<i>Leontocebus nigricollis graellsii</i>	304
6.4.7.4.	<i>Leontocebus tripartitus</i>	307
6.4.7.5.	<i>Cebus aequatorialis</i>	308
6.4.7.6.	<i>Cebus albifrons</i>	312
6.4.7.7.	<i>Cebus capucinus capucinus</i>	315
6.4.7.8.	<i>Sapajus apella</i>	318
6.4.7.9.	<i>Saimiri cassiquiarensis macrodon</i>	320
6.4.7.10.	<i>Aotus lemurinus</i>	323
6.4.7.11.	<i>Aotus vociferans</i>	324
6.4.7.12.	<i>Cheracebus lucifer</i>	328
6.4.7.13.	<i>Plecturocebus discolor</i>	331
6.4.7.14.	<i>Pithecia aequatorialis</i>	332
6.4.7.15.	<i>Pithecia milleri</i>	334
6.4.7.16.	<i>Pithecia napensis</i>	336
6.4.7.17.	<i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	338
6.4.7.18.	<i>Alouatta seniculus</i>	342
6.4.7.19.	<i>Ateles belzebuth</i>	342
6.4.7.20.	<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>	344
6.4.7.21.	<i>Lagothrix lagothricha lagothricha</i>	348
6.4.7.22.	<i>Lagothrix lagothricha poeppigii</i>	350
6.5.	Discusión	353
6.5.1.	Interpretación de las predicciones	353
6.5.2.	Escenarios de cambio climático	354
6.5.3.	Hábitat idóneo remanente	354
6.5.4.	Presencia en áreas protegidas	357
6.5.5.	Áreas de extrapolación estricta	358
6.5.6.	Capacidad de dispersión	359
6.5.7.	Conservación	360
6.6.	Conclusiones	361
	Literatura citada	363
	Apéndices	401

Lista de figuras

Capítulo I

- Figura 1.1. Cambios en las evaluaciones de los 22 taxones de primates del Ecuador de acuerdo con las listas rojas nacionales 33

Capítulo II

- Figura 2.1. Área de estudio. División política, provincias bióticas y pisos zoogeográficos del Ecuador continental 42
- Figura 2.2. Área de estudio. Sectores biogeográficos, ecosistemas y factores bioclimáticos del Ecuador continental 43
- Figura 2.3. Área de estudio. Sistema orográfico del Ecuador continental 45
- Figura 2.4. Principales ríos del Ecuador mencionados en el texto 46
- Figura 2.5. Áreas protegidas del Ecuador continental 47
- Figura 2.6. Localidades con registro de primates en el Ecuador 49

Capítulo III

- Figura 3.1. Curva de acumulación histórica de la riqueza de primates del Ecuador 60
- Figura 3.2. Riqueza de primates dentro de la región Neotropical 70
- Figura 3.3. Localidades con la mayor riqueza de primates dentro de la región Neotropical 71
- Figura 3.4. Riqueza de primates en el Ecuador basada en la sobreposición de los 22 mapas de extensión de presencia y de distribución potencial efectiva 72
- Figura 3.5. Riqueza de primates en el Ecuador en base a la sobreposición de los mapas de extensión de presencia de cada familia 73
- Figura 3.6. Riqueza de primates del Ecuador según su presencia en los pisos zoogeográficos y las unidades biogeográficas del país 75
- Figura 3.7. Riqueza de primates nativos en las provincias del Ecuador 76
- Figura 3.8. Riqueza de primates nativos dentro de las áreas protegidas nacionales del Ecuador continental 78
- Figura 3.9. Similitud en la riqueza de primates del Ecuador de acuerdo con los pisos zoogeográficos 79
- Figura 3.10. Similitud en la riqueza de primates del Ecuador de acuerdo con las unidades biogeográficas 80
- Figura 3.11. Similitud en la riqueza de primates de acuerdo con las provincias del Ecuador 81
- Figura 3.12. Similitud en la riqueza de primates del Ecuador de acuerdo con las áreas protegidas nacionales 82
- Figura 3.13. Distribución de la abundancia de los primates en el Ecuador, con base en la totalidad de registros verificados 83
- Figura 3.14. Taxones de primates más abundantes y más raros en cada provincia del Ecuador 89
- Figura 3.15. Morfotipos de *Aotus* registrados en Ecuador 92

Figura 3.16. Género <i>Aotus</i> en Ecuador	93
Figura 3.17. Árbol filogenético para el género <i>Aotus</i>	94
Figura 3.18. Modelamiento de nicho ecológico para <i>Aotus nancymaae</i>	95
Figura 3.19. El género <i>Lagothrix</i> en Ecuador	97
Figura 3.20. Modelamiento de nicho ecológico para <i>Callimico goeldii</i>	100
Figura 3.21. Modelamiento de nicho ecológico para <i>Leontocebus fuscus</i>	101
Figura 3.22. Modelamiento de nicho ecológico para <i>Leontocebus nigricollis nigricollis</i>	102
Figura 3.23. Modelamiento de nicho ecológico para <i>Aotus zonalis</i>	104
Figura 3.24. Modelamiento de nicho ecológico para <i>Cheracebus medemi</i>	105
Figura 3.25. Modelamiento de nicho ecológico para <i>Pithecia hirsuta</i>	106

Capítulo IV

Figura 4.1. Distribución de <i>Cebuella pygmaea</i> en el Ecuador	121
Figura 4.2. Distribución de <i>Leontocebus lagonotus</i> en el Ecuador	123
Figura 4.3. Distribución de <i>Leontocebus nigricollis graellsii</i> en el Ecuador	127
Figura 4.4. Distribución de <i>Leontocebus tripartitus</i> en el Ecuador	131
Figura 4.5. Distribución de <i>Cebus aequatorialis</i> en el Ecuador	135
Figura 4.6. Distribución de <i>Cebus albifrons</i> en el Ecuador	139
Figura 4.7. Distribución de <i>Cebus capucinus capucinus</i> en el Ecuador	143
Figura 4.8. Distribución de <i>Sapajus apella</i> en el Ecuador	145
Figura 4.9. Distribución de <i>Saimiri cassiquiarensis macrodon</i> en el Ecuador	151
Figura 4.10. Distribución de <i>Aotus lemurinus</i> en el Ecuador	155
Figura 4.11. Distribución de <i>Aotus vociferans</i> en el Ecuador	157
Figura 4.12. Distribución de <i>Cheracebus lucifer</i> en el Ecuador	161
Figura 4.13. Distribución de <i>Plecturocebus discolor</i> en el Ecuador	165
Figura 4.14. Distribución de <i>Pithecia aequatorialis</i> en el Ecuador	169
Figura 4.15. Distribución de <i>Pithecia milleri</i> en el Ecuador	171
Figura 4.16. Distribución de <i>Pithecia napensis</i> en el Ecuador	175
Figura 4.17. Distribución de <i>Alouatta palliata aequatorialis</i> en el Ecuador	177
Figura 4.18. Distribución de <i>Alouatta seniculus</i> en el Ecuador	181
Figura 4.19. Distribución de <i>Ateles belzebuth</i> en el Ecuador	185
Figura 4.20. Distribución de <i>Ateles fusciceps</i> en el Ecuador	189
Figura 4.21. Distribución de <i>Lagothrix lagothricha lagothricha</i> en el Ecuador	193
Figura 4.22. Distribución de <i>Lagothrix lagothricha poeppigii</i> en el Ecuador	195
Figura 4.23. Superficie que ocupan los primates en el Ecuador de acuerdo con tres mapas de distribución generados	199
Figura 4.24. Distribución de la riqueza de primates en el Ecuador de acuerdo con la altitud	203

Capítulo V

Figura 5.1. Sobreposición del hábitat idóneo de los primates del Ecuador frente a cuatro escenarios	225
Figura 5.2. Deforestación en el Ecuador: tendencia de la tasa de deforestación bruta anual para el período 1990–2050	227

Figura 5.3. Deforestación en el Ecuador: relación entre bosque disponible y zonas deforestadas en 2018 y 2050 para los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador	229
Figura 5.4. Tráfico de primates nativos en el Ecuador: número de incautaciones e ingresos de ejemplares a cuidado humano para el período 1989–2021	235
Figura 5.5. Tráfico de primates nativos en el Ecuador: resultados acumulados de incautaciones e ingreso de ejemplares a cuidado humano para el período 1989–2021	236
Figura 5.6. Estado de conservación de los primates del Ecuador: resultados del análisis de cuatro factores extrínsecos (amenazas directas) en el momento actual (2021)	238
Figura 5.7. Estado de conservación de los primates del Ecuador: resultados del análisis de cuatro factores extrínsecos (amenazas directas) proyectados a 2050	239
Figura 5.8. Análisis de componente principales (PCA) para las cuatro amenazas (factores extrínsecos) analizados y los 22 taxones de primates del Ecuador, al presente (2021) y proyectados al futuro (2050)	241
Figura 5.9. Estado de conservación de los primates del Ecuador: resultados del análisis de 18 factores intrínsecos (aspectos bióticos) que pueden influir en el riesgo de extinción de los taxones evaluados	243
Figura 5.10. Análisis de componente principales (PCA) para las 18 variables bióticas (factores intrínsecos) analizadas y los 22 taxones de primates del Ecuador	244
Figura 5.11. Factores intrínsecos: análisis de conglomerados (método de intergrupos) para las 18 variables bióticas analizadas y los 22 taxones de primates del Ecuador	245
Figura 5.12. Estado de conservación de los primates del Ecuador: resultados del análisis de cuatro variables relacionadas con la sobreposición del hábitat idóneo de los 22 taxones de primates del país	251
Figura 5.13. Análisis de componente principales (PCA) para las cuatro variables analizadas relacionadas con la sobreposición de hábitat idóneo frente al uso y ocupación del hábitat	252
Figura 5.14. Sobreposición de hábitat: análisis de conglomerados (método de intergrupos), para las cuatro variables analizadas y los 22 taxones de primates del Ecuador	253

Capítulo VI

Figura 6.1. Porcentaje de hábitat idóneo disponible y perdido para los 22 taxones de primates del Ecuador de acuerdo con dos escenarios de cambio climático proyectados a 2050	289
Figura 6.2. Porcentaje de hábitat idóneo disponible y perdido para los 22 taxones de primates del Ecuador según la proyección de la deforestación y el modelamiento de dos escenarios de cambio climático para 2050	291
Figura 6.3. Porcentaje de clima no análogo (áreas de extrapolación estricta) y análogo (similar al presente) que para 2050 dispondrían los 22 taxones de primates del Ecuador de acuerdo con el análisis MOP para dos escenarios de cambio climático	295
Figura 6.4. Resultados del análisis de siete factores intrínsecos relacionados con la sensibilidad de los primates del Ecuador frente al cambio climático	296
Figura 6.5. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Cebuella pygmaea</i>	301
Figura 6.6. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Leontocebus lagonotus</i>	303

Figura 6.7. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Leontocebus nigricollis graellsii</i>	305
Figura 6.8. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Leontocebus tripartitus</i>	309
Figura 6.9. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Cebus aequatorialis</i>	311
Figura 6.10. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Cebus albifrons</i>	313
Figura 6.11. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Cebus capucinus capucinus</i>	317
Figura 6.12. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Sapajus paella</i>	319
Figura 6.13. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Saimiri cassiquiarensis macrodon</i>	321
Figura 6.14. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Aotus lemurinus</i>	325
Figura 6.15. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Aotus vociferans</i>	327
Figura 6.16. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Cheracebus lucifer</i>	329
Figura 6.17. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Plecturocebus discolor</i>	333
Figura 6.18. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Pithecia aequatorialis</i>	335
Figura 6.19. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Pithecia milleri</i>	337
Figura 6.20. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Pithecia napensis</i>	339
Figura 6.21. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	341
Figura 6.22. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Alouatta seniculus</i>	343
Figura 6.23. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Ateles belzebuth</i>	345
Figura 6.24. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Ateles fusciceps fusciceps</i>	347
Figura 6.25. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Lagothrix lagothricha lagothricha</i>	349
Figura 6.26. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para <i>Lagothrix lagothricha poeppigii</i>	351
Figura 6.27. Modelos iniciales de cambio climático desarrollados para cuatro taxones de primates en dos escenarios distintos: RCP 4.5 (modelo optimista) y RCP 8.5 (modelo pesimista)	356

Lista de tablas

Capítulo I

Tabla 1.1. Primates nativos presentes en el Ecuador y región que habitan	31
Tabla 1.2. Alcance del estudio en base a las líneas de acción del Plan de Acción para la Conservación de los primates del Ecuador	35

Capítulo II

Tabla 2.1. Ejemplares que fueron utilizados en el análisis genético	51
Tabla 2.2. Número de registros ingresados y validados de los 22 taxones de primates analizados en el Ecuador	53
Tabla 2.3. Número de registros validados de primates según la provincia de origen del registro	54
Tabla 2.4. Número de registros validados de los 22 taxones de primates analizados según el país de origen del registro	54

Capítulo III

Tabla 3.1. Reconstrucción histórica de la riqueza de primates del Ecuador	59
Tabla 3.2. Diferentes clasificaciones de los primates del Ecuador a partir del siglo XVIII	62
Tabla 3.3. Orden cronológico de los primates descritos con localidad tipo en Ecuador	66
Tabla 3.4. Taxones de primates de presencia probable en el Ecuador y número total de registros obtenidos y analizados	68
Tabla 3.5. Lista de los 10 países neotropicales con la mayor riqueza de primates	69
Tabla 3.6. Presencia de los 22 taxones de primates en cuatro escenarios en el Ecuador	74
Tabla 3.7. Resumen de las especies de primates de presencia probable en el Ecuador	84
Tabla 3.8. Estudios taxonómicos necesarios para los 22 taxones de primates de presencia confirmada en el Ecuador	108

Capítulo IV

Tabla 4.1. Contribución de las variables bioclimáticas de CHELSA dentro de los MNE desarrollados para el análisis de distribución potencial de los 22 taxones de primates del Ecuador	198
Tabla 4.2. Probabilidad de simpatria entre taxones cercanos de primates en el Ecuador	201
Tabla 4.3. Distribución altitudinal y características relacionadas de los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador	204
Tabla 4.4. Barreras naturales identificadas para los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador	205
Tabla 4.5. Número de barreras naturales identificadas para los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador según sus características	208
Tabla 4.6. Resumen con los vacíos de distribución identificados para los 22 taxones de primates en el Ecuador	209

Capítulo V

Tabla 5.1. Historial de categorías de conservación de los primates del Ecuador de acuerdo con las listas rojas oficiales de mamíferos del país	218
Tabla 5.2. Matriz categórica para cuatro amenazas directas evaluadas que inciden sobre la conservación de los primates del Ecuador	221
Tabla 5.3. Matriz categórica de 18 factores intrínsecos (aspectos bióticos) considerados para la evaluación del estado de conservación de los primates del Ecuador y su riesgo de extinción	222
Tabla 5.4. Matriz categórica que evaluó la sobreposición del hábitat idóneo de los primates del Ecuador frente a cuatro escenarios	224
Tabla 5.5. Estado de conservación de los primates del Ecuador: resumen de los análisis efectuados y peso asignado a cada grupo de variables	225
Tabla 5.6. Interpretación del índice REX (riesgo de extinción de un taxón)	226
Tabla 5.7. Deforestación en el Ecuador: cantidad de bosque que se perderá de acuerdo con información conocida y proyectada a 2050, según el escenario intermedio	227
Tabla 5.8. Impacto de la deforestación sobre los primates del Ecuador: porcentaje de pérdida forestal en el momento actual (datos de 2018) y proyectada al futuro (2050) en tres escenarios: optimista, pesimista e intermedio	228
Tabla 5.9. Evaluación de la fragmentación sobre los primates en el Ecuador (escenario actual)	230
Tabla 5.10. Evaluación de la fragmentación sobre los primates en el Ecuador (escenario proyectado a 2050) (basado en el escenario intermedio de deforestación)	231
Tabla 5.11. Cacería de primates en el Ecuador: peso promedio por individuo, número de estudios de cacería analizados (se indican en Métodos), número y porcentaje de individuos cazados y proporción promedio del número de individuos cazados por estudio (incluye el rango)	232
Tabla 5.12. Cacería de primates en el Ecuador: categorización de la preferencia que como fuente de proteína tienen los 22 taxones dentro de las comunidades indígenas del país	233
Tabla 5.13. Tráfico de primates nativos en el Ecuador: número de individuos traficados en el período 1989–2021 y proyección a 2050	234
Tabla 5.14. Matriz de evaluación de cuatro amenazas analizadas que afectan a la conservación de los primates del Ecuador: resultados para el momento actual (2021) y proyectados a 2050	237
Tabla 5.15. Resultados de las 18 variables bióticas (factores intrínsecos) analizadas para los primates del Ecuador	242
Tabla 5.16. Solapamiento entre la superficie de hábitat idóneo que cada taxón de primate dispone y las áreas protegidas del Ecuador	246
Tabla 5.17. Solapamiento en la superficie de hábitat idóneo que cada taxón de primate dispone y los territorios indígenas del Ecuador	247
Tabla 5.18. Solapamiento en la superficie de hábitat idóneo que cada taxón de primate dispone y las zonas de interés minero del Ecuador (de acuerdo con el catastro minero nacional)	248

Tabla 5.19. Solapamiento en la superficie de hábitat idóneo que cada taxón de primate dispone y las zonas de presencia humana	249
Tabla 5.20. Resultados de los cuatro escenarios de sobreposición analizados frente al uso y ocupación del hábitat idóneo de los primates del Ecuador	250
Tabla 5.21. Riesgo de extinción de los primates del Ecuador, en el momento actual (2021) y proyectado al futuro (2050), basado en el índice de riesgo de extinción de un taxón (REX) obtenido de tres grupos de variables: factores extrínsecos (amenazas), factores intrínsecos (bióticos) y sobreposición del hábitat	255
Tabla 5.22. Cacería de primates en el Ecuador: porcentaje de sobreposición del área de extensión de presencia de cada taxón dentro de los territorios indígenas del país e incidencia de la cacería de subsistencia dentro de Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)	262
Tabla 5.23. Riesgo de extinción de los primates en el Ecuador: relación de acuerdo con las categorías de la UICN y comparación con las categorías asignadas en la tercera edición del <i>Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador</i>	268
Tabla 5.24. Categorías de conservación asignadas a los primates del Ecuador de acuerdo con las listas rojas global y nacional y los resultados del presente estudio	276

Capítulo VI

Tabla 6.1. Interpretación de los valores resultantes de los modelamientos de nicho ecológico de cambio climático generados mediante tres modelos de circulación general (GCM)	285
Tabla 6.2. Matriz categórica de siete factores intrínsecos relacionados con los efectos del cambio climático y la conservación de los primates del Ecuador	287
Tabla 6.3. Matriz de evaluación para definir el nivel de afectación que para 2050 tendrán los 22 taxones de primates del Ecuador frente al cambio climático	288
Tabla 6.4. Porcentaje de pérdida de hábitat idóneo para los primates del Ecuador de acuerdo con dos escenarios de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050	290
Tabla 6.5. Porcentaje de hábitat idóneo protegido para los 22 taxones de primates del Ecuador de acuerdo con dos escenarios de cambio climático y la deforestación proyectada a 2050	293
Tabla 6.6. Capacidad de resiliencia frente al cambio climático que tendrían los 22 taxones de primates del Ecuador	297
Tabla 6.7. Evaluación final sobre el efecto del cambio climático que se espera en 2050 para los 22 taxones de primates del Ecuador de acuerdo con dos escenarios (todos los valores corresponden a porcentajes)	298
Tabla 6.8. Categorías de conservación propuestas para los primates del Ecuador para 2050 sin cambio climático y para dos escenarios de cambio climático (optimista y pesimista)	299
Tabla 6.9. Variables bioclimáticas reemplazadas en el ajuste de modelos de cambio climático para taxones que presentaron alta pérdida de hábitat en los modelos iniciales	357

Lista de apéndices

Capítulo I

Apéndice 1. Artículo científico publicado como requisito de graduación	403
--	-----

Capítulo II

Apéndice 2. Museos y colecciones científicas que disponen primates recolectados en el Ecuador	421
---	-----

Capítulo IV

Apéndice 3. Resultados de las variables bioclimáticas de los mejores modelos de nicho ecológico obtenidos para conocer la distribución potencial de los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador	423
--	-----

Apéndice 4. Resultados sobre la distribución de los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador	429
--	-----

Apéndice 5. Detalle de las barreras naturales identificadas para los 22 taxones de primates del Ecuador	431
---	-----

Capítulo V

Apéndice 6. Impacto de la deforestación sobre la distribución de los primates del Ecuador según datos conocidos (período 1990–2018) y proyectados a 2050	434
--	-----

Apéndice 7. Deforestación y fragmentación en los primates del Ecuador, en el momento actual (2021) y en la proyección al futuro (2050)	435
--	-----

Apéndice 8. Resultados del análisis de cuatro amenazas directas (factores extrínsecos) para los 22 taxones de primates del Ecuador	441
--	-----

Apéndice 9. Valores considerados para la evaluación de los factores intrínsecos de los 22 taxones de primates del Ecuador	442
---	-----

Capítulo VI

Apéndice 10. Efectos del cambio climático sobre la distribución de los primates del Ecuador para 2050 en dos escenarios RCP	444
---	-----

Apéndice 11. Hábitat idóneo disponible para los primates del Ecuador en 2050 según análisis de cambio climático y proyección de la deforestación	445
--	-----

Apéndice 12. Efectos del cambio climático sobre la distribución de los primates del Ecuador para 2050: análisis MOP para dos escenarios RCP	446
---	-----

Siglas y abreviaturas utilizadas

AICc	<i>Akaike Information Criteria</i> (Criterios de información de Akaike).
CC	Cambio climático.
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres.
DPE	Distribución potencial efectiva.
EOO	Área de extensión de presencia (por sus siglas en inglés: <i>Extent of Occurrence</i>).
GBIF	Base de datos de Global Biodiversity Information Facility.
GCM	<i>General Circulation Model</i> (<i>Modelo de Circulación General</i>).
IB	Inferencia Bayesiana.
IGM	Instituto Geográfico Militar.
MAAE	Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador (antes denominado MAE).
MNE	Modelamiento de nicho ecológico.
MOP	<i>Mobility-oriented Parity</i> (Paridad Orientada a la Movilidad).
MV	Máxima Verosimilitud.
PCA	<i>Principal Component Analysis</i> (Análisis de Componentes Principales).
RCP	<i>Representative Concentration Pathways</i> (Vías de Concentración Representativas).
REX	Índice del riesgo de extinción de un taxón.
ROC	<i>Receiver operating characteristic</i> (característica operativa del receptor).
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
sp./spp.	Especie/especies.
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales.

Museos y colecciones científicas

AMNH	American Museum of Natural History, Nueva York, EE. UU.
ANSP	Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Filadelfia, EE. UU.
FMNH	Field Museum of Natural History, Chicago, EE. UU.
GNM	Goteborg Natural History Museum, Gotemburgo, Suecia.
IAvH	Museo de Zoología e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Colombia.
INABIO	Instituto Nacional de Biodiversidad (antes Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales), Quito, Ecuador.
MACN	Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Buenos Aires, Argentina.
MCNB	Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Barcelona, España.
MCNBA	Museo “Héctor Vásquez Salazar”, Colegio Nacional Bolívar, Ambato, Ecuador,

Primates del Ecuador: aportes al conocimiento de su diversidad, distribución y conservación

MEPN	Museo de Historia Natural “Gustavo Orcés”, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
MINM	Museo de Ciencias Naturales, Instituto Nacional Mejía, Quito, Ecuador.
MMG	Museo Municipal de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
MNCN	Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, España.
MNHN	Museum National d’Histoire Naturelle, París, Francia.
MRSN	Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, Turín, Italia.
NHMUK	British Museum of Natural History, Londres, Inglaterra, RU.
NRM	Naturhistoriska Riksmuseet, Estocolmo, Suecia.
QCAZ	Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
USNM	United States National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington D. C., EE. UU.
UV	Museo de Zoología, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
ZMA	Zoological Museum of Amsterdam, Ámsterdam, Países Bajos.

Categorías de conservación de la UICN

CR	En Peligro Crítico
DD	Datos Insuficientes
EN	En Peligro
LC	Preocupación Menor
NE	No Evaluada
NT	Casi Amenazada
VU	Vulnerable

Categorías de áreas protegidas nacionales (SNAP)

AEC	Área Ecológica de Conservación
ANR	Área Nacional de Recreación
APP	Área Protegida Privada
BP	Bosque Protector
BVP	Bosques y vegetación protectora
PN	Parque Nacional
RB	Reserva Biológica
RE	Reserva Ecológica
RG	Reserva Geobotánica
RPF	Reserva de Producción de Fauna
RVS	Refugio de Vida Silvestre

Leontocebus lagonotus (foto de Diego Tirira)

Capítulo I: Introducción

Capítulo I: Introducción

1.1. Biodiversidad en el Ecuador

Ecuador es considerado como uno de los países con la mayor diversidad biológica del planeta (Mittermeier et al., 1997). Esta alta riqueza de especies se debe a tres factores principales: la presencia de la cordillera de los Andes, la ubicación ecuatorial del país y la influencia de las corrientes marinas frente a las costas del Ecuador continental (Tirira, 2007); además, han aportado a esta condición el alto endemismo registrado en las islas Galápagos y las corrientes marinas que rodean las costas del país (Albuja V. et al., 2012; Tirira, 2007).

En el caso de los mamíferos, se ha considerado que, en número de especies, el Ecuador ocupa el noveno lugar en el mundo (Tirira, 2007), riqueza que continúa en constante incremento. De 286 especies conocidas a inicios de la década de 1990 (Albuja V., 1991) a 457 según la actualización más reciente (Tirira, Brito, et al., 2021), un aumento del 60 % en un período de 30 años, a una tasa de crecimiento 5.7 especies por año.

La adición de nuevas especies a la fauna del país se debe a varios factores, entre ellos, (1) el descubrimiento de especies nuevas que eran desconocidas para la ciencia, (2) el hallazgo de especies presentes en países vecinos y (3) el resultado de revisiones taxonómicas que elevan a categoría de especie a poblaciones que anteriormente fueron consideradas conoespecíficas o variaciones geográficas (subespecies) (Tirira, 2004a). En este escenario, la evidencia indica que la riqueza de mamíferos del Ecuador continuará en incremento. De momento, se conoce que 32 taxones adicionales representarían especies que todavía no han sido formalmente descritas o está pendiente su revisión taxonómica; con lo cual, en el futuro, la riqueza de mamíferos del país se estima que sobrepasaría las 480 especies (Tirira, Brito, et al., 2021).

1.2. Conservación de la biodiversidad

La relativa pequeña extensión geográfica del Ecuador (256 370 km²), relacionada con una compleja matriz de ecosistemas y rangos altitudinales (MAE, 2013a), con la más alta densidad poblacional humana de Sudamérica (55.4 habitantes/km², según el Censo Nacional de 2010; Bastidas y Medina, 2011) y vinculada a un poco efectivo control del uso y manejo de sus recursos naturales, ha provocado que exista una fuerte presión sobre su biodiversidad, con la consecuente pérdida de ecosistemas (MAE, 2017). En este escenario, el Ecuador ha demostrado ser un país frágil en términos de conservación, pues posee la tasa de forestación más alta de Latinoamérica, con una pérdida promedio anual de bosques durante el período 2014–2016 de 944 km² (MAE, 2017).

Dentro de las principales amenazas que afectan la pérdida de la biodiversidad se encuentran la deforestación y la fragmentación de los hábitats, la introducción de especies exóticas, la cacería indiscriminada y el tráfico y la tenencia ilegal de vida silvestre. En conjunto, estos impactos han llevado a que un importante número de especies de mamíferos del país (alrededor de un 25 %) se encuentren dentro de alguna categoría de amenaza, de acuerdo con la segunda edición del *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (Tirira, 2011), que lo han convertido en el segundo país del mundo con el mayor número de especies en peligro de extinción (Tirira & Burneo, 2011).

Como una estrategia para la conservación de esta biodiversidad, y en cumplimiento de las metas de Aichi (CDB, 2011), el Ecuador posee uno de los sistemas de áreas protegidas más extensos de la región y que superan el 20 % del territorio nacional (MAAE, 2020), sin tomar en consideración la superficie de otras áreas de conservación existentes en el país, como reservas de la biósfera, bosques protectores y zonas de protección dentro de territorios indígenas.

1.3. Los primates del Ecuador

La riqueza actual de primates del Ecuador está compuesta por 21 especies y 22 taxones¹ repartidos en 12 géneros y cinco familias (Callitrichidae, Cebidae, Aotidae, Pitheciidae y Atelidae): 18 taxones de cuatro familias habitan en la región Amazónica y cuatro especies de dos familias en los bosques de la región Costa (De la Torre & Tirira, 2018a) (tabla 1.1).

Durante las últimas décadas, la riqueza de primates en el Ecuador ha tenido un limitado, pero constante incremento. De 16 especies documentadas a inicios de 1980 (Albuja V. et al., 1980), se reportaron 19 en la década siguiente (Albuja V., 1991), número que incrementó a 20 especies una década más tarde (Tirira, 2004a) y a 22 taxones en la más reciente evaluación (Tirira, 2017).

1.4. Distribución de los primates en el Ecuador

No existe un análisis completo sobre la distribución de los primates en el Ecuador. El primer esfuerzo por documentar su riqueza de especies a cada lado de la cordillera de los Andes se publicó a inicios del siglo XX, cuando se propuso la presencia de 20 taxones, 18 en la región Oriental y cuatro en la región Costa (Festa, 1903), taxonomía que corresponde a 16 taxones actuales. Más tarde aparecieron los primeros mapas de distribución de ciertas especies de primates presentes en el Ecuador (Hershkovitz, 1966, 1977, 1982; Hill, 1960, 1962), aunque generales en su cobertura, sirvieron para conocer las áreas que ocupaban algunas de ellas.

Otro acercamiento por conocer la distribución de la fauna del Ecuador, aunque de forma general, fue el *Estudio preliminar de los vertebrados ecuatorianos* (Albuja V. et al., 1980), compendio que propuso dividir al país en siete pisos zoogeográficos. Si bien este documento ha sido de consulta obligatoria para expresar la distribución de la riqueza biológica del Ecuador (con una segunda edición en 2012), en términos prácticos, poco aportó para una comprensión de los límites existentes entre los pisos

Tabla 1.1. Primates nativos presentes en el Ecuador¹ y región que habitan.

No.	Nombre científico*	Nombre común	Región
Familia Callitrichidae			
1	<i>Cebuella pygmaea</i>	Tití pigmeo occidental	Amazonía
2	<i>Leontocebus lagotus</i>	Tamarín ensillado de dorso rojo	Amazonía
3	<i>Leontocebus nigricollis graellsii</i>	Tamarín de dorso negro de Graells	Amazonía
4	<i>Leontocebus tripartitus</i>	Tamarín ensillado de dorso dorado	Amazonía
Familia Cebidae			
Subfamilia Cebinae			
5	<i>Cebus aequatorialis</i>	Capuchino ecuatoriano	Costa
6	<i>Cebus albifrons</i>	Capuchino de frente blanca de Humboldt	Amazonía
7	<i>Cebus capucinus capucinus</i>	Capuchino de cara blanca de Linneo	Costa
8	<i>Sapajus apella</i>	Capuchino negro	Amazonía
Subfamilia Saimiriinae			
9	<i>Saimiri cassiquiarensis macrodon</i>	Mono ardilla ecuatoriano	Amazonía
Familia Aotidae			
10	<i>Aotus lemurinus</i>	Mono nocturno lemurino	Amazonía
11	<i>Aotus vociferans</i>	Mono nocturno de Spix	Amazonía
Familia Pitheciidae			
Subfamilia Callicebinae			
12	<i>Cheracebus lucifer</i>	Tití de manos amarillas	Amazonía
13	<i>Plecturocebus discolor</i>	Tití rojizo	Amazonía
Subfamilia Pitheciinae			
14	<i>Pithecia aequatorialis</i>	Saki ecuatorial	Amazonía
15	<i>Pithecia milleri</i>	Saki de Miller	Amazonía
16	<i>Pithecia napensis</i>	Saki del Napo	Amazonía
Familia Atelidae			
Subfamilia Alouattinae			
17	<i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	Aullador de manto dorado	Costa
18	<i>Alouatta seniculus</i>	Aullador rojo de Linneo	Amazonía
Subfamilia Atelinae			
19	<i>Ateles belzebuth</i>	Mono araña de vientre amarillo	Amazonía
20	<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>	Mono araña de cabeza marrón	Costa
21	<i>Lagothrix lagothricha lagothricha</i>	Mono lanudo de Humboldt	Amazonía
22	<i>Lagothrix lagothricha poeppigii</i>	Mono lanudo de Pöeppig	Amazonía

* La taxonomía ha sido actualizada de acuerdo con Tirira et al. (2020).

propuestos y tampoco tomó en consideración las barreras geográficas que pudieran incidir sobre la diversidad y la distribución de la riqueza biológica del país.

En las siguientes décadas aparecieron varios reportes sobre la distribución de los primates en el Ecuador. Los primeros trabajos solo mencionaron su presencia de acuerdo con las regiones o los

¹ Una nueva especie de primate para Ecuador, *Cebuella niveiventris* (Porter et al., 2021), fue reconocida cuando la redacción de esta tesis se encontraba en su fase final y no fue posible incluirla dentro de los análisis.

pisos zoogeográficos antes indicados (Albuja V., 1991; Tirira, 1999), pero otros propusieron mapas de distribución basados en registros históricos, rangos altitudinales y en los pisos zoogeográficos ya mencionados (e.g. De la Torre, 2000; Tirira, 2001a, 2007, 2017). Mientras que pocos aportes realizaron análisis por conocer los detalles en la distribución de ciertos taxones, con excepción de algunas revisiones generales sobre ciertas especies de Callitrichidae (Albuja V., 1994; De la Torre, 1996; Tirira, 2018b) y los estudios específicos sobre *A. f. fusciceps* (Madden & Albuja V., 1989; Tirira, 2004b) y *C. aequatorialis* (Albuja V. & Arcos, 2007; Campos & Jack, 2013; Jack & Campos, 2012).

La evidencia indica que la diversidad de primates en el Ecuador no se distribuye de forma homogénea (De la Torre & Tirira, 2018a). La mayor riqueza de especies se concentra en bosques húmedos y en climas tropicales, con la región Amazónica como el lugar de la mayor riqueza específica (82 %), seguida de los bosques de estribaciones orientales (45 %). En la región Costa, la representación de primates se limita a cuatro especies (18 %), presentes tanto en bosques tropicales como subtropicales (Tirira, 2017).

1.5. Conservación de los primates en el Ecuador

De acuerdo con la reciente evaluación sobre el estado de conservación de los primates del Ecuador, se determinó que 12 amenazas directas ejercen presión sobre este grupo (Tirira, De la Torre, et al., 2018a). La acción de estas amenazas ha derivado en que los primates muestren un deterioro progresivo en su estado conservación, lo que ha motivado a que cada vez más especies sean incluidas en las categorías de amenaza, de acuerdo con las evaluaciones nacionales (Tirira, 1999, 2001a, 2011, 2021a) (figura 1.1).

Desde 1983, cuando por primera vez en el Ecuador se documentaron tres especies de primates con problemas de conservación (Albuja V., 1983), las evaluaciones han tenido un incremento constante. Unos años más tarde, un nuevo aporte mencionó cuatro especies (Suárez & García, 1986), aunque ninguno de estos trabajos utilizó los criterios de evaluación de listas rojas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

En la primera *Lista Roja de mamíferos del Ecuador*, que además por primera vez en el país usaba los criterios de la UICN, se documentaron seis especies amenazadas de primates (Tirira, 1999), esto fue un 32 % de la riqueza total del orden que se conocía en aquel momento. En la década siguiente, durante la evaluación para el primer *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (Tirira, 2001a), se incluyeron nueve especies con problemas de conservación (cinco amenazadas y cuatro casi amenazadas), número que representó un 47 % de la riqueza de primates conocida. Una década más tarde, en la segunda edición del mismo libro (Tirira, 2011), este número incrementó a 11 especies amenazadas y nueve casi amenazadas, que correspondió a un 95 % de la riqueza de primates del país. Para la tercera edición del *Libro Rojo* (en preparación), el 100 % de los primates han sido incluidos en alguna categoría de preocupación, 19 como taxones amenazados y tres como casi amenazados (Tirira, 2021a) (figura 1.1).

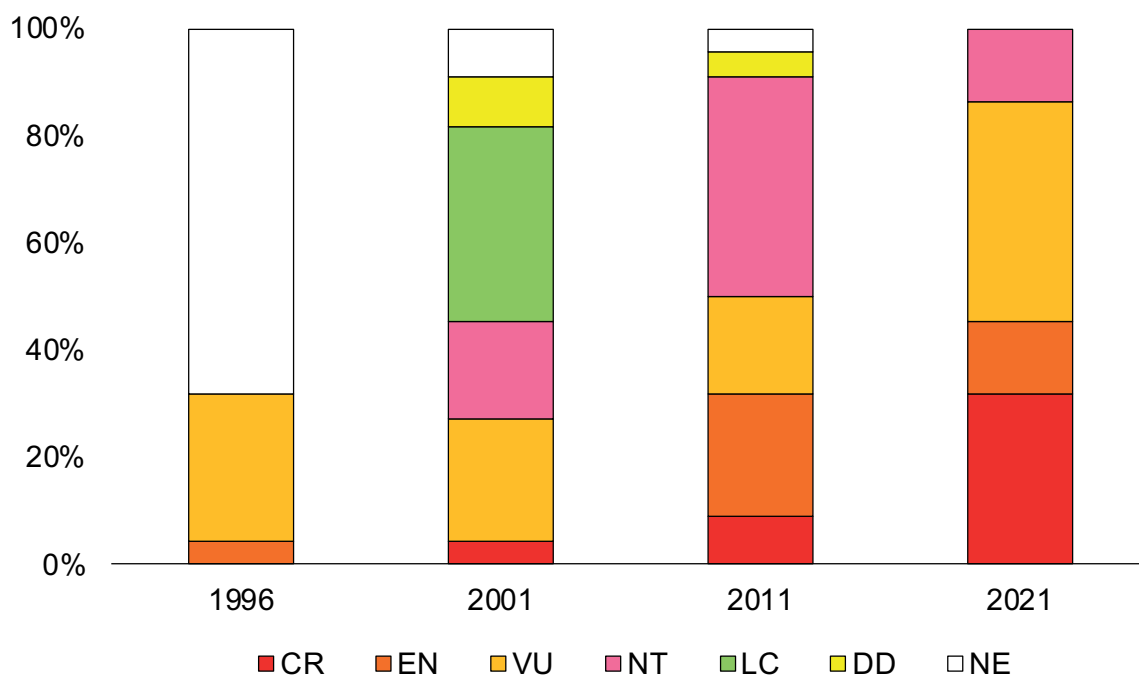


Figura 1.1. Cambios en las evaluaciones de los 22 taxones de primates del Ecuador de acuerdo con las listas rojas nacionales. Categorías: CR = En Peligro Crítico, EN = En Peligro, VU = Vulnerable, NT = Casi Amenazada, LC = Preocupación Menor, DD = Datos Insuficientes, NE = No Evaluada. Fuentes: 1996 (Tirira, 1999), 2001 (Tirira, 2001b), 2011 (Tirira, 2011), 2021 (Tirira, 2021a, en preparación).

La pérdida de hábitat, la fragmentación de los bosques, la cacería, el cambio climático, las enfermedades y el tráfico de vida silvestre son las principales amenazas identificadas y que afectan, o pueden afectar, a los 22 taxones de primates del Ecuador (Tirira, De la Torre, et al., 2018a). Otras amenazas reconocidas y que impactan sobre las poblaciones de varias especies de primates son el avance de la agricultura y la ganadería (afecta a 18 taxones), la minería (10) y el impacto de las especies introducidas (8). Dentro de las amenazas específicas, que afectan solo a ciertas especies, se encuentra los atropellamientos en las vías (afecta a 3 taxones), la extracción selectiva de recursos madereros (2), la presencia humana y el ruido ambiental por embarcaciones y motores fuera de borda (una especie cada una) (Tirira, De la Torre, et al., 2018a).

1.6. Justificación del estudio

Contrario a la alta diversidad de mamíferos que posee el Ecuador es el limitado conocimiento que se tiene sobre sus especies, pues existen enormes vacíos de información, incluso para grupos conspicuos y bien representados, como los primates (Tirira, 2018a).

El conocimiento y la conservación de esta biodiversidad se consideran como una prioridad dentro del *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011–2020*, conocido también como “metas de Aichi” (CDB, 2011). En este sentido, varios han sido los esfuerzos realizados en el Ecuador desde la publicación de las primeras listas y libros rojos (Tirira, 1999, 2001b, 2011); en el particular, con el

desarrollo de algunos planes de manejo o estrategias nacionales para la conservación de ciertos grupos de mamíferos, entre ellos los primates (Tirira, De la Torre, et al., 2018b); además, de algunas propuestas para la determinación de áreas prioritarias o importantes para la conservación de ecosistemas (Cuesta et al., 2015; Tirira, Almeida, et al., 2004) o de ciertos grupos de especies, como murciélagos (Burneo & Tirira, 2014), aves (Cuesta et al., 2015; Freile & Santander, 2005; Sierra et al., 1999), anfibios, reptiles y flora (Cuesta et al., 2015).

En el caso específico de los primates, son evidentes los vacíos de información existentes en aspectos básicos de diversidad, riqueza y distribución de las especies, además de aspectos de conservación (Tirira, 2018a, 2018b; Tirira, De la Torre, et al., 2018a, 2018b). Hasta el presente, no existe un análisis específico que haga referencia o tome en consideración las particularidades ecológicas, geográficas y de conservación de los primates del país; por tal motivo, se considera una prioridad llevar a cabo un estudio que mejore el conocimiento existente y sirva de apoyo para definir hacia dónde se deben emprender acciones que garanticen la supervivencia a largo plazo de este grupo de mamíferos. De esta manera, el estudio que se presenta a continuación apoya las líneas de acción 3 (Manejo *in situ*) y 5 (Investigación) del *Plan de Acción para la Conservación de los primates del Ecuador* (Tirira, De la Torre, et al., 2018b) (tabla 1.2).

1.7. Estructura de la tesis

La presente tesis doctoral se presenta por capítulos que corresponden a futuros artículos científicos derivados de la investigación. En términos generales, la tesis comprende tres secciones:

Primera sección (capítulos I y II). Abarca una introducción a la temática de la tesis. El capítulo I plantea antecedentes, describe la problemática y presenta la justificación, objetivos y las hipótesis de investigación. El capítulo II describe el área de estudio y presenta cómo se recolectaron los datos, cuáles fueron las técnicas de identificación de registros, cómo fue su validación y representatividad; también explica cuál fue la taxonomía seguida.

Segunda sección (capítulos III y IV). Trata sobre la riqueza, diversidad y distribución de los primates del Ecuador. El capítulo III empieza con un análisis de conocimiento histórica de la riqueza de primates del país, para continuar con un análisis de la diversidad de este orden en la región Neotropical y dentro del territorio nacional, tanto para los taxones conocidos como potenciales o esperados. El capítulo IV aborda la distribución de los taxones basado en registros confirmados y en un modelamiento de nicho ecológico; también indaga en las barreras naturales que limitan la distribución de los primates, sus rangos altitudinales y los vacíos de conocimiento identificados.

Tercera sección (capítulos V y VI). Analiza el estado de conservación de los primates del Ecuador desde distintas perspectivas, tanto para el presente como en una proyección realizada para 2050. El capítulo V trata sobre las amenazas directas (deforestación, fragmentación, cacería y tráfico), aspectos bióticos (factores intrínsecos) y de uso del suelo (áreas protegidas, territorios indígenas,

Tabla 1.2. Alcance del estudio en base a las líneas de acción del *Plan de Acción para la conservación de los primates del Ecuador* (Tirira, De la Torre, et al., 2018b).

Código	Acción	Alcance	Capítulo
Línea de acción 3 (Manejo <i>in situ</i>)			
IN-2	Promover medidas que fortalezcan la conservación de los primates en áreas protegidas donde se determine que sus poblaciones pueden estar siendo afectadas por factores externos.	General (identifica la problemática)	V
IN-8	Gestionar para que todas las especies de primates del país se incluyan en la administración de las áreas protegidas que garanticen la supervivencia de sus poblaciones a largo plazo.	General (identifica la problemática)	V, VI
IN-10	Levantar información sobre las especies de primates que habitan en los bosques privados del país para integrarlos dentro de la estrategia de conservación de primates y conseguir una mejora en el manejo de estas áreas.	Parcial (levantamiento de información)	II, V, VI
Línea de acción 5 (Investigación)			
IV-1	Promover la ejecución de estudios para estimar la variabilidad genética y resolver problemas taxonómicos de las poblaciones de primates del país.	Identifica la problemática y se presentan análisis parciales (<i>Aotus</i> y <i>Sapajus</i>)	III
IV-2	Promover estudios sobre el estado de conservación de los primates del país.	Específico (análisis de amenazas y del estado de conservación)	V
IV-4	Llevar a cabo un análisis de la distribución de los primates del país.	Específico (análisis completo)	IV
IV-5	Identificar áreas de simpatria entre especies taxonómicamente cercanas y evaluar cómo comparten los recursos en una misma área.	General (identifica áreas de simpatria)	III, IV
IV-10	Efectuar estudios sobre la disponibilidad de hábitat para los primates del Ecuador, con un análisis de los impactos y amenazas directas que les afectan.	Específico (identifica las áreas y analiza los impactos)	V
IV-16	Evaluar los impactos del cambio climático sobre las especies de primates nativos.	Específico (evalúa para 2050)	VI
IV-17	Promover estudios que evalúen el nivel de impacto de las actividades humanas sobre las especies de primates nativos del país.	General (identifica la problemática)	V

minería y presencia humana), para al final proponer cuál es el estado de conservación de cada uno de los taxones analizados. El capítulo VI indaga sobre la problemática del cambio climático para los primates.

Al final de la tesis se incluyen las referencias bibliográficas y los apéndices.

1.8. Resultados de la tesis

Durante el desarrollo de esta tesis de doctorado se generaron varias publicaciones relacionadas con el tema de estudio y otras se encuentran en preparación. La más importante en términos de aporte a la conservación fue:

Tirira, D. G., de la Torre, S., & G. Zapata-Ríos (eds.). (2018). *Plan de acción para la conservación de los primates del Ecuador*. Quito: MAE / GEPE / AEM.
ISBN: 978-9942-8584-3-6. [[descarga](#)]

Otra publicación derivada de la anterior y que actualizó el estado de conocimiento de los primates del país fue el libro:

Tirira, D. G., de la Torre, S., & G. Zapata-Ríos (eds.). (2018). *Estado de conservación de los primates del Ecuador*. Quito: GEPE / AEM. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
ISBN: 978-9942-8584-2-9. [[descarga](#)]

También se publicaron dos artículos científicos, revisados por pares académicos:

Tirira, D. G. (2018). Una revisión sobre la presencia y distribución de la familia Callitrichidae (Primates) en el Ecuador. En B. Urbani, M. M. Kowalewski, R. G. T. da Silva, S. de la Torre, & L. Cortés-Ortiz (Eds.). *La primatología en Latinoamérica 2 / A primatología na América Latina 2* (pp. 427–440). Caracas: Ediciones IVIC. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.
ISBN: 978-980-261-186-7.

Tirira, D. G., Sánchez-Sánchez, L. & Álvarez-Solas, S. (2021). An Update of the Geographic Distribution of the Red-mantled Saddle-back Tamarin, *Leontocebus lagotus* (Callitrichidae), in Ecuador. *International Journal of Primatology*. [<https://doi.org/10.1007/s10764-021-00221-7>] [Apéndice 1].

Posterior a la lectura de la tesis se trabajará en otros artículos específicos y en la publicación de un libro académico que será intitulado: *Primates of Ecuador: contributions to knowledge of its diversity, distribution and conservation*.

De forma adicional, se publicaron tres artículos de difusión:

Cervera, L., de la Torre, S., Jerusalinsky, L., Fuentes, N., Alfonso-Cortés, F., Morelos-Juárez, C., Vidal-García, F., Álvarez-Solas, S., Zapata-Ríos, G., Utreras, V., & **Tirira, D. G.** (2017). Conservation Action Plan for Ecuadorian Primates: Process and priorities. *Primate Conservation*, 31, 9–15.

Tirira D. G. (2018). Lagunas en el conocimiento de los primates del Ecuador. *Nuestra Ciencia*, 20, 22–24.

Tirira, D. G. (2020). Primates en la Real Audiencia de Quito. *Nuestra Ciencia*, 22, 35–38.

1.9. Objetivos

1.9.1. Objetivo general

Aportar al conocimiento de la riqueza y la distribución de los primates del Ecuador en busca de disminuir los vacíos de información existentes y contribuir con datos para un mejor entendimiento de su estado de conservación actual y futuro en base a un análisis de amenazas.

1.9.2. Objetivos específicos

- Confirmar la riqueza actual e investigar la riqueza potencial de primates en el Ecuador (capítulo III).
- Analizar cómo se distribuye la riqueza de primates dentro de las diferentes regiones, provincias y áreas protegidas del país (capítulo III).
- Establecer los límites geográficos (basado en variables ambientales y barreras naturales) que actúan sobre cada taxón de primate en el Ecuador en busca de un entendimiento de su distribución (capítulo IV).
- Analizar las amenazas que actúan sobre los primates del país para comprender su estado de conservación actual y su proyección al futuro (capítulo V).
- Evaluar dos escenarios posibles de cómo el cambio climático podría afectar a los primates del Ecuador para 2050 y relacionarlos con la deforestación y su estado de conservación (capítulo VI).

1.10. Hipótesis

Riqueza:

- La riqueza de primates del Ecuador es conocida y no se espera la adición de especies nuevas.
- La riqueza de primates y el recambio de especies (o taxones) se distribuye de forma homogénea en el Ecuador.

Distribución:

- La distribución de primates en el Ecuador es conocida y no se esperan cambios importantes en los mapas de distribución publicados.

- El modelamiento de distribución potencial de especies es un método efectivo para predecir la extensión de presencia y la distribución actual de los primates.

Conservación:

- Las amenazas y el estado de conservación de los primates del Ecuador afectan por igual a todos los taxones.
- Las categorías propuestas por la *Lista Roja de los mamíferos del Ecuador* (tercera edición), que siguen los criterios de la UICN, son adecuadas para medir el estado de conservación en el que se encuentran todos los primates del país.
- El cambio climático no significará un impacto negativo para los primates del Ecuador.
- Las actuales áreas protegidas del Ecuador serán suficientes para garantizar la conservación de todos los taxones de primates que habitan en el país frente a la deforestación y el cambio climático.



Cebus albifrons (foto de Diego Tirira)

Capítulo II: Área de estudio y recolección de datos

Capítulo II: Área de estudio y recolección de datos

2.1. Área de estudio

El área de estudio comprendió las 23 provincias del Ecuador continental: siete en la región Costa (Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y El Oro), 10 en la Sierra (Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja) y seis en la Amazonía (Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe) (figura 2.1.A). Este espacio está comprendido entre los 01°27'N y los 05°00'S y los 81°00'W y los 75°11'W (IGM, 2013).

Según el sistema de clasificación biogeográfica de la región Neotropical, el área de estudio se encuentra dentro de la subregión Brasileña y abarca dos dominios: Pacífico, que incluye las provincias bióticas de Cauca, Ecuador Occidental y Ecuatoriana; y Brasileño Boreal, que incluye la provincia de Napo (Morrone, 2014) (figura 2.1.B); además incluye la provincia de Páramo, donde no habitan primates.

El área comprende bosques tropicales, subtropicales y templados, en un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 2610 m (la mayor altitud a la que se han registrado primates en el país) y abarcó siete pisos zoogeográficos (Trópico Húmedo Noroccidental, Trópico Seco Suroccidental, Trópico Oriental, Subtrópico Occidental, Subtrópico Oriental, Templado Occidental y Templado Oriental) (Albuja V. et al., 2012; Tirira, 2017) (figura 2.1.C).

De acuerdo con el mapa de sectores biogeográficos del Ecuador continental, dentro del área de estudio se identificaron 13 de los 15 sectores reconocidos en el país, seis corresponden a la región Costa (Catamayo-Alamor, Chocó Ecuatorial, Cordillera Costera del Chocó, Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, Cordillera Occidental y Jama-Zapotillo) y siete en la región Amazónica (Abanico del Pastaza, Aguarico-Putumayo-Caquetá, Cordilleras Amazónicas, Napo-Curaray, Norte de la Cordillera Oriental de los Andes, Sur de la Cordillera Oriental y Tigre-Pastaza) (MAE, 2013b) (figura 2.2.A).

En cuanto al *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental* (MAE, 2013a), para el área de estudio y dentro de los límites altitudinales en donde se registraron primates (0–2610 m) se identificaron 60 ecosistemas, 29 al occidente de la cordillera de los Andes y 31 al oriente (figura 2.2.B).

En términos generales, en el Ecuador continental se identifican cuatro bioclimas (figura 2.2.C) que han influenciado de forma directa en las características de los ecosistemas (MAE, 2013a, 2013c). La parte norte de la región Costa, principalmente la provincia de Esmeraldas, está ocupada por bosques

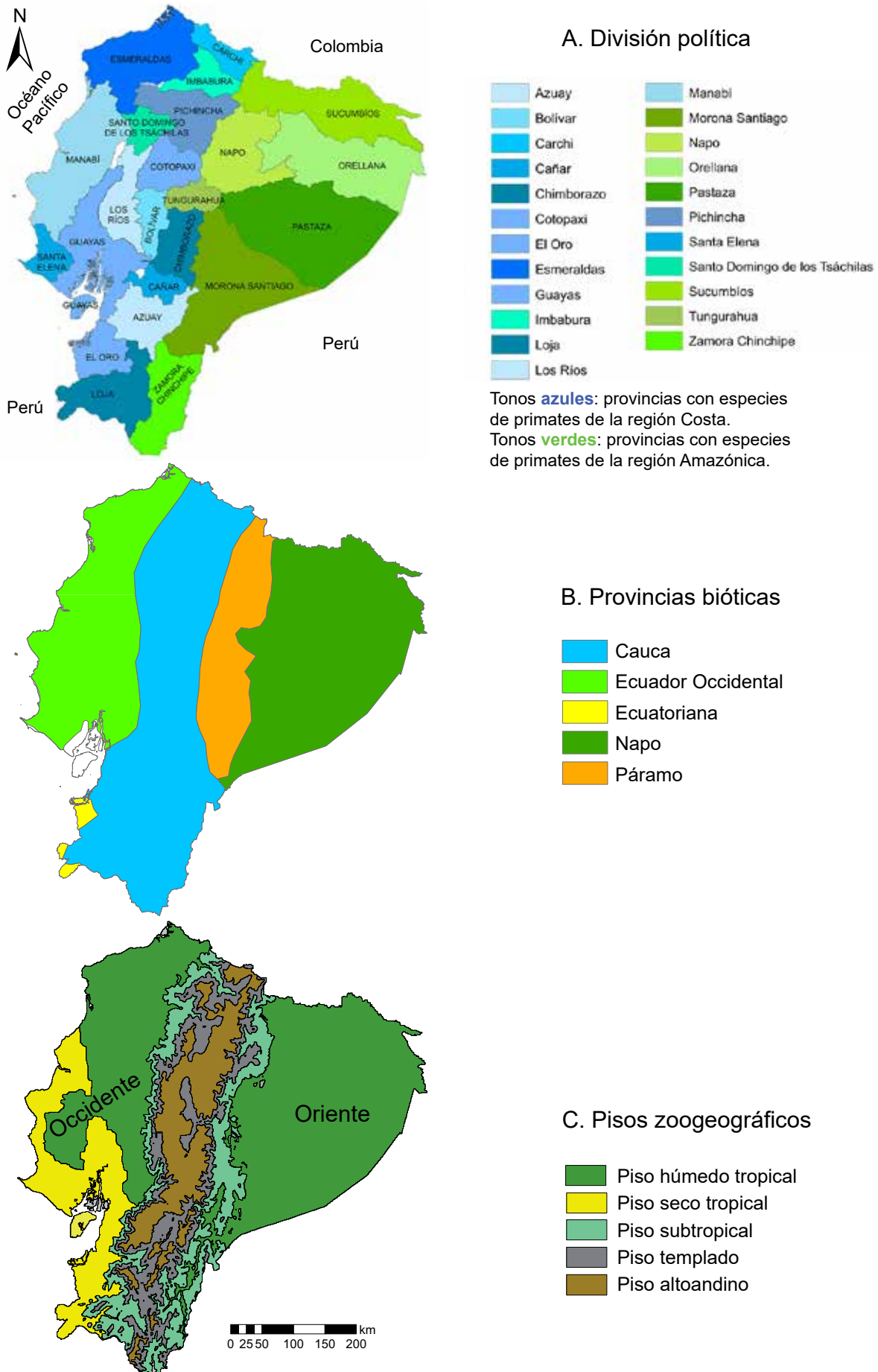


Figura 2.1. Área de estudio. División política, provincias bióticas (Morrone, 2014) y pisos zoogeográficos del Ecuador continental (tomado de Tirira, 2017).

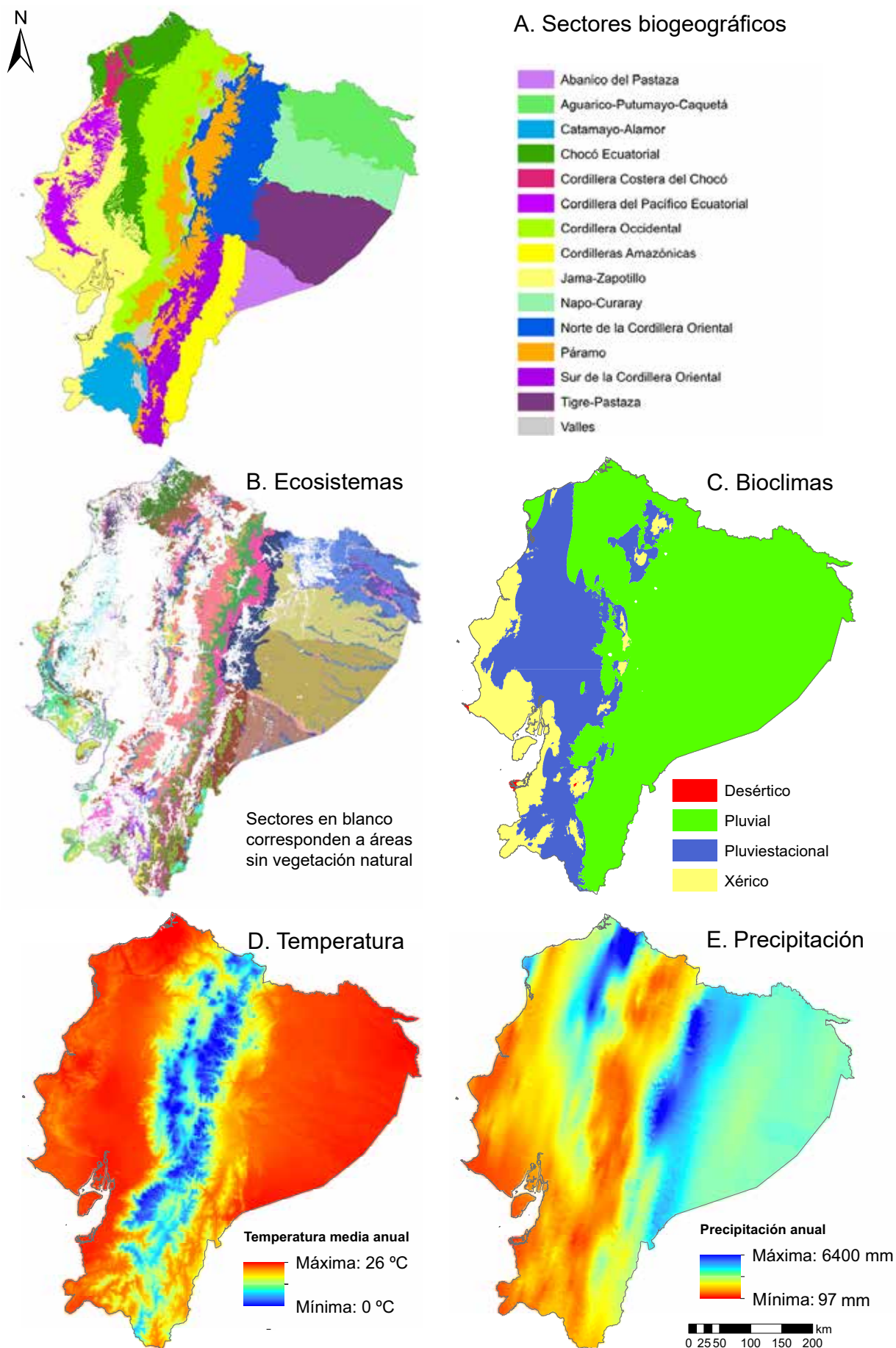


Figura 2.2. Área de estudio. Sectores biogeográficos, ecosistemas y factores bioclimáticos del Ecuador continental (fuente MAE, 2013).

muy húmedos gracias a la presencia de un clima pluvial, que continúa hacia las estribaciones noroccidentales de los Andes y a toda la región Amazónica. La parte occidental de la Costa centro y sur, entre las provincias de Manabí y Loja, está formada por bosques secos, dominados por un clima xérico. Entre estos dos bioclimas se encuentran bosques de transición, dominados por un clima pluviestacional; para terminar, hacia el extremo occidental de las provincias de Santa Elena y El Oro es evidente un clima desértico (MAE, 2013a, 2013c).

En las tierras bajas, la altura de los bosques tiene un promedio de 25 a 35 m, aunque a menudo existen árboles emergentes, en particular en la Amazonía, que pueden alcanzar de 45 a 50 m de altura; mientras que en los bosques de estribaciones, y a medida que se incrementa la elevación, la altura promedio de los árboles se encuentra entre los 15 y 20 m (MAE, 2013a; Valencia et al., 2004).

Los factores climáticos, como la temperatura y la precipitación, varían ampliamente debido a la extensión del área de estudio y a la diferencia altitudinal existente. El rango de temperaturas promedio para los ecosistemas identificados a cada lado de los Andes varía de 16.2 a 26.1 °C, hacia el occidente; y de 11.1 a 25.8 °C, hacia la Amazonía (MAE, 2013a) (figura 2.2.D). Las precipitaciones promedio anuales, para estas mismas áreas, varían de 97 a 6400 mm y de 1303 a 4656 mm, para occidente y oriente, respectivamente (MAE, 2013a) (figura 2.2.E).

La orografía del Ecuador es compleja (figura 2.3). De norte a sur, el país está dividido por la cordillera de los Andes, compuesta por dos ramales principales, Occidental (alcanza los 6263 m de altitud) y Oriental (5897 m). Hacia el oeste y junto a la cordillera Occidental se encuentran la cordillera de Toisán (3419 m) (entre las provincias de Esmeraldas e Imbabura), el cerro Narihuiña (3906 m) (Azuay) y la cordillera de Chilla (3588 m) (El Oro). Más hacia el occidente, próxima al océano Pacífico, se encuentra la cordillera de la Costa, compuesta por dos ramales principales: hacia el norte Mache-Chindul (altura máxima 706 m) (entre las provincias de Esmeraldas y Manabí); y más al sur, en la Costa centro, se levanta la cordillera de Chongón-Colonche (822 m) (entre Manabí, Santa Elena y Guayas). En el sur del país, dentro de la provincia de Loja, se encuentra el contrafuerte Cabeza de Toro (3086 m), una prolongación aislada de la cordillera Occidental (IGM, 2013).

La región Amazónica también presenta algunos accidentes orográficos de importancia (figura 2.3). El más relevante por su extensión y altitud es la cordillera del Cóndor (alcanza los 2900 m de altitud), en el extremo suroriental del país, ocupada en su parte occidental por las provincias ecuatorianas de Morona Santiago y Zamora Chinchipe, mientras que su ladera oriental corresponde a Perú. Hacia la parte sur se levantan dos ramales secundarios que conectan con la cordillera Oriental de los Andes, conocidos como los contrafuertes de Tzunantza y San Francisco; en su parte más baja, estos ramales alcanzan los 1950 m de altitud (IGM, 2013). Entre la cordillera del Cóndor y el contrafuerte de San Francisco se encuentra la depresión de Shaime, el punto más bajo en esta parte del país (altitud de 900 m) y es un paso natural hacia Perú. Poco más al norte, dentro de Morona Santiago, se encuentra la cordillera del Kutukú (alcanza los 2200 m de altitud) y un ramal secundario hacia su extremo suroriental, la cordillera de Shaimi (850 m) (IGM, 2013).

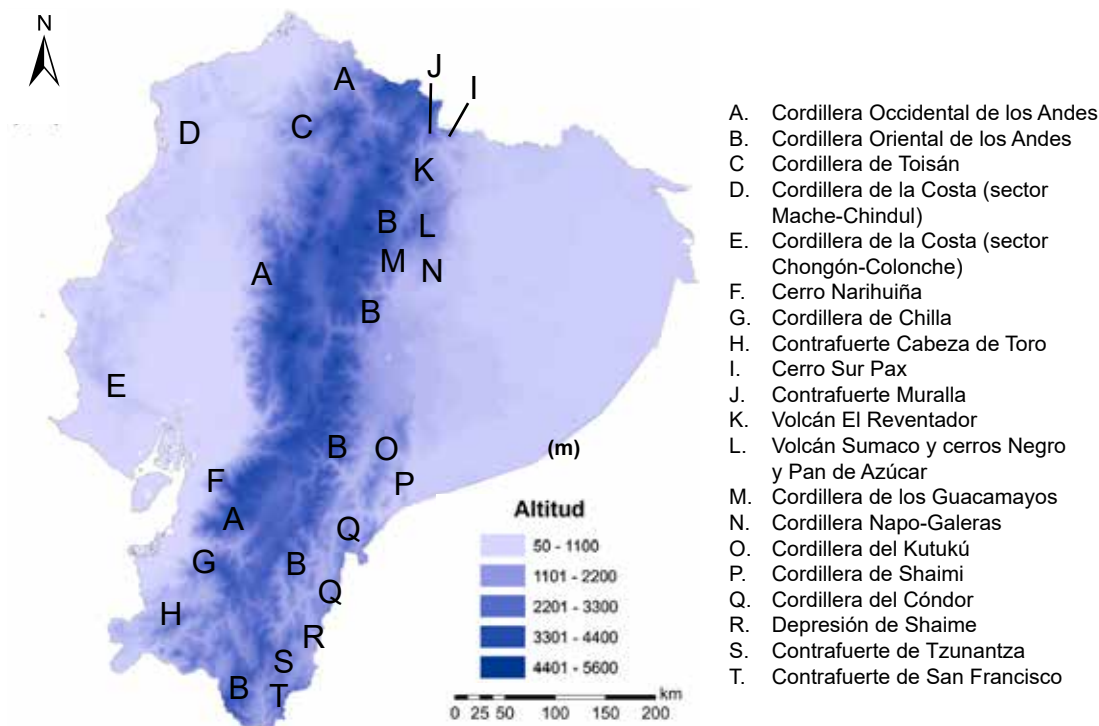
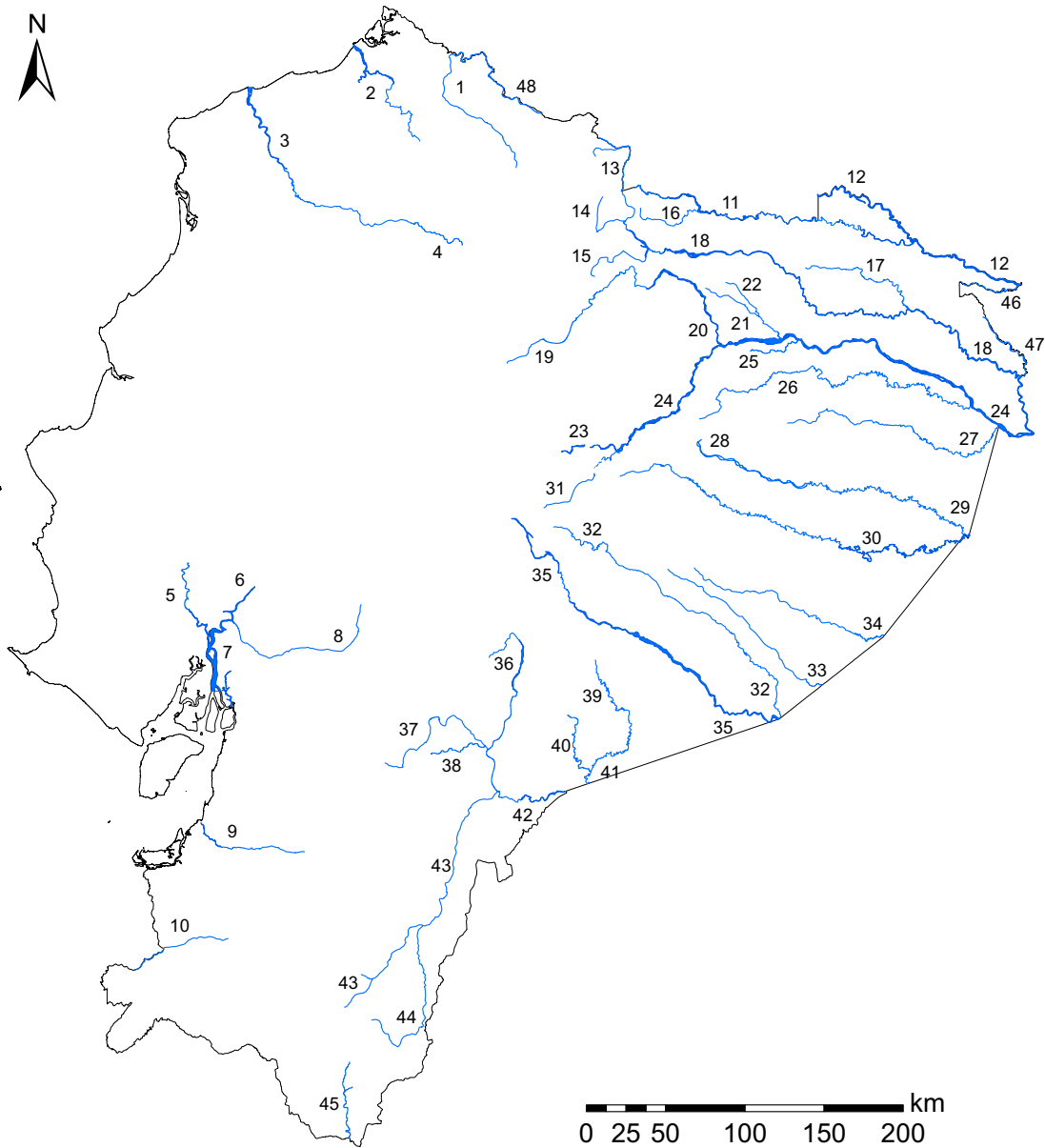


Figura 2.3. Área de estudio. Sistema orográfico del Ecuador continental (fuente IGM, 2013). Se indican las cordilleras y otros accidentes topográficos mencionados en el texto.

Otros accidentes topográficos en la región Amazónica son, de norte a sur (figura 2.3): el cerro Sur Pax (2275 m), una montaña cerca de la frontera con Colombia; el contrafuerte Muralla (2700 m), entre los ríos Chingual y Cofanes; y el volcán El Reventador (3562 m), todos en la provincia de Sucumbíos; los cerros Negro (3127 m) y Pan de Azúcar (3482 m) y la cordillera de los Guacamayos (3071 m), en la provincia de Napo; y el volcán Sumaco (3732 m) y la cordillera Napo-Galeras (1730 m), como límite entre las provincias de Napo y Orellana (IGM, 2013; MAE, 2014).

El sistema hídrico en el Ecuador también es extenso y complejo. En términos generales, debido a la presencia de la cordillera de los Andes, los ríos que discurren en dirección oeste desembocan en el océano Pacífico, mientras que aquellos que se movilizan en dirección este forman parte de la cuenca del Amazonas. A lo largo del texto, debido a que varios ríos forman barreras naturales, o se sospecha que cumplen esta función, en numerosas ocasiones solo se hará referencia a uno de sus márgenes, que puede ser hacia la izquierda o la derecha de su cauce en el sentido en que descienden las aguas del río. Los principales ríos del país, en particular aquellos que son mencionados en el texto o que actúan como barreras naturales para ciertas poblaciones de primates son indicados en la figura 2.4.

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP) está constituido por 60 reservas naturales, sin tomar en cuenta otras figuras de conservación existentes en el país, como reservas de la biósfera, bosques protectores y zonas intangibles y área de uso especial dentro de territorios indígenas (MAAE, 2020). Las áreas protegidas del Ecuador continental se indican en la figura 2.5.



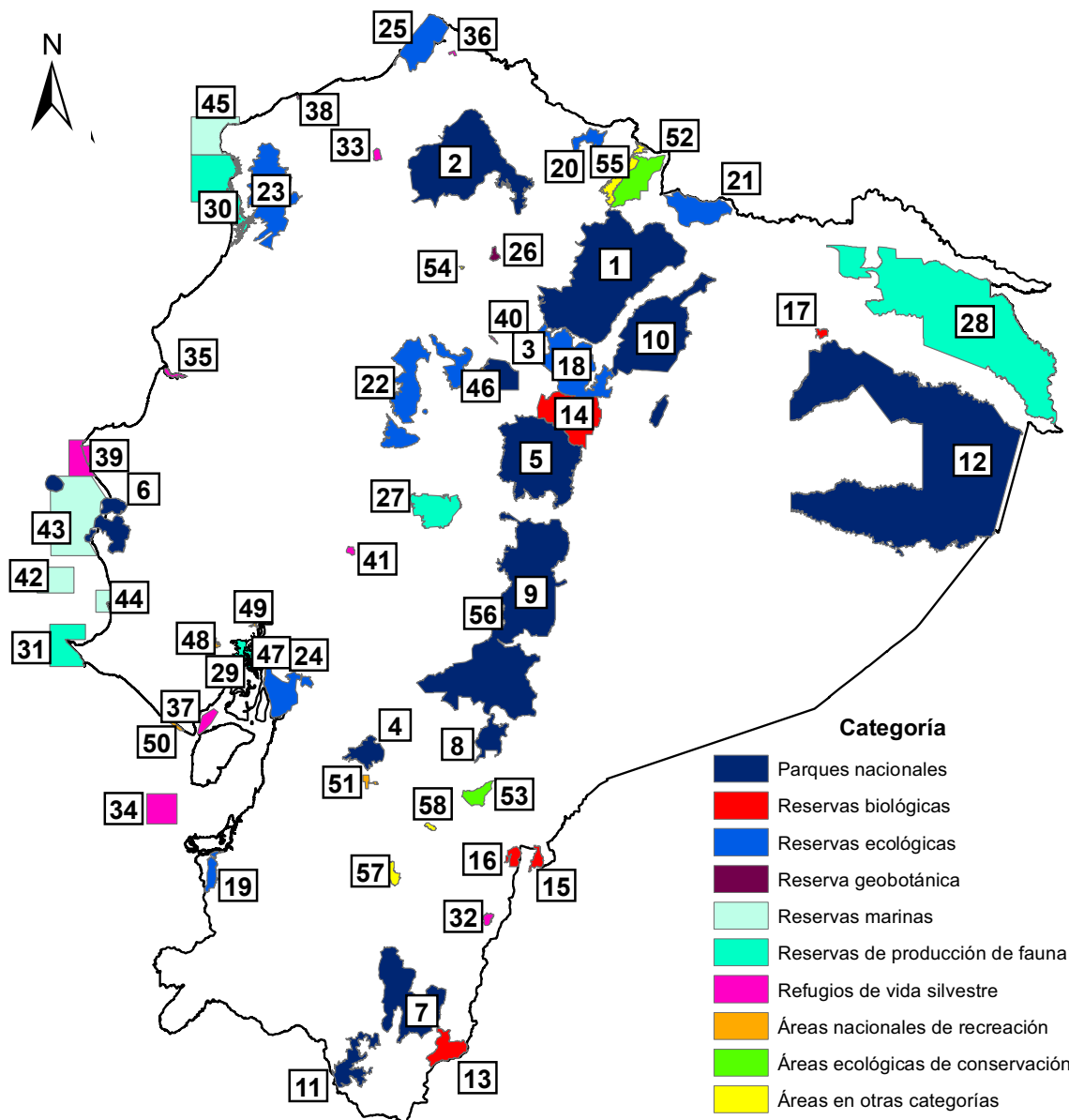
Región Costa

- 1. Mira
- 2. Santiago
- 3. Esmeraldas
- 4. Guayllabamba
- 5. Daule
- 6. Babahoyo
- 7. Guayas
- 8. Chanchán-Chimbo
- 9. Jubones
- 10. Puyango
- 48. San Juan

Región Amazonía

- 11. San Miguel
- 12. Putumayo
- 13. Chingual
- 14. Cofanes
- 15. Due
- 16. Bermejo
- 17. Cuyabeno
- 18. Aguarico
- 19. Quijos
- 20. Coca
- 21. Jivino Rojo
- 22. Jivino Verde
- 23. Jatun Yacu
- 24. Napo
- 25. Indillama
- 26. Tiputini
- 27. Yasuní
- 28. Shiripuno
- 29. Cononaco
- 30. Curaray
- 31. Arajuno
- 32. Bobonaza
- 33. Corrientes
- 34. Conambo
- 35. Pastaza
- 36. Upano
- 37. Paute
- 38. Negro
- 39. Cangaime
- 40. Namangoza
- 41. Morona
- 42. Santiago
- 43. Zamora
- 44. Nangaritza
- 45. Numbala-Mayo
- 46. Güepí
- 47. Lagartococha

Figura 2.4. Principales ríos del Ecuador mencionados en el texto (según IGM, 2013).



Parques nacionales:

- 1. Cayambe-Coca
- 2. Cotacachi-Cayapas
- 3. Cotopaxi*
- 4. Cajas*
- 5. Llanganates
- 6. Machalilla
- 7. Podocarpus
- 8. Río Negro-Sopladora
- 9. Sangay
- 10. Sumaco-Napo Galeras
- 11. Yasuri*
- 12. Yasuni

Reservas ecológicas:

- 18. Antisana
- 19. Arenillas*
- 20. El Ángel*
- 21. Cofán-Bermejo
- 22. Los Ilinizas
- 23. Mache-Chindul
- 24. Manglares Churute
- 25. Manglares Cayapas-Mataje

Reserva geobotánica

- 26. Pululahua

Reservas de Producción de Fauna:

- 27. Chimborazo*
- 28. Cuyabeno
- 29. Manglares El Salado
- 30. Manglares Río Muisne
- 31. Punt. de Santa Elena*

Refugios de Vida Silvestre:

- 32. El Zarza
- 33. El Pambilar
- 34. Isla Santa Clara*
- 35. Islas Corazón y Fragatas*
- 36. La Chiquita
- 37. Manglares El Morro*
- 38. Manglares Estuario Río Esmeraldas
- 39. Marino Costero Pacoche
- 40. Pasochoa*
- 41. Samama Mumbes

Reservas Marinas

- 42. Bajo Cope*
- 43. Cantagallo-Machalilla*
- 44. El Pelado*
- 45. Galera-S. Francisco*

Áreas nacionales de recreación:

- 46. El Boliche*
- 47. Isla Santay*
- 48. Parque Lago
- 49. Parque Samanes
- 50. Playas de Villamil*
- 51. Quimsacochoa*

Áreas ecológicas de conservación municipal:

- 52. La Bonita-Cofanes Chingual
- 53. Siete Iglesias

Áreas en otras categorías:

- 54. Bellavista
- 55. C. Oriental del Carchi*
- 56. Ichubamba Yasepan*
- 57. M. Pérez de Castilla*
- 58. Tambillo*

Figura 2.5. Áreas protegidas del Ecuador continental (según MAAE, 2020). Áreas sin primates dentro de su distribución original se indican con un asterisco.

2.2. Recolección de datos

2.2.1. Origen de los datos

La herramienta de análisis fue una base de datos sobre los mamíferos del Ecuador, conocida como *Red Noctilio* (Tirira, 2021b) y que incluye información recabada desde 1995 sobre registros de distribución (históricos y contemporáneos), de conocimiento (estudios en el país) y de amenazas directas específicas (en particular, datos sobre cacería, uso y tenencia de primates silvestres y tráfico). Si bien el estudio se centró en Ecuador, de forma complementaria, para varios análisis y modelos propuestos, la base fue alimentada con registros de presencia de los taxones de estudio a lo largo de su área de distribución; en particular, esta búsqueda puso énfasis en registros de primates en los países vecinos de Colombia y Perú. En total, la base acumuló 12 452 registros de primates; de ellos, 8580 (69 %) correspondieron a Ecuador.

El origen de los datos de distribución fue el siguiente:

Datos de campo. Se incluyeron avistamientos personales y de colegas tomados entre 1995 y 2020 (más intensivo entre enero de 2017 y febrero de 2020) (figura 2.6). En particular, en los últimos años se visitaron áreas sin información de especies o localidades con registros cuestionados. En el trabajo de campo se aplicaron dos metodologías complementarias: censo de primates y entrevistas a habitantes locales. Durante los censos se realizó la búsqueda de primates por observación directa o vocalización. Para el efecto se usó una adaptación de la metodología de transectos lineales (Peres, 1999). Esta metodología ha sido estandarizada para estudios de primates en el Ecuador (Cervera, De la Torre, et al., 2018) y consiste en realizar caminatas de observación dentro del bosque a una velocidad de un kilómetro por hora a lo largo de transectos existentes. Los censos se realizaron de preferencia al amanecer (entre 06:00 y 10:00 h) o al final del día (entre 16:00 y 18:30 h). En la mayoría de los censos, las observaciones se efectuaron con uno o máximo dos observadores.

Además de los transectos lineales, se realizaron entrevistas a los pobladores locales para obtener información sobre ciertas especies. Se utilizaron fotografías y dibujos para facilitar que los entrevistados puedan identificar las especies conocidas por ellos; de preferencia, se conversó con personas adultas, que conocían el bosque o que se dedicaban a la cacería, según las consideraciones propuestas por Tirira (1998). También se registraron observaciones oportunistas durante las excursiones de campo.

Especímenes de museos. Se obtuvo información, sea por pedido directo a los museos, por visita del autor o por búsquedas en bases de datos, de 49 colecciones de historia natural que almacenan primates recolectados en el Ecuador (apéndice 2). En total se registraron 1897 ejemplares correspondientes a los 22 taxones analizados. Entre 2001 y 2020 se visitaron 15 de estas colecciones y se revisaron 1147 especímenes (60 %) para validar sus identificaciones y confirmar los datos asociados a cada espécimen.

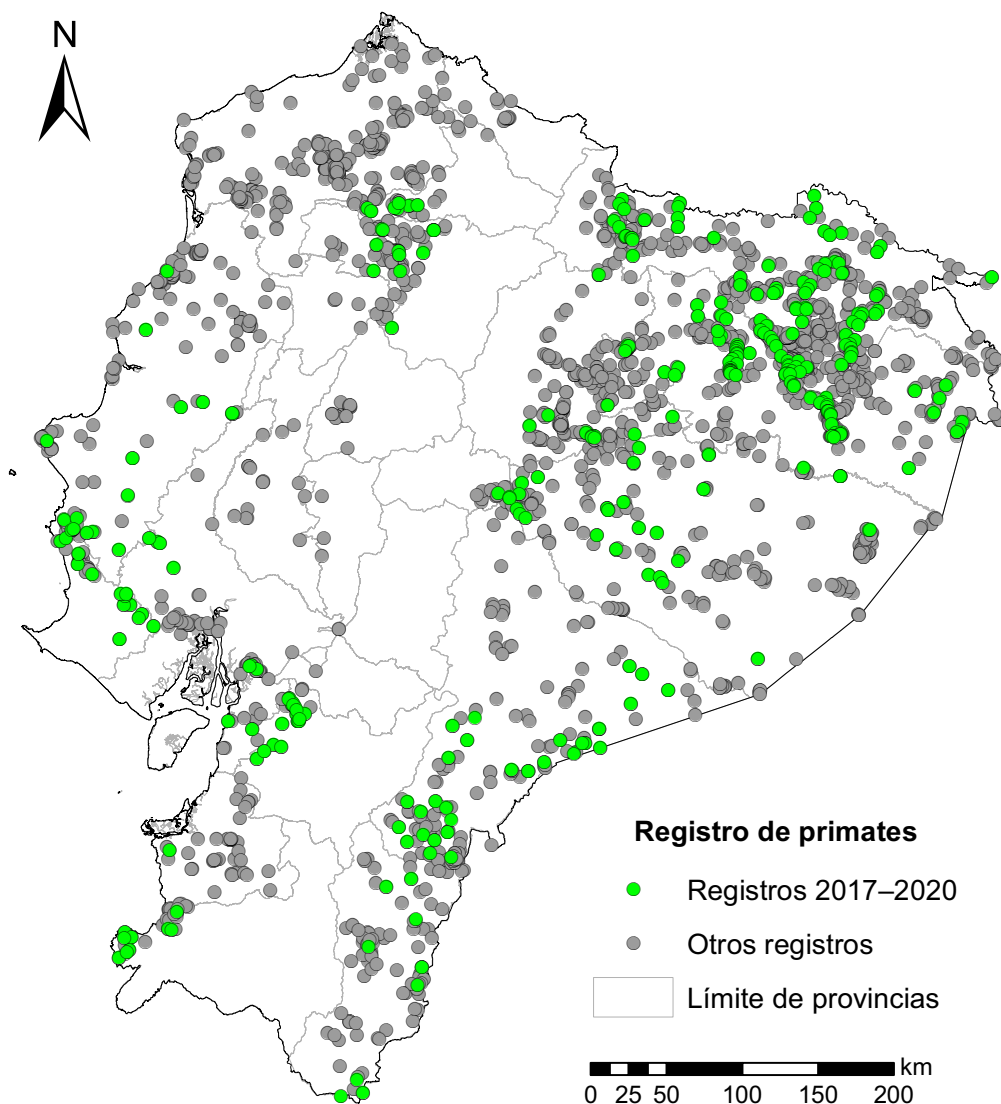


Figura 2.6. Localidades con registro de primates en el Ecuador. Los puntos verdes corresponden a registros obtenidos durante el presente estudio (período 2017–2020).

Referencias bibliográficas. Se revisó más de un millar de documentos, entre publicaciones (libros y revistas), tesis, reportes e informes técnicos, con información referente a distribución o a registros sobre los taxones de estudio. Para los análisis históricos de diversidad se buscaron publicaciones a partir del siglo XVI; la más antigua data de 1553.

Bases de datos. Se revisaron diferentes bases de datos, entre ellas, las que mayor cantidad de datos aportaron al estudio fueron las bases de Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2020) y de iNaturalist (2020).

2.2.2. Identificación de los registros

Un primer paso fue confirmar la identidad de los registros recopilados. Con este fin se usaron cuatro metodologías complementarias:

Identificación mediante características externas. Fue la forma más frecuente, tanto para las observaciones directas y otro tipo de evidencias (fotografías y videos), como para el material preservado en colecciones científicas. La identificación se apoyó en descripciones de los taxones y en fotografías o ilustraciones disponibles en distintas fuentes (e.g. Defler, 2004; Marsh, 2014; Mittermeier et al., 2013; Tirira, 2017).

Identificación mediante el registro de cantos. Una técnica complementaria a los registros de campo fue la identificación de cantos, algo que para la mayoría de las especies de primates es posible realizar debido a los particulares sonidos que emiten. Esta técnica se empleó cuando no fue posible un avistamiento directo y en ocasiones solo para confirmar la presencia de primates, pues en ciertos grupos (e.g. *Leontocebus*, *Cebus*, *Pithecia* y *Lagothrix*) no fue posible una identificación específica. Como material de apoyo se utilizó Emmons et al. (1998).

Identificación de cráneos. Durante el trabajo de campo y en las revisiones del material depositado en colecciones científicas con frecuencia se encontraron cráneos no identificados. Para confirmar la identidad de este material se recurrió a la comparación con material verificado o con cráneos que estaban asociados a pieles que garantizaban su identidad.

Identificación mediante ADN. Se realizaron análisis genéticos para confirmar la identidad de material dudoso y que no existía otra forma de garantizar una identificación correcta. Este proceso constó de las siguientes etapas:

a. Extracción y amplificación de ADN

Se analizaron ocho muestras de primates, siete de *Aotus* y una de *Sapajus*, que provinieron de ejemplares cautivos (sangre) o almacenados en las colecciones del QCAZ y el INABIO (hígado preservado o piel seca) (tabla 2.1).

El ADN fue extraído en el laboratorio de Genética Molecular de la PUCE. Para la extracción se usó el protocolo de Bilton y Jaarola (1996). Se amplificó el gen Citocromo *b* (*Cyt-b*) con los *primers* MVZ05, MVZ16H y MVZ14. Las ampliaciones fueron secuenciadas en la compañía Macrogen Inc. (Seúl).

b. Análisis filogenético

Para el análisis se emplearon secuencias disponibles en otros trabajos, tanto para *Aotus* (Babb et al., 2011; Collura et al., s/f; Finstermeier et al., 2013; Hodgson et al., 2009; Lavergne et al., 2003; Menezes et al., 2010; Muniz et al., 2015; Ramírez-Chaves et al., 2020; Ribeiro et al., 2005), como *Sapajus* (Gherzi et al., 2015; Lavergne et al., 2003; Lima et al., 2017; Lynch-Alfaro et al., 2012). Como grupos externos se usaron especies de *Cebus* y otras de *Sapajus*. Las secuencias obtenidas fueron editadas y ensambladas en Geneious R11 [<https://www.geneious.com>] y alineadas con la herramienta CLUSTAL-W.

Tabla 2.1. Ejemplares utilizados en el análisis genético.

Género	Número de referencia	Localidad de origen	Condición
<i>Aotus</i>	MECN 5794	Morona Santiago, Shuim Manus	Estado silvestre
<i>Aotus</i>	MECN 6117	Zamora Chinchipe, Tundayme	Estado silvestre
<i>Aotus</i>	QCAZ 8984	Napo, Cosanga, San Isidro	Estado silvestre
<i>Aotus</i>	QCAZ 15249	Pastaza, PN Llanganates	Estado silvestre
<i>Aotus</i>	QKM 54045	Desconocido (Bioparque Amaru)	En cautiverio
<i>Aotus</i>	QKM 54046	Desconocido (Bioparque Amaru)	En cautiverio
<i>Aotus</i>	QKM 54047	“Zamora Chinchipe, valle de Nangaritzza” (Zoológico Tzanka-transferido al Bioparque Amaru)	En cautiverio
<i>Aotus</i>	S/N (Yanacocha)	Desconocida (Centro de Rescate Yanacocha)	En cautiverio
<i>Sapajus</i>	QKM 54048	Zamora Chinchipe, Los Encuentros (Zoológico Tzanka-transferido al Bioparque Amaru)	En cautiverio

Los modelos evolutivos fueron obtenidos con el programa PartitionFinder v. 1.1 (Lanfear et al., 2012). Se realizó una reconstrucción filogenética usando los criterios de Inferencia Bayesiana (IB) y Máxima Verosimilitud (MV). El IB (robustez del análisis filogenético) se realizó en el programa MrBayes v. 3.2.2 (Ronquist et al., 2012). El MV (análisis de ajuste de modelo) con el programa RAXML (Stamatakis, 2014). El soporte nodal se calculó con el algoritmo Bootstrapping (Pattengale et al., 2009).

c. Distancia genética

Se calculó la distancia genética intraespecífica entre los diferentes clados resultantes de los análisis de IB y MV. Se usó el programa MEGA X (Kumar et al., 2018) para calcular las distancias genéticas con base a la variación interespecífica de los clados obtenidos.

2.2.3. Validación

Además de confirmar la identificación y previo a los análisis siguientes, todos los registros que ingresaron en la base de datos fueron revisados para su validación, con esto se buscó evitar errores de ubicación y de temporalidad que pudieran afectar a los resultados. Los cuatro principales datos que se buscó verificar fueron: identidad taxonómica, localidad, altitud y año de registro.

Cuando no fue posible una identificación directa (por cualquiera de las técnicas antes indicadas), para que un registro sea validado, se tomó en cuenta al menos uno de los tres siguientes aspectos: (1) el registro fue realizado por una persona con experiencia en la identificación de primates; (2) el registro aparece publicado en un documento científico; y (3) el registro se encontraba dentro del área de distribución conocida para la especie.

Todas las localidades, altitudes y coordenadas fueron revisadas y confirmadas, incluso aquellas publicadas. Todas las coordenadas fueron representadas en el World Geodetic System 1984 (WGS 84) y transformadas para su visualización en sistema decimal.

Para la validación de las localidades se revisó información cartográfica del Ecuador en escala 1 : 50 000, 1 : 250 000 y 1 : 1 000 000 (IGM, 1997, 2013). Las localidades se representaron digitalmente para corroborar su ubicación en Google Maps (2020). Se buscó que los datos presenten un error de georreferenciación no superior a 2 km². La altitud fue recalculada con una precisión de cinco metros en base a las coordenadas de cada registro.

Los registros dudosos, ambiguos e inusuales, que no pudieron ser verificados o aquellos que incluyeron primates en cautiverio sin datos de origen fueron excluidos de los análisis.

2.2.4. Representatividad

El estudio se basó en una muestra de 5125 registros válidos de primates ecuatorianos (60 % del total ingresado); además, se incluyeron 3033 registros provenientes de otros países dentro del rango de distribución de los taxones, para un total de 8158 registros analizados.

Por familias y taxones. Dentro de los registros validados, el mayor porcentaje fue para la familia Atelidae (40 %), seguida de Cebidae (25 %), Callitrichidae (16 %), Pitheciidae (12 %) y Aotidae (7 %) (tabla 2.2). Las especies con más registros válidos correspondieron a Atelidae y Cebidae.

Por provincias. Se obtuvo reportes confirmados de la presencia de primates nativos en las 23 provincias del Ecuador continental; todas ellas, excepto Chimborazo, presentaron registros a partir de 1950 (tabla 2.3).

La provincia con el mayor número de registros validados fue Orellana (35 %); otra provincia con una importante cantidad de datos fue Sucumbios (19 %) (tabla 2.3), ambas en la Amazonía nororiental. En la región Costa, la provincia con el mayor número de registros fue Esmeraldas (8 %). Por el contrario, 11 provincias presentaron menos del 1 % de los registros válidos, para un acumulado de 60 registros (3 % del total de registros válidos del Ecuador) (tabla 2.3).

Por países. Dentro de los 8158 registros validados, el 63 % correspondieron a Ecuador (n = 5125) y el 37 % restante a otros siete países dentro del rango de distribución de los taxones analizados (n = 3033); entre ellos, el país que más aportó fue Colombia, con el 23 % (tabla 2.4).

En cuanto a la similitud de taxones, Perú comparte 18 taxones con Ecuador (82 %); sigue Colombia, con 16 taxones (73 %) y Brasil, con 10 (45 %). Los restantes países presentaron tres o menos taxones compartidos (tabla 2.4).

2.3. Sobre la taxonomía seguida

La taxonomía de los primates neotropicales ha sufrido numerosas modificaciones en las últimas décadas (De la Torre & Tirira, 2018a; Groves, 1993, 2001, 2005; Mittermeier et al., 2013; UICN, 2020);

Tabla 2.2. Número de registros ingresados y validados de los 22 taxones de primates analizados en el Ecuador.

Familia, taxón	Registros ingresados		Registros validados	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Familia Callitrichidae	1488	17.3	831	16.2
<i>Cebuella pygmaea</i>	315	3.7	184	3.6
<i>Leontocebus lagonotus</i>	319	3.7	138	2.7
<i>Leontocebus nigricollis graellsii</i>	505	5.9	273	5.3
<i>Leontocebus tripartitus</i>	349	4.1	236	4.6
Familia Cebidae	2128	24.8	1303	25.4
<i>Cebus aequatorialis</i>	304	3.5	182	3.6
<i>Cebus albifrons</i>	803	9.4	474	9.2
<i>Cebus capucinus capucinus</i>	78	0.9	51	1.0
<i>Sapajus apella</i>	98	1.1	61	1.2
<i>Saimiri cassiquiarensis macrodon</i>	845	9.8	535	10.4
Familia Aotidae	584	6.8	352	6.9
<i>Aotus lemurinus</i>	38	0.4	16	0.3
<i>Aotus vociferans</i>	546	6.4	336	6.6
Familia Pitheciidae	961	11.2	619	12.1
<i>Cheracebus lucifer</i>	68	0.8	47	0.9
<i>Plecturocebus discolor</i>	510	5.9	333	6.5
<i>Pithecia aequatorialis</i>	32	0.4	17	0.3
<i>Pithecia milleri</i>	82	1.0	66	1.3
<i>Pithecia napensis</i>	269	3.1	156	3.0
Familia Atelidae	3419	39.8	2020	39.5
<i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	883	10.3	598	11.7
<i>Alouatta seniculus</i>	825	9.6	483	9.4
<i>Ateles belzebuth</i>	478	5.6	271	5.3
<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>	294	3.4	205	4.0
<i>Lagothrix lagothricha lagothricha</i>	135	1.6	54	1.1
<i>Lagothrix lagothricha poeppigii</i>	804	9.4	409	8.0
Total	8580	100.0	5125	100.0

varios cambios han sido debatidos y no siempre aceptados por determinados investigadores o grupos de trabajo (e.g. Gutiérrez & Marinho-Filho, 2017; Ruiz-García et al., 2014; Ruiz-García, Sánchez-Castillo, et al., 2018). En el presente estudio se siguió la taxonomía propuesta en la *Lista oficial de mamíferos del Ecuador* (Tirira, Brito, et al., 2020), que a su vez se basa en sugerencias taxonómicas del Grupo de Especialistas de Primates (Primates Specialist Group) y de la Comisión de Supervivencia de Especies (Species Survival Commission) de la UICN (Tirira, De la Torre, et al., 2018a; UICN, 2020).

A lo largo del documento, los taxones son presentados en orden alfabético dentro de cada nivel taxonómico inferior de acuerdo con las familias o subfamilias de pertenencia y en el siguiente orden: Callitrichidae, Cebidae (Cebinae, Saimiriinae), Aotidae, Pitheciidae (Callicebinae, Pitheciinae) y Atelidae (Alouattinae, Atelinae) (Mittermeier et al., 2013) (tabla 1.1).

Tabla 2.3. Número de registros validados de primates según la provincia de origen del registro.

Provincia	Región	Taxones registrados			Registros validados	Porcentaje
		< 1950	1950–2020	Total		
Azuay	Costa	0	2	2	22	0.4
Bolívar	Costa	0	1	1	2	0.0
Cañar	Costa	0	1	1	2	0.0
Carchi	Costa	0	3	3	17	0.3
Chimborazo	Costa	2	0	2	2	0.0
Cotopaxi	Costa	0	2	2	20	0.4
El Oro	Costa	2	2	2	52	1.0
Esmeraldas	Costa	2	4	4	390	7.6
Guayas	Costa	2	3	3	81	1.6
Imbabura	Costa	3	3	3	57	1.1
Loja	Costa	0	1	1	18	0.4
Los Ríos	Costa	3	3	3	18	0.4
Manabí	Costa	2	3	3	213	4.2
Morona Santiago	Amazonía	7	10	10	341	6.7
Napo	Amazonía	9	11	11	265	5.2
Orellana	Amazonía	13	13	13	1781	34.8
Pastaza	Amazonía	10	13	13	557	10.9
Pichincha	Costa	3	3	3	96	1.9
Santa Elena	Costa	2	2	2	39	0.8
Santo Domingo de los Tsáchilas	Costa	2	3	3	7	0.1
Sucumbíos	Amazonía	9	14	14	965	18.8
Tungurahua	Amazonía	3	4	4	13	0.3
Zamora Chinchipe	Amazonía	0	7	7	167	3.3
Total	-	20	22	22	5125	100.0

Tabla 2.4. Número de registros validados de los 22 taxones de primates analizados según el país de origen del registro.

País	Taxones en común con Ecuador	Taxones incluidos en los análisis	Registros validados	
			Número	Porcentaje
Bolivia	3	1	5	0.1
Brasil	10	8	24	0.3
Colombia	16	16	1862	22.8
Costa Rica	1	1	32	0.4
Ecuador	22	22	5125	62.8
Panamá	3	2	217	2.7
Perú	18	18	875	10.7
Venezuela	3	3	18	0.2
Total	22	22	8158	100.0



Saimiri cassiquiarensis macrodon (foto de Diego Tirira)

Capítulo III: Primates del Ecuador: un análisis de diversidad

Capítulo III: Primates del Ecuador: un análisis de diversidad

3.1. Resumen

Se confirmó la presencia de 21 especies y 22 taxones de primates para el Ecuador, correspondientes a 12 géneros y cinco familias; en adición, existe la sospecha de que otros cinco taxones podrían estar presentes, con lo cual, la riqueza potencial de primates del país podría alcanzar los 27 taxones. La riqueza ahora conocida ubica al Ecuador como el quinto país neotropical con el mayor número de especies confirmadas. Las áreas de mayor riqueza se concentran en la Amazonía centro del país, con la simpatria de hasta 12 taxones en el norte de la provincia de Pastaza. La mayor riqueza de primates también se congrega en el piso zoogeográfico Tropical Oriental (17 taxones) y en tres unidades biogeográficas en el nororiente del país (cada una con 14 taxones); de igual manera, esta zona agrupa a las cuatro provincias con la mayor riqueza de primates; entre ellas, Sucumbíos destaca con 14 taxones confirmados. De acuerdo con las áreas protegidas, las más ricas en primates son el PN Yasuní y la RE Cofán-Bermejo, cada una con 11 taxones. Otras áreas protegidas con un alto número de primates son la RPF Cuyabeno, la RB Limoncocha y la mayoría de aquellas presentes en las estribaciones centro y nororientales de los Andes. El análisis de Jaccard, para conocer la similitud entre los distintos escenarios, muestra que la mayor similitud ocurre entre escenarios cercanos, con unas pocas excepciones que son discutidas. El análisis de abundancia identificó que los registros de primates no son consistentes y que pueden variar entre distintas localidades y provincias de país: nueve taxones resultaron ser abundantes en distintos escenarios y otros 12 fueron raros. También se analizó la posible presencia de otros 19 taxones de primates que han sido mencionados como presentes en el Ecuador, pero que en realidad corresponden a errores, principalmente de ubicación geográfica o de colección.

3.2. Introducción

Biodiversidad, en un contexto biogeográfico, es definida como “*species richness and relative species abundance in space and time*” (Hubbell, 2001). En este caso, *species richness* es el número de especies presente en un espacio geográfico definido y en un tiempo dado; y *relative species abundance* se refiere a la abundancia o la rareza de las especies presentes en ese espacio y tiempo (Hubbell, 2001).

La diversidad biológica de un paisaje se representa en dos aspectos: riqueza (diversidad alfa) y recambio de especies (diversidad beta) (Whittaker, 1972). La diversidad alfa comprende el número

de especies presentes en un sitio; la diversidad beta se refiere a la diferencia o la similitud existente en la composición de especies entre dos sitios A y B (Whittaker, 1972). Ambos componentes son importantes para entender cómo se distribuye la diversidad en el espacio y sirven para comprender la biogeografía de un grupo de especies y las oportunidades y desafíos ecológicos que han encontrado durante su diversificación (Maestri & Patterson, 2016). Tanto la riqueza como la tasa de recambio proporcionan información relevante para la planificación de actividades de conservación, como la identificación de áreas que deberían ser consideradas como prioritarias dada su alta riqueza de especies o su singularidad (McKnight et al., 2007).

Un tercer componente en la diversidad biológica de un paisaje es la riqueza total de especies, denominada como diversidad gamma (Whittaker, 1972), que es la más conocida de las tres y, en el caso de los mamíferos del Ecuador, es actualizada de forma periódica (e.g. Tirira, 2007, 2017; Tirira, Brito, et al., 2020, 2021); mientras que las diversidades alfa y beta han sido poco estudiadas.

En el presente capítulo se busca comprender esta diversidad y analizar cómo se distribuye en las diferentes regiones, provincias y áreas protegidas del Ecuador. También se busca determinar las áreas o los taxones en donde se requieren estudios para encontrar posibles nuevas especies o añadir nuevos taxones a la fauna del país.

3.2.1. Reconstrucción histórica de la riqueza de primates en el Ecuador

A lo largo de la historia numerosas publicaciones han aportado al conocimiento de los primates del Ecuador, desde reportes anecdóticos que aparecieron entre los siglos XVI y XVIII hasta los primeros listados de especies, la descripción de nuevos taxones para la ciencia, varias revisiones taxonómicas y cientos de contribuciones a distinta escala y en numerosos aspectos que han enriquecido el conocimiento que ahora tenemos sobre los primates del país (Tirira, 2000, 2021b). A continuación, se presenta una revisión de esta información y se reconstruye el proceso de cómo se incrementó la riqueza de primates en el Ecuador (tabla 3.1, figura 3.1).

La primera publicación que comenta sobre este grupo de mamíferos en el actual Ecuador corresponde al cronista español Pedro Cieza de León y su obra *Crónica del Perú* (1553: 158), en donde relata que la isla Puná “tiene [...] grandes florestas y arboledas [...] y asimismo hay en ellos [...] monos [...] y otros muchos animales.” Esta información, aparte de ser la más antigua escrita sobre primates del actual Ecuador, tiene la particularidad de mencionar la presencia de estos mamíferos en un lugar en donde en la actualidad no habitan (Tirira, 2017).

La isla Puná, en el golfo de Guayaquil, está separada del continente por una distancia de entre 300 y 1200 m; además, en Sudamérica, se conoce de otros casos de primates que alcanzaron islas continentales, como *Sapajus apella*, en la isla Margarita, Venezuela (Linares, 1998), *Cebus albifrons* y *Alouatta arctoidea*, en la isla de Trinidad, Trinidad y Tobago (Rylands & Mittermeier, 2013c, 2013a); y *Cebus capucinus*, en la isla Gorgona, Colombia (Rylands & Mittermeier, 2013c). Aunque poco se

Tabla 3.1. Reconstrucción histórica de la riqueza de primates del Ecuador.

Taxón	Primer reporte sospechado	Primer reporte confirmado	Primer uso de nomenclatura científica	Primera localidad confirmada
<i>Cebuella pygmaea</i>	Cicala (1771)	Osculati (1850)	Osculati (1850): <i>Midas pygmaeus</i>	Osculati (1850)
<i>Lentocebus lagonotus</i>	De Velasco (1789)	Osculati (1850)	Osculati (1850): <i>Mydas leoninus</i>	Jiménez de la Espada (1870)
<i>Lentocebus nigricollis graellsii</i>	De Velasco (1789)	Lönnberg (1913)	Lönnberg (1913): <i>Midas graellsii</i>	Napier (1976)
<i>Lentocebus tripartitus</i>	Tobar (1876)	Milne-Edwards (1878)	Milne-Edwards (1878): <i>Midas tripartitus</i>	Thorington (1988)
<i>Cebus aequatorialis</i>	Cieza de León (1553)	Pucheran (1857)	Pucheran (1857): <i>Cebus chrysopus</i>	Festa (1903)
<i>Cebus albifrons</i>	-	Cicala (1771)	Cabrera (1900): <i>C[ebus] albifrons</i>	Cabrera (1900)
<i>Cebus capucinus capucinus</i>	-	Tobar (1876)	Tobar (1876): <i>Cebus capucinus</i>	Mena-Valenzuela y Ruiz (1997)
<i>Sapajus apella</i>	Cicala (1771)	Tobar (1876)	Tobar (1876): <i>[Cebus] Fatuellus</i>	Mena-Valenzuela (1997b)
<i>Saimiri cassiquiarensis macrodon</i>	-	Cicala (1771)	Sclater (1872): <i>Saimaris sciurea</i>	Thomas (1880)
<i>Aotus lemurinus</i>	-	Osman Hill (1960)	Osman Hill (1960): <i>Aotes trivirgatus lemurinus</i>	Freile y Santander (2005)
<i>Aotus vociferans</i>	De Velasco (1789)	Sclater (1872)	Sclater (1872): <i>Nyctipithecus lemurinus</i>	Thomas (1880)
<i>Cheracebus lucifer</i>	Cicala (1771)	Ulloa (1986)	Ulloa (1986): <i>Callicebus torquatus</i>	Ulloa (1986)
<i>Plecturocebus discolor</i>	Cicala (1771)	Thomas (1880)	Thomas (1880): <i>Callithrix cuprea</i>	Thomas (1880)
<i>Pithecia aequatorialis</i>	Herskovitz (1987)	Tirira (2017)	Tirira (2017): <i>Pithecia aequatorialis</i>	Tirira (2017)
<i>Pithecia milleri</i>	-	Herskovitz (1987)	Herskovitz (1987): <i>Pithecia m. monachus</i>	Herskovitz (1987)
<i>Pithecia napensis</i>	Cicala (1771)	Sclater (1872)	Sclater (1872): <i>Pithecia monachus</i>	Thomas (1880)
<i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	-	Cicala (1771)	Tobar (1876): <i>[Mycetes] Niger</i>	Festa (1903)
<i>Alouatta seniculus</i>	Cicala (1771)	Osculati (1850)	Cornalia (1850): <i>Mycetes chrysurus</i>	Cornalia (1850)
<i>Ateles belzebuth</i>	-	De Velasco (1789)	Osculati (1850): <i>Ateles belzebú</i>	Festa (1903)
<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>	-	De Ulloa y Juan (1748)	Sclater (1872): <i>Ateles fusciceps</i>	Lönnberg (1921)
<i>Ateles belzebuth</i>	-	De Velasco (1789)	Osculati (1850): <i>Ateles belzebú</i>	Festa (1903)
<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>	-	De Ulloa y Juan (1748)	Sclater (1872): <i>Ateles fusciceps</i>	Lönnberg (1921)
<i>Lagothrix lagothricha lagothricha</i>	De Velasco (1789)	Schlegel (1876)	Schlegel (1876): <i>Lagothrix humboldtii</i>	Fooden (1963)
<i>Lagothrix lagothricha poeppigii</i>	-	Cicala (1771)	Sclater (1872): <i>Lagothrix infumata</i>	Thomas (1880)

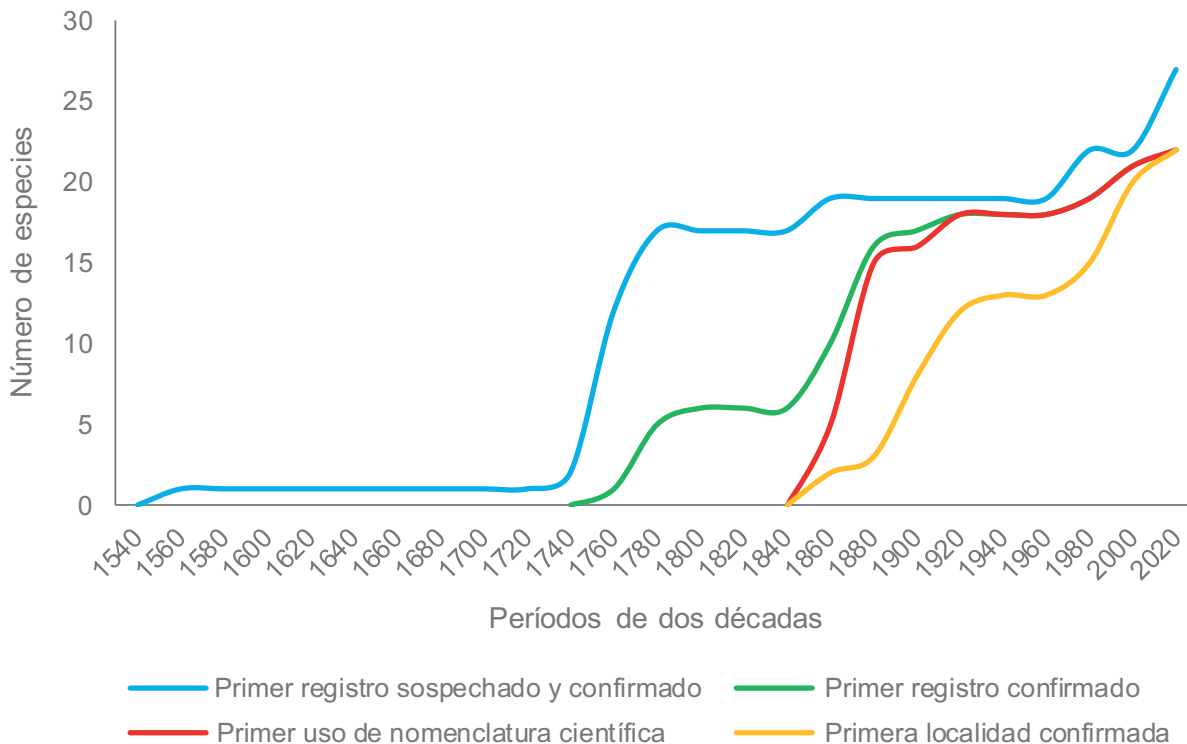


Figura 3.1. Curva de acumulación histórica de la riqueza de primates del Ecuador.

conoce sobre cómo llegaron estos primates a dichas islas, la separación que tienen del continente hace pensar que pudieron ser transportadas por indígenas (Linares, 1998). Esto hace posible que los primates que observó Cieza de León en la isla Puná quizá no eran silvestres y fueron transportados desde el continente.

Sobre la identidad de la especie, nada indica el autor que permita determinarla; sin embargo, en la parte continental, frente a la isla Puná, se sabe de la presencia de dos especies: *Cebus aequatorialis* y *Alouatta palliata*. Es probable que los primates que observó el cronista correspondan a la primera especie, pues a menudo es mantenida en cautividad (Tirira, 2013), a diferencia de la segunda, cuyos cuidados son más complejos y su manejo es menos frecuente (Cervera, Solórzano, et al., 2018; Fuentes, Alfonso-Cortes, Cervera, et al., 2018).

Unas décadas más tarde, el sacerdote español José de Acosta, en su obra *Historia moral y natural de las Indias* (1590), comenta alguna información sobre primates, aunque ninguna específica para el actual Ecuador, pues describe de forma general sus observaciones por los territorios que transitó. En el capítulo XX del libro Tercero, “De las propiedades de la tierra del Perú” menciona: “En los Andes se crían monos y micos muchos y muy graciosos [...]”; mientras que en el capítulo XXXIX del libro Cuarto, “De los micos ó monos de Indias” comenta sobre al menos cinco especies de primates y narra algunas de sus características.

Ninguna información adicional sobre los primates del actual Ecuador se publicó en los siguientes 150 años (Tirira, 2020a), hasta la primera mitad del siglo XVIII, cuando arribaron a la ciudad de

Quito los miembros de la Misión Geodésica Francesa, un proyecto del Reino de Francia para medir la distancia de un grado de latitud en el ecuador y comprobar la forma del planeta (Ferreiro, 2011). El líder de esta expedición, el geógrafo Charles Marie de La Condamine, publicó en París la *Relation abrégée d'un voyage fait dans l'intérieur de l'Amérique Méridionale* [Relación abreviada de un viaje hecho por el interior de la América meridional] (1745), en donde narra sus observaciones y anécdotas de viaje. Sobre los primates tiene limitada información y es poco específico en sus datos, aunque destaca la riqueza de especies que observó en su travesía por el río Amazonas, de regreso a Europa: “he visto tantos [monos] y he oído hablar de tantas especies diferentes, que su sola enumeración sería larga”. En el texto además dedica algunas líneas a la descripción de los monos tamarines (género *Leontocebus*).

Otros miembros de esta expedición fueron los españoles Antonio de Ulloa y Jorge Juan, quienes a su regreso a Madrid publicaron su *Relación histórica del viaje hecho de orden de su Majestad a la América Meridional* (1748). En sus páginas mencionan que durante su viaje de Guayaquil a Guaranda, en el sector de Caracol, al noreste de Babahoyo, observaron “cantidad de Monos [...] entre ellos [...] una especie, que llaman Marimondas: son tan grandes, que quando se ponen en dos pies, tienen de alto vara , y media [123 centímetros], ò mas; el color de su Pelo es negro , y en todo son muy feos...” [sic], e indican que es común. Su descripción permitió confirmar, por primera vez, la presencia de una especie de primate para el Ecuador, el mono araña *Ateles fusciceps*; además, los autores documentan su presencia en una zona en donde en la actualidad la especie ha desaparecido (véase capítulo IV); también señalan que era abundante, contrario a su estado actual, al ser una de las 25 especies de primates más amenazadas del planeta (Schwitzer et al., 2017).

El siglo XVIII ofreció otras contribuciones que documentaron varias especies de primates (tabla 3.1). Aunque la información es anecdótica y no emplearon taxonomía binomial, para muchas de sus descripciones ha sido posible determinar a qué especies hacían referencia. El primero de estos documentos corresponde al sacerdote italiano Mario Cicala, quien escribió dos volúmenes intitulados *Descripción histórica de la provincia de Quito de la Compañía de Jesús* (1771). El autor dedicó una sección a “los simios” en donde describió nueve formas (tabla 3.2).

Años más tarde, el sacerdote Juan de Velasco, nativo del actual Ecuador, escribió su obra *Historia Natural del Reino de Quito en la América meridional* (1789). Los primates aparecen dentro del capítulo que denominó “Cuadrúpedos menores de diversas clases”. En sus páginas indica conocer hasta 30 especies de primates, pero solo nombra a 17, entre ellas incluyó a un carnívoro. Aunque la información que provee es escasa y algo confusa, para la mayoría ha sido posible determinar la identidad de las especies a las que hizo referencia (tabla 3.2).

Para fines del siglo XVIII, la evidencia confirma la presencia de seis especies de primates en el actual Ecuador y la sospecha de otras 11, para un total de 17 taxones (figura 3.1), aunque ninguna había sido nombrada con nomenclatura científica ni tampoco se disponía de localidades específicas de los registros.

Tabla 3.2. Diferentes clasificaciones de los primates del Ecuador a partir del siglo XVIII.

No.	Taxonomía actual	Cicala (1771)	De Velasco (1789)	Tobar (1876)	Festa (1903)	Elliot (1912a, b)	Hill (1957, 1960, 1962)	Albuja (1991)	Groves (2005)	Mittermeier et al. (2013)
1	<i>Cebuella pygmaea</i>	Simio verde*	Pishco cushillo*, chichico verde	-	<i>Hapale pygmaeus</i>	-	<i>C[ebuella] p[ygmaea] pygmaea</i>	<i>Cebuella pygmaea</i>	<i>Callithrix pygmaea pygmaea</i>	<i>C[ebuella] p[ygmaea] pygmaea</i>
2	<i>Leontocebus lagonotus</i>	-	Chichico colorado oscuro*	<i>M[idas] Nigrifrons</i>	? <i>Hapale melanura</i> <i>Midas illigeri</i> <i>Midas lagonotus</i> <i>Midas leonina</i>	<i>Leontocebus apiculatus</i> , <i>Leontocebus illigeri</i> , <i>Leontocebus nigrifrons</i>	<i>Tamarinus illigeri lagonotus</i>	<i>Saguinus fuscicollis</i>	<i>Saguinus fuscicollis lagonotus</i>	<i>Saguinus lagonotus</i>
3	<i>Leontocebus nigricollis graellsii</i>	-	Chichico pardo negro, pinche ² , pinchi*	<i>M[idas] Rufimanus*</i>	<i>Midas graellsii</i> <i>Midas mystax*</i>	<i>Leontocebus graellsii</i> , <i>Leontocebus nigricollis</i>	<i>Tamarinus graellsii</i>	<i>Saguinus nigricollis</i>	<i>Saguinus graellsii</i> , <i>Saguinus nigricollis</i>	<i>S[aguinus] n[nigricollis] graellsii</i>
4	<i>Leontocebus tripartitus</i>	-	-	<i>H[apale] Labiata*</i>	<i>Midas tripartitus</i>	<i>Leontocebus tripartitus</i>	<i>Tamarinus tripartitus</i>	<i>Saguinus tripartitus</i>	<i>Saguinus tripartitus</i>	<i>Saguinus tripartitus</i>
5	<i>Cebus aequatorialis</i>	Simio machin ¹	-	<i>C[ebus] Albifrons</i>	<i>Cebus albifrons</i> <i>Cebus flavescens cuscinus</i>	-	<i>Cebus albifrons aequatorialis</i>	<i>Cebus albifrons</i>	<i>Cebus albifrons aequatorialis</i>	<i>Cebus aequatorialis</i>
6	<i>Cebus albifrons</i>	Simio machin ¹	Yurac maqui, mico pardo	-	<i>Cebus albifrons</i> <i>Cebus flavescens cuscinus</i> <i>Cebus capucinus*</i>	-	<i>Cebus albifrons yuracus</i>	<i>Cebus albifrons</i>	<i>Cebus albifrons cuscinus</i>	<i>Cebus yuracus</i>
7	<i>Cebus capucinus capucinus</i>	-	-	<i>[Cebus] Capucinus</i>	-	-	-	<i>Cebus capucinus</i>	<i>Cebus capucinus</i>	<i>C[ebus] c[apucinus] capucinus</i>
8	<i>Sapajus apella</i>	Simio castaño más pequeño*	Mico grande*	<i>[Cebus] Fatuellus</i>	-	-	-	<i>Cebus apella</i>	<i>Cebus apella macrocephalus</i>	<i>Sapajus macrocephalus</i>

Tabla 3.2. Diferentes clasificaciones de los primates del Ecuador a partir del siglo XVIII (continuación).

No.	Taxonomía actual	Cicala (1771)	De Velasco (1789)	Tobar (1876)	Festa (1903)	Elliot (1912a, b)	Hill (1957, 1960, 1962)	Albuja (1991)	Groves (2005)	Mittermeier et al. (2013)
9	<i>Saimiri cassiquiarensis macrodon</i>	Simio fraile ² , simio hermano	Frailecito ² , mico pequeño*	<i>Ch[rysothrix] Sciurae</i>	<i>Chrysothrix sciurea</i>	<i>Saimiri macrodon</i> <i>Saimiri madeira</i>	<i>Saimiri sciurea macrodon</i>	<i>Saimiri sciureus</i>	<i>Saimiri sciureus macrodon</i>	<i>Saimiri macrodon</i>
10	<i>Aotus lemurinus</i>	-	-	-	-	-	<i>A[otes] t[rivigatus] lemurinus</i>	<i>Aotus lemurinus</i>	<i>Aotus lemurinus</i>	<i>Aotus lemurinus</i>
11	<i>Aotus vociferans</i>	-	Usñaga*	<i>N[ycitipithecus] Trivirgatus</i>	<i>Nycitipithecus felinus</i>	<i>Aotus gularis</i> , <i>Aotus microdon</i>	<i>Aotes trivigatus microdon</i> , <i>Aotes trivigatus trivirgatus</i>	<i>Aotus trivirgatus</i>	<i>Aotus vociferans</i>	<i>Aotus vociferans</i>
12	<i>Cheracebus lucifer</i>	Simio monja*	-	-	-	-	-	<i>Callicebus torquatus</i>	<i>Callicebus lucifer</i>	<i>Callicebus lucifer</i>
13	<i>Plecturocebus discolor</i>	Simio monja*	Monja ²	-	<i>Callitrix cuprea</i>	<i>Callicebus cupreus</i> , <i>Callicebus leucometopa</i> , <i>Callicebus paenulatus</i>	<i>Callicebus cupreus leucometopus</i> , <i>Callicebus cupreus napoleon</i> <i>Callicebus cupreus paenulatus</i>	<i>Callicebus moloch</i>	<i>Callicebus discolor</i>	<i>Callicebus discolor</i>
14	<i>Pithecia aequatorialis</i>	-	-	-	<i>Pithecia monachus</i> ³	-	-	<i>Pithecia aequatorialis</i> ³	<i>Pithecia aequatorialis</i> ³	<i>Pithecia aequatorialis</i> ³
15	<i>Pithecia milleri</i>	-	-	-	-	-	<i>P[ithecia] m[onachus] milleri</i>	<i>Pithecia monachus</i>	<i>Pithecia monachus milleri</i>	<i>P[ithecia] m[onachus] milleri</i>
16	<i>Pithecia napensis</i>	Simio cabelludo*	Cachapaz*	<i>P[ithecia] Nigra</i> ⁴ , *	<i>Pithecia monachus</i>	<i>Pithecia monacha</i>	<i>P[ithecia] m[onachus] monachus</i>	<i>Pithecia monachus</i>	<i>Pithecia monachus monachus</i>	<i>P[ithecia] m[onachus] monachus</i>

Tabla 3.2. Diferentes clasificaciones de los primates del Ecuador a partir del siglo XVIII (continuación).

No.	Taxonomía actual	Cicala (1771)	De Velasco (1789)	Tobar (1876)	Festa (1903)	Elliot (1912a, b)	Hill (1957, 1960, 1962)	Albuja (1991)	Groves (2005)	Mittermeier et al. (2013)
17	<i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	Simio negro	Horro	[Mycetes] Niger	<i>Alouata nigra</i>	<i>Alouatta aequatorialis</i>	A[louatta] palliata aequatorialis	<i>Alouatta palliata</i>	<i>Alouatta palliata</i>	A[louatta] p[alliata] aequatorialis
18	<i>Alouatta seniculus</i>	Simio rojo*	Omeco	M[ycetes] Seniculus, [Mycetes] Ursinus	<i>Alouata seniculus</i>	-	<i>Alouatta seniculus</i>	<i>Alouatta seniculus</i>	<i>Alouatta seniculus seniculus</i>	A[louatta] s[eniculus] seniculus
19	<i>Ateles belzebuth</i>	-	Maquisapa ¹ , Marimonda ²	A[teles] Belzebuth, [Ateles] Ater	<i>Ateles variegatus</i>	<i>Ateles variegatus</i> , <i>Ateles paniscus</i>	A[teles] b[elzebuth] belzebuth	<i>Ateles belzebuth</i>	<i>Ateles belzebuth</i>	<i>Ateles belzebuth</i>
20	<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>	Simio negro	Maquisapa ¹ , Marimonda ²	[Ateles] Ater	<i>Ateles fuscipes</i>	<i>Ateles fusciceps</i>	A[teles] f[usciceps] fusciceps	<i>Ateles fusciceps</i>	<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>	A[teles] f[usciceps] fusciceps
21	<i>Lagothrix lagotricha lagotricha</i>	-	Yana maqui*	L[agothrix] Humboldtii	-	-	<i>Lagothrix lagotricha</i>	<i>Lagothrix lagotricha</i>	<i>Lagothrix lagotricha</i>	L[agothrix] l[agothricha] lagotricha
22	<i>Lagothrix lagotricha poeppigii</i>	Simio rojo y castaño	Choro ²	-	<i>Lagothrix infumata</i>	<i>Lagothrix infumata</i>	L[agothrix] c[ana] poeppigii	<i>Lagothrix lagotricha</i>	<i>Lagothrix poeppigii</i>	<i>Lagothrix poeppigii</i>
Número de taxones mencionados		9	18 ⁵	15 ⁶	20	19	21	19	23	21
Número de taxones de acuerdo con la taxonomía actual		12	15	14	16	11	18	22	22	22

* Indica que la taxonomía atribuida solo es sospechada debido a que la descripción o la información proporcionada no es clara o es ambigua.

¹ Nombre común que todavía es usado en el Ecuador.

² Nombre común que todavía es usado en la Amazonía de Colombia o Perú.

³ La inclusión de *Pithecia aequatorialis* por Festa (1903), Albuja (1991) y Mittermeier et al. (2013) se basa en un ejemplar recolectado en "La Coca" (Cabrera, 1900). La identificación de este ejemplar es correcta, pero no su localidad, pues esta especie habita 100 km más al sur (véase Tirira 2021b, y capítulo IV: Distribución), por lo que se presumen que este ejemplar fue recolectado en Perú (Marsh, 2014).

⁴ Existe ambigüedad en este nombre. *Pithecia nigra* es un sinónimo menor de *Chiropotes satanas*, una especie presente en la Amazonía oriental de Brasil. En este caso, es posible que el autor se quiso referir a una especie del género *Pithecia*; de las cuales, para aquella época, la única confirmada en el país era *P. monachus* (= *P. napensis*).

⁵ De Velasco (1789) mencionó un mamífero adicional dentro de las "especies de monos": "achuni", descripción que corresponde con *Nasua Nasua*, una especie de carnívoro (Procyonidae).

⁶ Tobar (1876) menciona una especie adicional de primate dentro de la fauna del Ecuador: *Midas Oedipus* (= *Saguinus oedipus*), taxón endémico del norte de Colombia.

La primera mitad del siglo XIX poco aportó a los primates del Ecuador. La única publicación en este período corresponde al explorador norteamericano Adrian Terry (1834), quien apenas dio información anecdótica sobre dos especies de la Costa (*C. aequatorialis* y *A. p. aequatorialis*). No así la segunda mitad del siglo, que contribuyó con más de una decena de publicaciones y confirmó la presencia de 17 especies de primates dentro de territorio ecuatoriano; de ellas, para ocho se mencionaron registros específicos de sus lugares de procedencia (figura 3.1).

La segunda mitad del siglo XIX también fue notoria en tres aspectos: (1) la aparición de las primeras publicaciones que usaron nomenclatura científica para referirse a varias especies de primates ecuatorianos, entre ellas la primera corresponde al explorador italiano Gaetano Osculati (1850), quien hizo referencia a tres especies (tabla 3.1); (2) la descripción de las primeras tres especies de primates ecuatorianos (tabla 3.3): *Ateles fusciceps* Gray, 1865; *Midas lagonotus* Jiménez de la Espada, 1870 y *Midas tripartitus* Milne-Edwards, 1878; y (3) la publicación de la primera lista de mamíferos del Ecuador (Tobar, 1876), la cual incluyó 15 especies de primates, que en la actualidad corresponden a 14 taxones válidos (tabla 3.2).

La primera mitad del siglo XX trajo importantes avances en el conocimiento de la riqueza de los primates ecuatorianos (figura 3.1), que incluyeron la descripción de 13 nuevos taxones (ocho especies y cinco subespecies) (tabla 3.3), la publicación de varios listados y registros (e.g. Festa, 1903; Lönnberg, 1913, 1921, 1922) y las primeras revisiones taxonómicas (Elliot, 1912a, 1912b). Para este período se conocía de la presencia de 18 taxones de primates en el Ecuador, pero solo para 13 se disponía de registros específicos que lo confirmen (figura 3.1).

La segunda mitad del siglo XX ofreció nuevas revisiones taxonómicas (e.g. Hershkovitz, 1977; Hill, 1957, 1960, 1962), actualizaciones en las listas de especies (Albuja V., 1991; Tirira, 1999) y numerosos registros de presencia (e.g. Albuja V., 1994; De la Torre, 1996; Mena-Vásconez et al., 1997; Ulloa, 1986). Para fines de siglo, la riqueza de primates conocida en el Ecuador alcanzaba los 21 taxones (95 % de los actualmente reconocidos) (Tirira, 1999) (figura 3.1).

Las primeras dos décadas del siglo XXI han ofrecido numerosas contribuciones taxonómicas, muchas generales para el orden Primates (Groves, 2001, 2005; Mittermeier et al., 2013) o específicas para ciertos grupos (e.g. Lynch-Alfaro et al., 2015; Marsh, 2014; Ruiz-García et al., 2014; Ruiz-García, Sánchez-Castillo, et al., 2018; Rylands et al., 2011; van Roosmalen et al., 2002), trabajos que han modificado en varias ocasiones la riqueza y nomenclatura de las especies ecuatorianas, en particular para los géneros *Leontocebus*, *Cebus*, *Pithecia* y *Lagothrix*. Durante este período se confirmó la presencia de *Pithecia aequatorialis* (Tirira, 2017), con lo cual se completaron los 22 taxones de primates del Ecuador que han sido analizados en el presente estudio. De forma adicional, un nuevo taxón fue validado en abril de 2021, pero no incluido dentro de los análisis debido a que la escritura de esta tesis se encontraba en su fase final; se trata de *Cebuella niveiventris*, que validó las poblaciones de *C. pygmaea* presentes al sur del río Napo (Porter et al., 2021).

Tabla 3.3. Orden cronológico de los primates descritos con localidad tipo¹ en Ecuador.

Taxones descritos	Taxonomía actual	Material tipo
<i>Ateles fusciceps</i> Gray, 1865	<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>	Holotipo ² (NHMUK 1855.12.24.35) ³
<i>Midas lagonotus</i> Jiménez de la Espada, 1870	<i>Leontocebus lagonotus</i>	Dos sintipos ⁴ (NHMUK 1925.7.1.1, MNCN 2161) ⁵
<i>Midas tripartitus</i> Milne-Edwards, 1878	<i>Leontocebus tripartitus</i>	Holotipo (MNHN MO 1877-562)
<i>C[allithrix] cuprea leucometopa</i> Cabrera, 1900	<i>Plecturocebus discolor</i>	Dos sintipos (MNCN 2160 y 2225)
<i>Alouata aequatorialis</i> Festa, 1903	<i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	Cuatro sintipos (MRSN 4686, 4688, 4692 y 4693)
<i>Midas apiculatus</i> Thomas, 1904	<i>Leontocebus lagonotus</i>	Holotipo (NHMUK 1880.5.6.25) y dos paratipos ⁶ (NHMUK 1880.5.6.23–24)
<i>Saimiri macrodon</i> Elliot, 1907	<i>Saimiri cassiquiarensis macrodon</i>	Holotipo (NHMUK 1880.5.6.15)
<i>Aotus gularis</i> Dollman, 1909	<i>Aotus vociferans</i>	Holotipo (NHMUK 1900.6.3.1)
<i>Aotus microdon</i> Dollman, 1909	<i>Aotus vociferans</i>	Holotipo (NHMUK 1872.4.30.4)
<i>Callicebus paenulatus</i> Elliot, 1909	<i>Plecturocebus discolor</i>	Holotipo (NHMUK 1880.5.6.14)
<i>Alouatta inclamax</i> Thomas, 1913	<i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	Holotipo (NHMUK 1880.5.6.2)
<i>Alouatta palliata quichua</i> Thomas, 1913	<i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	Holotipo (NHMUK 1913.10.24.1) y un paratipo (NHMUK 1913.10.24.5)
<i>Cebus aequatorialis</i> J. A. Allen, 1914	<i>Cebus aequatorialis</i>	Holotipo (AMNH 34273)
<i>Callicebus cupreus napoleon</i> Lönnberg, 1922	<i>Plecturocebus discolor</i>	Dos sintipos (NRM 611920 y 611921)
<i>Pithecia monachus napensis</i> Lönnberg, 1938	<i>Pithecia napensis</i>	Holotipo (NRM 601921)
<i>Cebus albifrons yuracus</i> Hershkovitz, 1949	<i>Cebus albifrons</i>	Holotipo (FMNH 41493) y tres paratipos (FMNH 31115–31117)
Otros taxones		
<i>Midas graellsii</i> Jiménez de la Espada, 1870	<i>Leontocebus nigricollis graellsii</i>	Dos sintipos de Perú ⁷
<i>Saimiri madeirae</i> Thomas, 1908	<i>Saimiri ustus</i>	Holotipo en Brasil ⁸

¹ Localidad tipo: Localidad en donde se recolectó el ejemplar tipo usado para la descripción de un taxón.

² Holotipo: Ejemplar único elegido para describir un taxón.

³ Gray (1865) no mencionó localidad ni país de procedencia del ejemplar tipo de *Ateles fusciceps*. Kellogg y Goldman (1944) restringieron la localidad tipo a “Hacienda Chinipamba, near Peñaherrera (west of Ibarra), Intag District, Imbabura Province”.

⁴ Sintipo: Es uno de dos o más ejemplares que juntos sirvieron para la descripción de un taxón y ninguno fue elegido como holotipo. Sinónimo de cotipo.

⁵ Tirira (2018b) propone que a este ejemplar como lectotipo (espécimen seleccionado a partir de una serie de sintipos y que tiene rango de holotipo).

⁶ Paratipo: Todo ejemplar mencionado en una descripción junto a un holotipo, aunque no se lo describa, siempre que el autor de esa descripción lo hubiera visto y así lo indique en la publicación (Cabrera, 1912a).

⁷ La descripción original indica que los ejemplares fueron recolectados en dos localidades del Ecuador, las que en la actualidad se encuentran en territorio peruano (Tirira, en prensa).

⁸ La revisión taxonómica de Elliot (1912b) indica que la localidad tipo de esta especie se encuentra en Ecuador, cuando su ubicación correcta está en Brasil (Groves, 2005).

3.3. Métodos

Para el estudio propuesto sobre la diversidad de primates en el Ecuador se realizaron diferentes análisis para taxones de presencia confirmada y taxones probables.

3.3.1. Taxones de presencia confirmada

La diversidad de primates se presenta en función de la riqueza y la abundancia relativa de las especies (Hubbell, 2001). La primera solo considera el número de especies (o taxones) en un espacio geográfico y un tiempo dado; mientras que la segunda se refiere a la abundancia o la rareza de las especies en ese espacio (Hubbell, 2001).

La riqueza de primates se presenta en el contexto regional y local. En el primer caso se buscó conocer y comparar la riqueza del Ecuador dentro de la región Neotropical; con este objetivo, se levantó un listado con todas las especies de primates presentes en el neotrópico (Henao-Díaz et al., 2020; Linares, 1998; Marsh, 2014; Mercado & Wallace, 2010; Mittermeier et al., 2013; Pacheco et al., 2020; UICN, 2020). También se levantó información sobre la riqueza de primates en comunidades independientes dentro de la región para compararlas con las comunidades de mayor riqueza del país.

El análisis de riqueza en el contexto local se basó en los tres componentes de la biodiversidad: alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972). La **diversidad gamma** se entiende como la riqueza de especies de un conjunto de comunidades dentro un paisaje (Whittaker, 1972), en este caso, el Ecuador. Se trabajó con mapas binarios de extensión de presencia y de distribución potencial efectiva (DPE) generados para los 22 taxones de primates. Los 22 polígonos fueron sobrepuestos entre sí para obtener una sumatoria que permita identificar la distribución de esta riqueza. Más información sobre cómo se generaron los mapas se indica en el Capítulo IV: Actualización de la distribución geográfica.

La **diversidad alfa**, que comprende la riqueza de especies de una comunidad en particular que es considerada homogénea (Whittaker, 1972), fue analizada en función de cuatro escenarios: pisos zoogeográficos (Albuja V. et al., 2012; Tirira, 2017), unidades biogeográficas (MAE, 2013b), división política provincial (IGM, 2013) y áreas protegidas nacionales (MAAE, 2020). Las capas utilizadas fueron descargadas de los portales de IGM (2013) y MAAE (2020).

La **diversidad beta** comprende el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades (Whittaker, 1972), o también interpretada como la probabilidad, en función de la distancia, de que dos individuos correspondan a una misma especie (Rosindell et al., 2011). Esta diversidad fue analizada para los distintos escenarios presentados con el índice de similitud de Jaccard (I_j) (Villarreal et al., 2006). Este índice se basa en el número de especies presentes en una comunidad y relaciona la cantidad de taxones compartidos en dos comunidades (Villarreal et al., 2006). El rango de valores del índice va de cero (0), cuando no hay especies compartidas, a uno (1), cuando dos sitios comparados comparten las mismas especies (Moreno, 2001); por lo tanto, un

valor 1 corresponde a una similitud del 100 %. Los resultados del índice de Jaccard se presentan en diagramas de conglomerados.

La abundancia de primates se evaluó con el 100 % de los registros validados (N = 5125), con análisis de abundancia absoluta (diagrama de barras) y relativa (curva de rango-abundancia o curva de Whittaker en función del logaritmo de base 10 (log-10)), que calcula la proporción que cada taxón tuvo dentro de la muestra (Magurran, 1988). Este análisis permite identificar los taxones abundantes y raros; en particular, destaca aquellas especies que por su escasa representatividad podrían ser consideradas más sensibles a perturbaciones ambientales y, por lo tanto, definir hacia donde se deben enfocar esfuerzos de investigación o conservación (Magurran, 2004).

3.3.2. Taxones de presencia probable

Se levantó información sobre los taxones de primates no incluidos en la listado oficial de mamíferos del Ecuador (Tirira, Brito, et al., 2020), pero de los cuales existía algún tipo de información o registro que indicaba su presencia en territorio ecuatoriano, sea en fuentes bibliográficas, en ejemplares preservados en museos y colecciones científicas o mantenidos en cautiverio; también se incluyeron en este análisis taxones que habitan en los países vecinos (Colombia y Perú) y cuya presencia, dada la cercanía, podría ser esperada en el país. Para conocer si estos taxones habitan o pueden estar presentes en el Ecuador se partió de la revisión de mapas de distribución (Defler, 2004; Mittermeier et al., 2013; UICN, 2020) y se analizó la existencia de barreras naturales que pudieran limitar su presencia en territorio ecuatoriano.

Se seleccionaron ocho taxones de presencia esperada en el Ecuador (tabla 3.4), considerados como aquellos cuya distribución llegaba hasta la frontera del país (según mapas de la UICN, 2020) o se ubicaba a menos de 200 km de distancia y no existían barreras físicas evidentes. Para estos taxones se desarrolló un modelamiento de nicho ecológico (MNE) con el algoritmo Maxent (más detalles sobre este análisis se indica en el capítulo IV: Actualización de la distribución geográfica). Para el efecto, se levantó una base de datos con información de distintas fuentes, aunque principalmente aportaron los

Tabla 3.4. Taxones de primates de presencia probable en el Ecuador y número total de registros obtenidos y analizados.

Familia	Taxón	Registros obtenidos	Registros validados
Callitrichidae	<i>Callimico goeldii</i>	249	31
	<i>Leontocebus fuscus</i>	47	21
	<i>Leontocebus nigricollis nigricollis</i>	93	30
Aotidae	<i>Aotus nancymae</i>	91	40
	<i>Aotus zonalis</i>	73	47
Pitheciidae	<i>Cheracebus medemi</i>	31	9
	<i>Pithecia hirsuta</i>	35	27
Atelidae	<i>Lagothrix lagothricha lugens</i>	122	66
	Total	741	271

registros de Defler (2020), GBIF (2020) e iNaturalist (2020). En total, para estos taxones probables se obtuvieron 741 registros; de ellos, una vez que fueron revisados y validados, en los análisis de MNE se emplearon 271 registros (38 %) (tabla 3.4).

Una vez que el MNE definió las zonas de mayor idoneidad de hábitat para los ocho taxones de presencia esperada se realizaron visitas a dichas zonas del país para confirmar su presencia. En los estudios de campo, efectuados entre 2017 y 2020, se emplearon dos metodologías: búsqueda directa y entrevistas a pobladores locales. Este análisis se completó con la revisión de las barreras naturales que pudieran limitar su distribución en el país, la búsqueda de información taxonómica, la consulta con especialistas y los resultados de los análisis genéticos antes indicados (capítulo II).

Todos los análisis espaciales y geográficos se realizaron con el programa ArcGIS 10.6.1; los análisis estadísticos se efectuaron en el programa SPSS Statistics 22; las curvas y varios cálculos se efectuaron en Excel.

3.4. Resultados

3.4.1. Taxones de presencia confirmada

Riqueza dentro de la región Neotropical. Se confirmó la presencia de 21 especies y 22 taxones de primates en el Ecuador, que corresponden a 12 géneros y cinco familias. Esta riqueza comprende un 12 % de las 171 especies de primates neotropicales, a pesar de que la superficie del país apenas representa un 1 % de la región. Esta riqueza coloca al Ecuador en el quinto lugar dentro de los países con el mayor número de especies en el neotrópico (tabla 3.5).

El país con la mayor riqueza de primates en el neotrópico, y el dominante absoluto dentro de este orden de mamíferos, fue Brasil (figura 3.2), con el 74 % de la riqueza total. Los países vecinos a

Tabla 3.5. Lista de los 10 países neotropicales con la mayor riqueza de primates.

Puesto	País	Superficie (km ²)	Número de			Especies endémicas
			Familias	Géneros	Especies	
1	Brasil	8 515 000	5	22	126	75
2	Perú	1 285 000	5	15	43	8
3	Colombia	1 140 000	5	15	37	9
4	Bolivia	1 100 000	5	14	23	1
5	Ecuador	255 000	5	12	21	0
6	Venezuela	915 000	5	11	20	3
7	Guyana	214 969	4	8	10	0
8	Surinam	163 270	4	8	9	0
8	Guayana Francesa	91 312	4	8	9	0
10	Panamá	74 180	4	6	8	0
	Superficie total	20 284 245	5	22	171	96

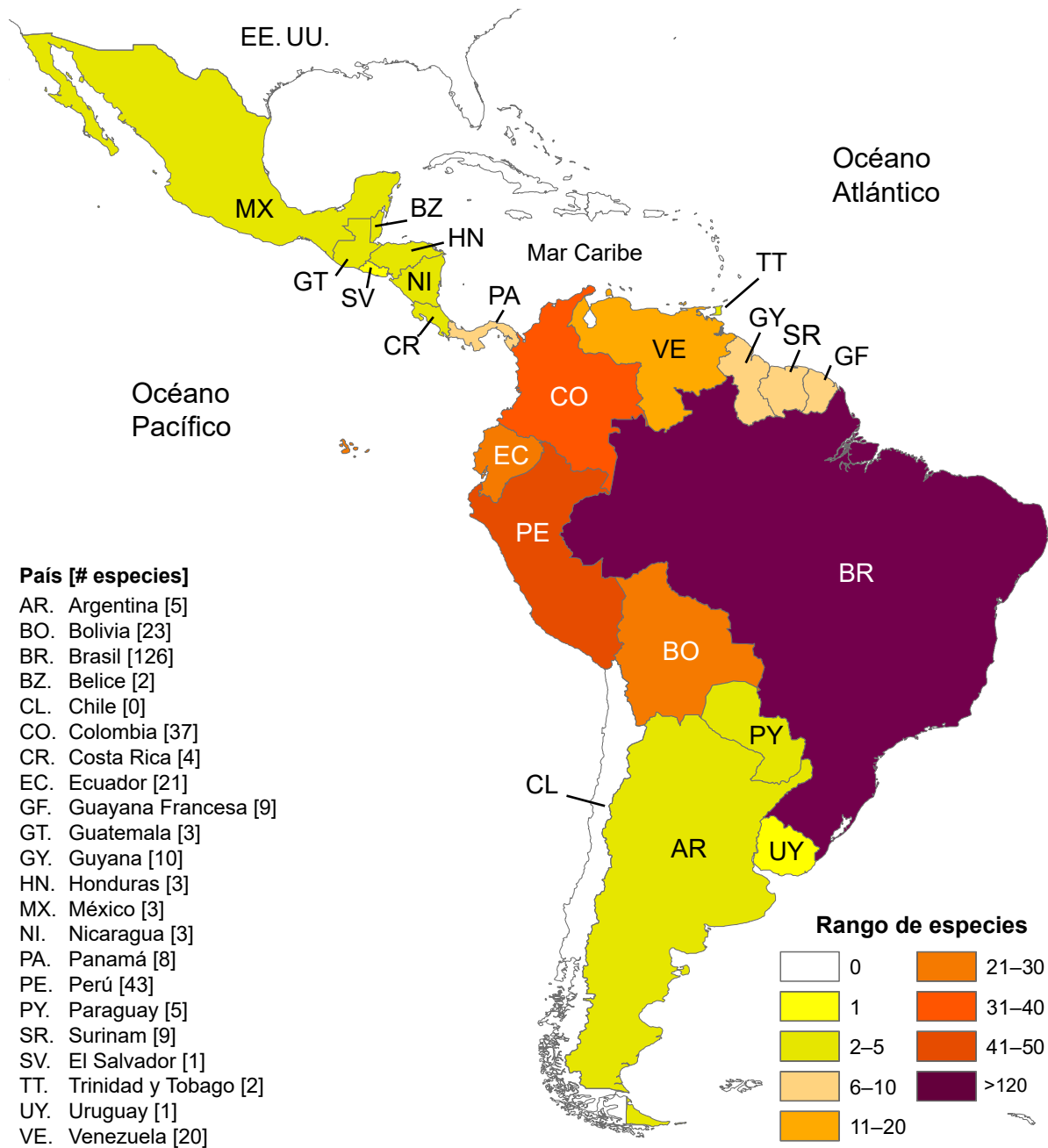


Figura 3.2. Riqueza de primates dentro de la región Neotropical.

Ecuador también presentan una alta riqueza de especies, Perú alcanza un 25 % y Colombia un 22 % de las especies neotropicales. Mientras que países con una riqueza cercana a Ecuador, a pesar de tener superficies cuatro veces más grandes, fueron Bolivia y Venezuela, con el 13 y 12 % de las especies neotropicales, en igual orden. Por el contrario, países grandes, con extensiones territoriales que superan de 8 a 11 veces la superficie del Ecuador, presentaron bajas riquezas: Argentina tiene apenas cinco especies y México tres (figura 3.2).

Ninguna de las 171 especies de primates neotropicales es endémica para el Ecuador, aunque dos de ellas (*Cebus aequatorialis* y *Leontocebus tripartitus*) tienen distribución restringida y una buena parte de sus áreas de presencia se encuentran dentro de territorio ecuatoriano. Por el contrario, el

60 % de las especies de primates del Brasil son endémicas para ese país y representan el 78 % del endemismo de primates neotropicales. En el caso de los países vecinos, en Colombia el 24 % de las especies de primates son endémicas y en Perú el 19 %.

En cuando a la riqueza supraespecífica, Ecuador posee el 55 % de los géneros de primates neotropicales, contra Brasil que alcanza el 100 %; mientras que Colombia y Perú tienen un 68 % (tabla 3.5). En el caso de las familias, Ecuador, al igual que el resto de los países de la cuenca amazónica, posee el 100 % de las familias de primates de la región.

Localidades con mayor riqueza en la región. En base a la revisión de las localidades con la mayor riqueza de primates dentro de la región Neotropical, los valores más altos encontrados corresponden a la Amazonía centro-occidental. La localidad con el mayor número de especies documentadas se encuentra en la cuenca baja del río Juruá, Brasil, con una riqueza de 15 especies. Las localidades del Ecuador con la mayor riqueza de primates fueron el PN Yasuní y la RE Cofán-Bermejo, en las provincias de Orellana y Pastaza, la primera, y Sucumbíos, la segunda; cada una registra 11 especies, riqueza que las ubica y dentro de las 12 localidades con el mayor número de primates en la región (figura 3.3).

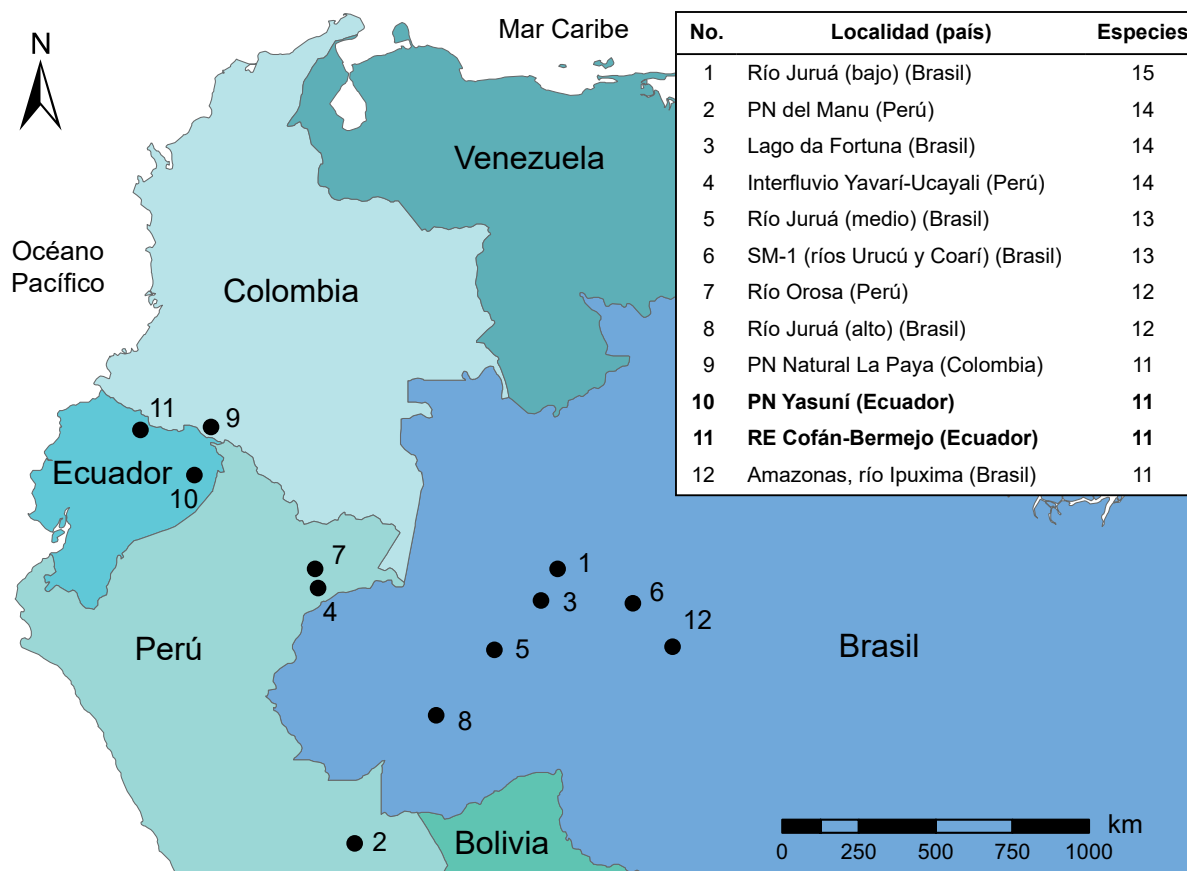


Figura 3.3. Localidades con la mayor riqueza de primates dentro de la región Neotropical. Fuentes: 1, 5 y 8 (Patton et al., 2000); 2 (Solari et al., 2006); 3, 6, 7 y 12 (Voss & Emmons, 1996); 4 (Voss & Fleck, 2011); 9 (Defler, 2004, 2020); 10 y 11 (este estudio).

Riqueza en el país. En el Ecuador, la región más diversa es la Amazonía, con 18 taxones de 17 especies, 12 géneros y cinco familias; mientras que la región Costa presenta cuatro especies de tres géneros y dos familias. Esta riqueza comprende un 5 % del total de mamíferos del país. En total, la riqueza de primates incluye 22 taxones, 21 especies, 12 géneros y cinco familias (diversidad gamma).

La sobreposición de los polígonos de distribución de los 22 taxones de primates confirmados indica que la mayor riqueza se concentra en tres zonas dentro de tres provincias amazónicas (figura 3.4). La más importante en superficie y número de especies involucra buena parte del norte y centro de la provincia de Pastaza, entre los ríos Tigüino y Cononaco, por el norte, y Bobonaza y Conambo, por el sur. Esta zona incluye 11 taxones de primates, con excepción de un pequeño polígono entre los ríos Curaray y Tzapino que aparece en la sobreposición de los mapas de extensión de presencia (figura 3.4.A), en donde la información actual sugiere la simpatria de 12 taxones de primates, entre ellos, dos especies de *Leontocebus* (*L. lagonotus* y *L. tripartitus*).

Otras zonas de alta riqueza aparecen en las provincias de Orellana y Morona Santiago, ambas con 11 taxones (figura 3.4). La primera entre los ríos Napo e Indillama, en una franja de 43 km próxima a las poblaciones de Taracoa y Pompeya Sur que corresponde al área de solapamiento entre las dos especies de *Leontocebus* ya indicadas. La segunda zona se encuentra entre los ríos Huasaga, Panki, Cangaima y Morona, hasta la frontera con Perú.

Por el contrario, las zonas con la menor riqueza de primates se encuentran hacia las estribaciones orientales de los Andes y en la región Costa, con cinco o menos taxones presentes (figura 3.4). Entre ellas, las zonas menos diversas comprenden algunos sectores sobre los 2000 m de altitud en las

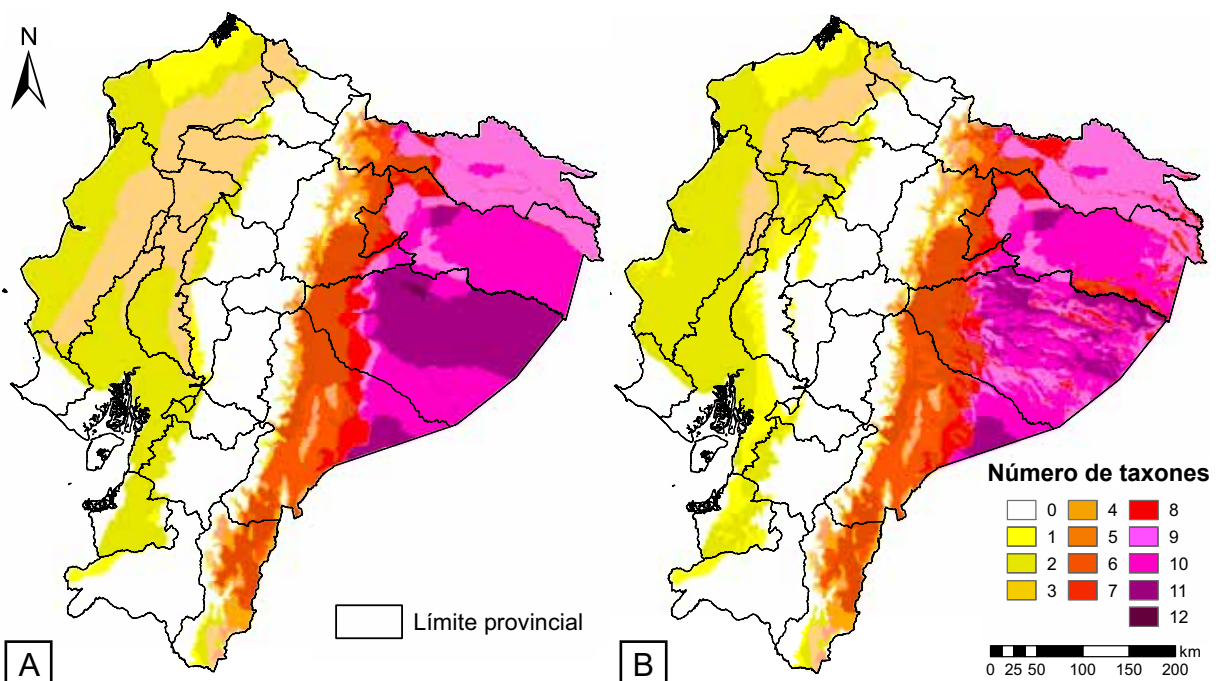


Figura 3.4. Riqueza de primates en el Ecuador basada en la sobreposición de los 22 mapas de extensión de presencia (A) y de distribución potencial efectiva (B).

estribaciones de los Andes (tanto a oriente como occidente), además de los bosques húmedos del noroccidente de la provincia de Esmeraldas y los bosques secos de suroccidente de la provincia de Loja, que registran una sola especie (figura 3.4).

Zonas con ausencia de primates, dentro del Ecuador continental, se limitan a cinco sectores (figura 3.4): (1) la cordillera de los Andes, en altitudes superiores a 2600 m; (2) la península de Santa Elena, al oeste de la cordillera Chongón-Colonche, dentro de la provincia de Santa Elena y una parte del sur de Guayas; (3) al bosque seco de la provincia de El Oro, que incluye la RE Arenillas; (4) a los bosques secos tropicales y subtropicales de la provincia de Loja, al este de Mangahurco y a lo largo de la cordillera Cabeza de Toro; y (5) a la parte alta (sobre 2000 m de altitud) de varias elevaciones y cordilleras amazónicas, como los volcanes El Reventador y Sumaco y la cordillera del Cóndor.

Al analizar la sobreposición de los mapas de extensión de presencia de acuerdo con las familias a las que corresponde cada taxón muestra que la máxima simpatría es de tres taxones (figura 3.5). En Callitrichidae la mayor riqueza corresponde a dos polígonos en las provincias de Orellana y Pastaza (simpatría entre *L. lagonotus* y *L. tripartitus*). En Cebidae la mayor riqueza corresponde a los polígonos que incluyen la presencia de *Sapajus apella*. En Aotidae no existe simpatría entre las

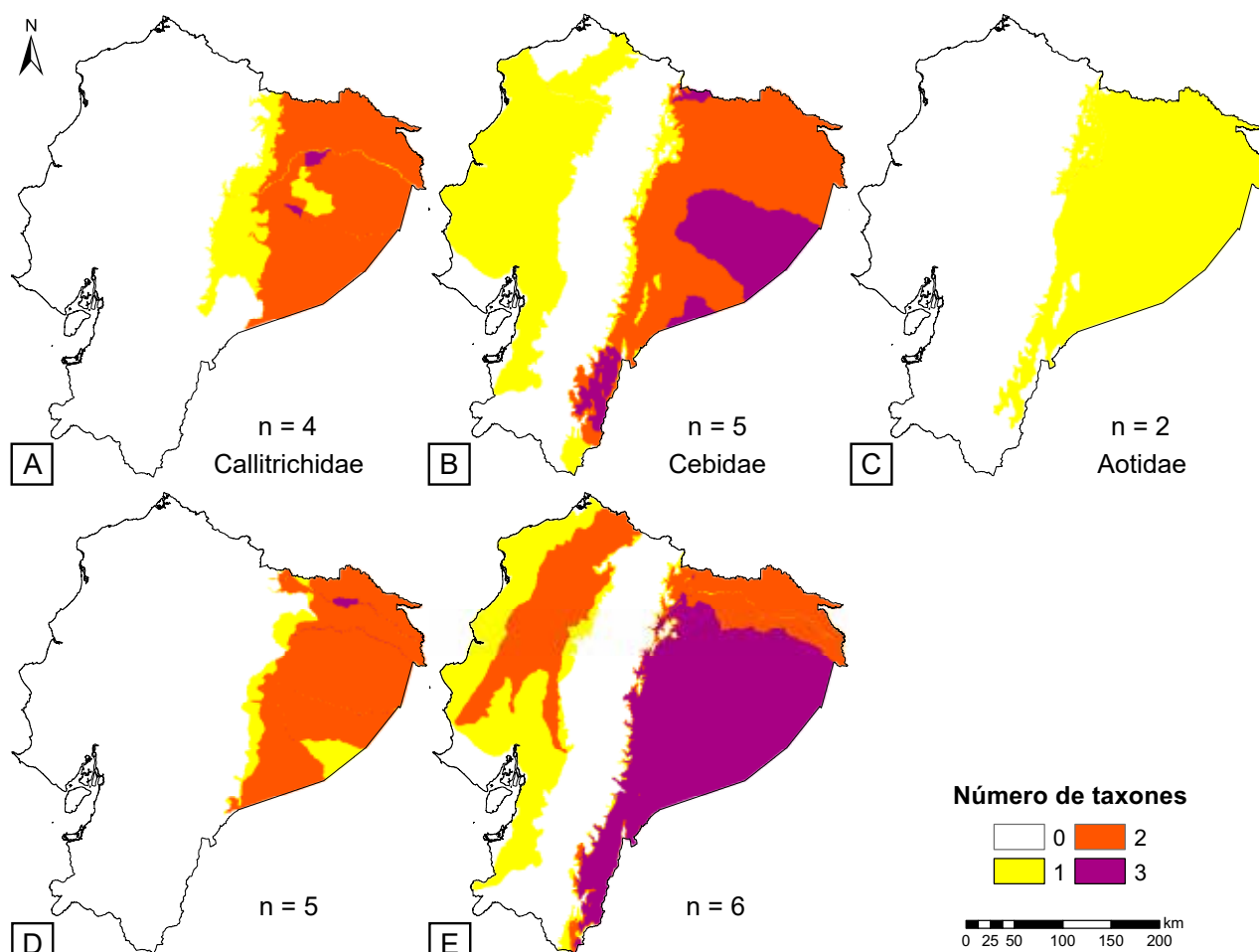


Figura 3.5. Riqueza de primates en el Ecuador en base a la sobreposición de los mapas de extensión de presencia de cada familia.

dos especies. En Pitheciidae, la mayor riqueza se observa en la RPF Cuyabeno, donde existe una simpatria confirmada entre *Cheracebus lucifer* y *Plecturocebus discolor*. En Atelidae la mayor riqueza corresponde a una parte de la distribución de *Ateles belzebuth*.

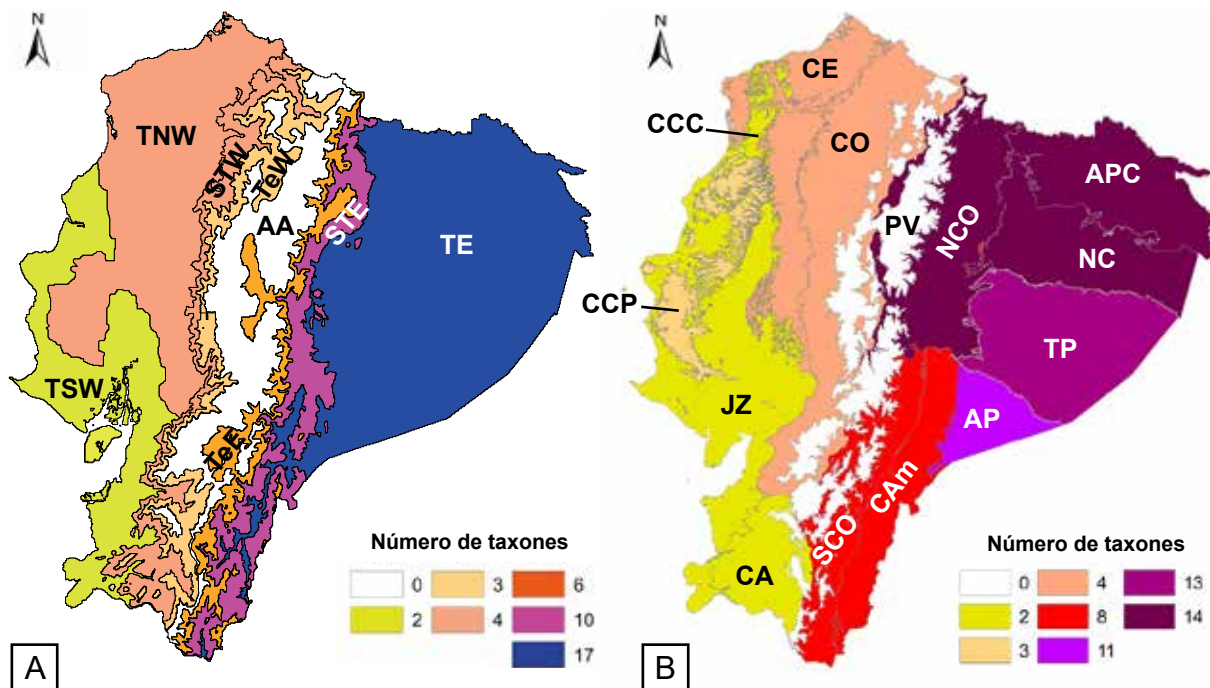
Variación en la riqueza de primates. La diversidad alfa fue analizada según cuatro escenarios: pisos zoogeográficos, unidades biogeográficas, provincias y áreas protegidas (tabla 3.6).

a. Riqueza según los pisos zoogeográficos

Entre los ocho pisos en que se divide el Ecuador continental, el piso Tropical Oriental tiene la riqueza más alta de primates, con 17 taxones en 16 especies (figura 3.6.A), esto es el 77 % de la riqueza del país. La única especie ausente en este piso, de todas las amazónicas, es *Aotus lemurinus*. Siguieron en riqueza los piso Subtropical Oriental, con 10 taxones (45 %), y Templado Oriental, con seis (35 %). Los pisos Tropical Noroccidental y Subtropical Occidental registran cada uno cuatro especies (18 %), mientras que el piso Templado Occidental tiene tres (14 %) y el Tropical Suroccidental dos (9 %). El piso Altoandino es el único dentro del Ecuador continental que carece de primates.

Tabla 3.6. Presencia de los 22 taxones de primates en cuatro escenarios del Ecuador continental.

Taxones	Pisos Zoogeográficos	Unidades Biogeográficas	Provincias	Áreas protegidas
<i>Cebuella pygmaea</i>	1	4	5	4
<i>Leontocebus lagonotus</i>	2	6	5	2
<i>Leontocebus nigricollis graellsii</i>	2	3	3	7
<i>Leontocebus tripartitus</i>	1	3	2	1
<i>Cebus aequatorialis</i>	4	6	10	13
<i>Cebus albifrons</i>	3	7	7	18
<i>Cebus capucinus capucinus</i>	2	2	3	2
<i>Sapajus apella</i>	3	7	4	7
<i>Saimiri cassiquiarensis macrodon</i>	2	7	7	15
<i>Aotus lemurinus</i>	2	1	2	6
<i>Aotus vociferans</i>	2	7	6	11
<i>Cheracebus lucifer</i>	1	2	1	2
<i>Plecturocebus discolor</i>	1	4	5	3
<i>Pithecia aequatorialis</i>	1	1	1	0
<i>Pithecia milleri</i>	1	3	2	3
<i>Pithecia napensis</i>	1	5	4	1
<i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	4	6	16	17
<i>Alouatta seniculus</i>	3	7	7	18
<i>Ateles belzebuth</i>	3	6	7	16
<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>	3	3	11	3
<i>Lagothrix lagothricha lagothricha</i>	1	2	1	2
<i>Lagothrix lagothricha poeppigii</i>	3	7	7	14
Total	8	15	23	58



A. Pisos zoogeográficos: AA = Altoandino. STE = Subtropical Oriental. STW = Subtropical Occidental. TE = Tropical Oriental. TeE = Templado Oriental. TeW = Templado Occidental. TNW = Tropical Noroccidental. TSW = Tropical Suroccidental.
B. Unidades biogeográficas: AP = Abanico del Pastaza. APC = Aguarico-Putumayo-Caquetá. CA = Catamayo-Alamor. CAm = Cordilleras Amazónicas. CCC = Cordillera Costera del Chocó. CCP = Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial. CE = Chocó Ecuatorial. CO = Cordillera Occidental. JZ = Jama-Zapotillo. NC = Napo-Curaray. NCO = Norte de la Cordillera Oriental de los Andes. PV = Páramo y valles. SCO = Sur de la Cordillera Oriental. TP = Tigre-Pastaza.

Figura 3.6. Riqueza de primates del Ecuador según su presencia en los pisos zoogeográficos (A) y las unidades biogeográficas (B) del país.

Las especies que más pisos zoogeográficos ocupan fueron *Cebus aequatorialis* y *Alouatta palliata aequatorialis*, cada una en cuatro; seis especies ocupan tres pisos, otras seis dos y ocho especies aparecen en un solo piso (tabla 3.6).

b. Riqueza según unidades biogeográficas

Entre las 15 unidades biogeográficas que forman parte del Ecuador continental destacan tres por su riqueza de primates, cada una con 14 taxones (64 % de la riqueza del país) (figura 3.6.B): Aguarico-Putumayo-Caquetá, Napo-Curaray y Norte de la Cordillera Oriental de los Andes. Otras dos unidades con una importante riqueza fueron Tigre-Pastaza, con 13 taxones; y Abanico del Pastaza, con 11. En el sureste del país dos unidades registraron ocho taxones cada una. Todas las unidades mencionadas forman parte de la región Oriental.

En la región Costa la mayor riqueza de primates aparece hacia el noroccidente del país, en donde dos unidades biogeográficas registraron cuatro especies: Chocó Ecuatorial y Cordillera Occidental. La Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial registró tres especies y las unidades Cordillera Costera del

Chocó, Jama-Zapotillo y Catamayo-Alamor registraron solo dos especies. No existen primates dentro de las unidades Páramo y Valles (figura 3.6.B).

Los taxones que ocupan más unidades biogeográficas fueron seis, cada uno en siete unidades; mientras que cuatro taxones aparecen en seis unidades (tabla 3.6). En el lado opuesto, dos especies aparecen en una sola unidad: *Aotus lemurinus* en el Norte de la Cordillera Oriental de los Andes; y *Pithecia aequatorialis* en la unidad Tigre-Pastaza.

c. Riqueza por provincias

La riqueza de primates según las provincias del país se analizó de acuerdo con tres escenarios: (1) mapas de extensión de presencia (riqueza confirmada), (2) mapas de DPE (según el MNE) y (3) sumatoria de la riqueza confirmada y potencial de los 22 taxones conocidos (figura 3.7).

Los tres escenarios planeados confirman que la provincia de Sucumbíos, en el norte de la Amazonía ecuatoriana, es la más diversa del país, con 14 taxones de primates confirmados. Mientras que las provincias de Orellana y Pastaza alcanzan 13 taxones en los dos escenarios actuales (A y B); sin embargo, ambas provincias pueden alcanzar los 14 taxones si se confirma la presencia de dos especies posibles. En Orellana se sospecha que *Sapajus apella* puede habitar en la margen derecha que el río Shiripuno ocupa dentro de esta provincia; mientras que en Pastaza se espera la presencia de *Aotus lemurinus* en las estribaciones orientales de los Andes, hacia el límite oriental de la provincia.

La siguiente provincia en riqueza fue Napo, con 12 taxones confirmados y la sospecha de una especie adicional (*Sapajus apella*) que se espera habite en la cuenca alta del río Shiripuno.

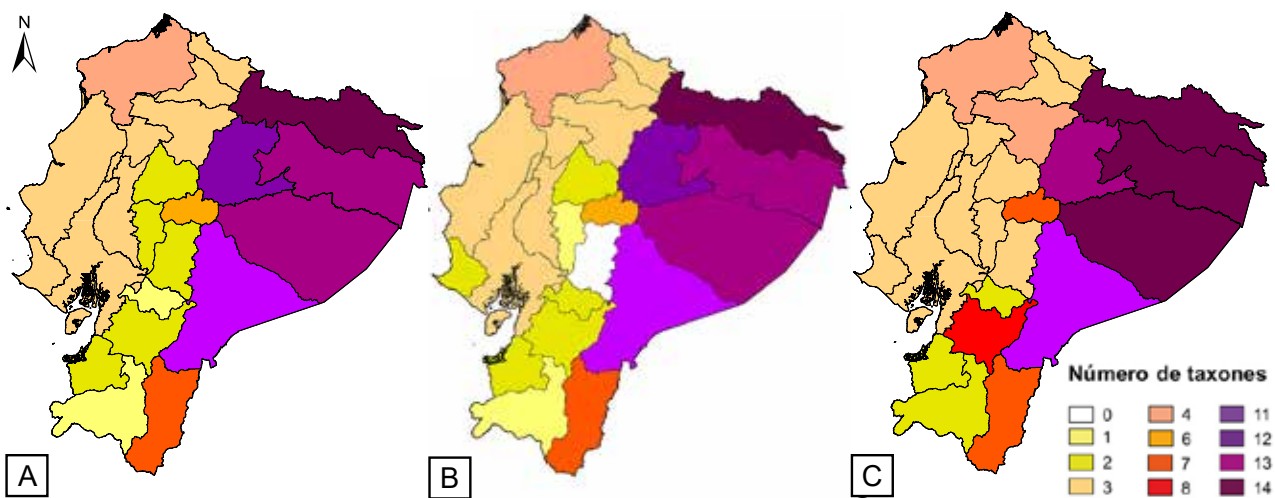


Figura 3.7. Riqueza de primates nativos en las provincias del Ecuador. **A.** Según los mapas de extensión de presencia (riqueza confirmada). **B.** Según los mapas de distribución potencial efectiva (modelamiento de nicho ecológico) (datos a partir de 1950). **C.** Sumatoria de la riqueza confirmada y potencial de los 22 taxones conocidos en el país. Relación de provincias se indica en la figura 2.1.A.

Las provincias surorientales, Morona Santiago y Zamora Chinchipe, registraron 11 y 8 taxones, respectivamente (figura 3.7); en ninguna se espera la presencia de especies adicionales.

Provincias con poca representatividad de primates aparecen en la Costa centro y sur del país, con una riqueza confirmada de apenas una o dos especies; mientras que las provincias de la Costa norte y centro occidental registraron una riqueza de tres a cuatro especies de primates (figura 3.7). Un caso particular en esta región es la provincia de Chimborazo, con dos especies de primates de presencia confirmada; sin embargo, ninguna de ellas ha sido registrada a partir de 1950, lo cual se evidencia en el mapa del MNE (figura 3.7.B).

Los taxones de primates presentes en el mayor número de provincias fueron tres, todos en la región Costa (tabla 3.6): *A. p. aequatorialis* está presente en 16, *A. f. fusciceps* en 11 y *C. aequatorialis* en 10. Por el contrario, taxones que aparecen en una sola provincia fueron tres: *Cheracebus lucifer* y *L. l. lagothricha*, solo en Sucumbíos; y *P. aequatorialis*, en Pastaza.

d. Riqueza dentro áreas protegidas nacionales

Del total de áreas protegidas del país incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (n = 60), 35 se encuentran dentro de la zona de presencia de primates (58 %); mientras que las restantes se ubican a mayor altitud (valles Interandinos y páramo) (12 áreas), en la región Insular (PN Galápagos), en espacios marinos y fuera del área continental (9), en hábitats no adecuados (RE Arenillas) o forman parte de islas continentales a donde los primates no han podido llegar (RVS Islas Corazón y Fragatas y RVS Isla Santay).

Las áreas protegidas del Ecuador con la mayor riqueza de primates fueron el PN Yasuní y la RE Cofán-Bermejo, cada una con 11 taxones confirmados (figura 3.8). Sigue la RPF Cuyabeno, con 10, y la RB Limoncocha, con nueve. Otras áreas con una importante riqueza son los parques nacionales Cayambe-Coca, Sumaco-Napo Galeras y Llanganates, junto con la RB Colonso-Chalupas, cada una con ocho taxones de primates. Todas en la región Amazónica.

De acuerdo con los mapas de extensión de presencia, cuatro especies destacan por el número de áreas protegidas que ocupan (tabla 3.6): *Alouatta seniculus* y *Cebus albifrons* aparecen en 18, *A. p. aequatorialis* en 17 y *Ateles belzebuth* en 16 áreas protegidas. Por el contrario, dos especies (*Leontocebus tripartitus* y *Pithecia napensis*) solo ocupan un área protegida (el PN Yasuní) y una especie no aparece en ninguna (*P. aequatorialis*).

Similitud en la riqueza de primates. La similitud en la riqueza de primates (diversidad beta), dentro de los cuatro escenarios planteados (pisos zoogeográficos, unidades biogeográficas, provincias y áreas protegidas), es la siguiente:

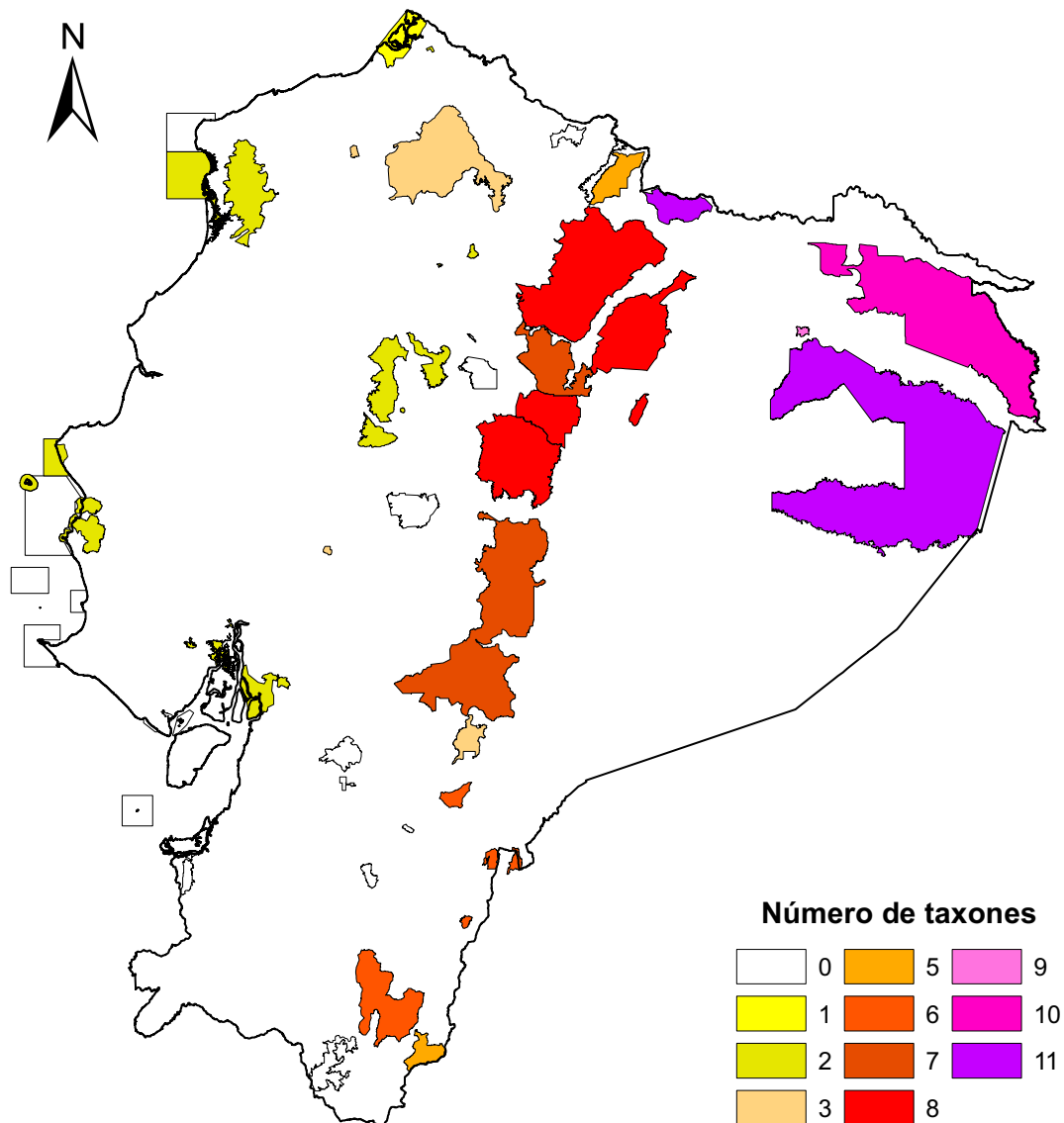


Figura 3.8. Riqueza de primates nativos dentro de las áreas protegidas nacionales del Ecuador continental. Relación de áreas protegidas se indica en la figura 2.5.

a. Similitud entre pisos zoogeográficos

La riqueza de primates se agrupó en dos clados principales, en relación con la región de procedencia de los taxones. La mayor similitud apareció entre los pisos Tropical Noroccidental y Subtropical Occidental, que fueron similares al 100 % (valor del índice de similitud de Jaccard $I_j = 1$). En la rama oriental, la mayor similitud se encontró entre los pisos Templado Oriental y Subtropical Oriental ($I_j = 0.60$) (figura 3.9). La menor similitud se encontró entre los pisos Tropical y Templado Oriental ($I_j = 0.28$). El piso Altoandino tuvo un valor $I_j = 0.00$ al no registrar primates.

b. Similitud entre unidades biogeográficas

Las unidades biogeográficas se agruparon en dos clados principales, según las regiones del país. En tres clados secundarios se encontró una similitud del 100 % ($I_j = 1$), dos en la Costa y uno en la

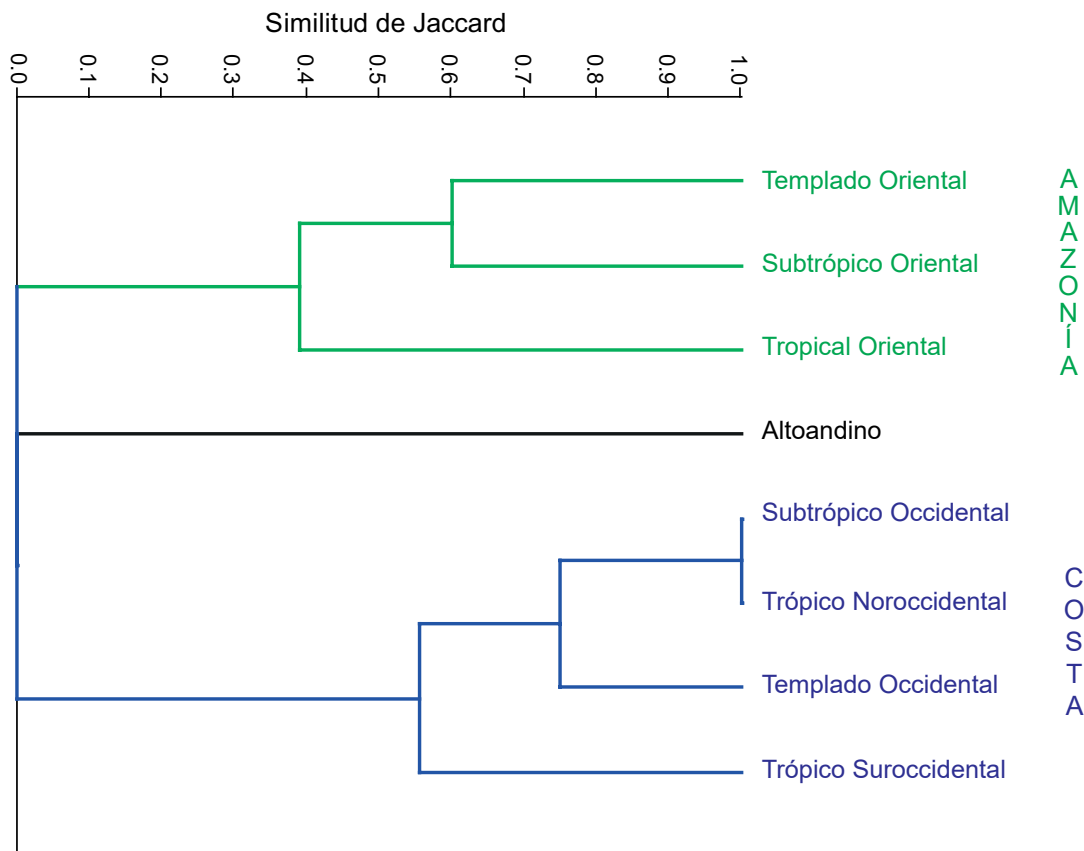


Figura 3.9. Similitud en la riqueza de primates del Ecuador (calculado con el índice de Jaccard) de acuerdo con los pisos zoogeográficos.

Amazonía (figura 3.10). Los primates de la región Costa se agruparon en tres ramas, una incluyó los bosques secos suroccidentales (Jama-Zapotillo y Catamayo-Alamor) y la cordillera Costera del Chocó (Mache-Chindul), otra los bosques húmedos noroccidentales (Chocó Ecuatorial y Cordillera Occidental) y una tercera rama formó la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial.

Las unidades de la región Amazónica se agruparon en dos ramas (figura 3.10), en la una se agruparon unidades centro y surorientales, con las Cordilleras Amazónicas y Sur de la Cordillera Oriental (valor $I_j = 1$); en esta rama también destaca la similitud entre Tigre-Pastaza y Abanico del Pastaza ($I_j = 0.85$). La segunda rama agrupó a las unidades del nororiente del país (Norte de la Cordillera Oriental y Aguarico-Putumayo-Caquetá), que entre sí tuvieron una similitud $I_j = 0.65$. Entre estas dos ramas amazónicas hubo una similitud $I_j = 0.56$. Las unidades Páramo y Valles tuvieron un valor $I_j = 0.00$ al no registrar primates.

c. Similitud entre provincias

Las provincias se agruparon en dos ramas principales, de acuerdo con la procedencia de los taxones de primates, sean de la región Costa o de la Amazonía (figura 3.11). En la Costa destacaron cinco clados que presentaron una similitud del 100 %, mientras que la menor similitud entre las distintas

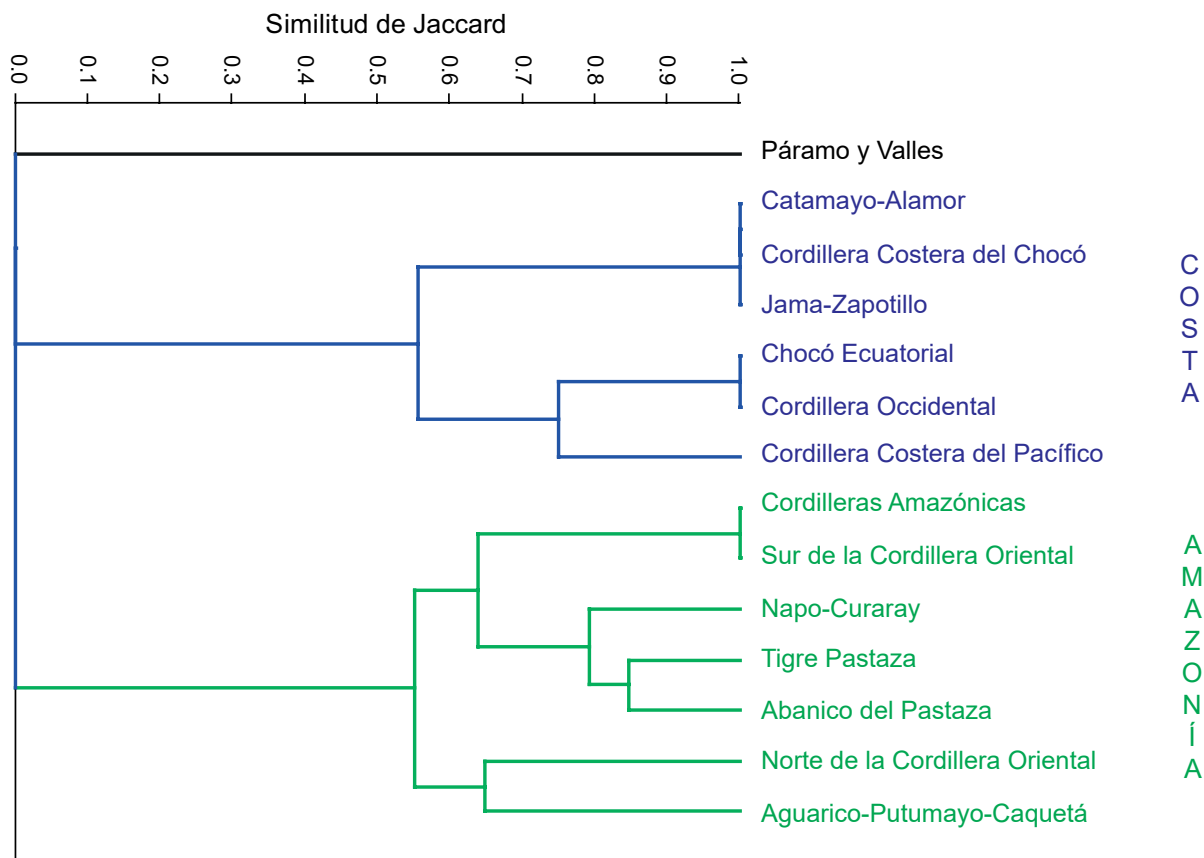


Figura 3.10. Similitud en la riqueza de primates del Ecuador (calculado con el índice de Jaccard) de acuerdo con las unidades biogeográficas.

ramas costeras alcanzó un valor $I_j = 0.40$. En la Amazonía, la mayor similitud se registró entre las provincias de Morona Santiago y Pastaza, con un valor $I_j = 0.85$. La menor similitud entre las ramas amazónicas fue del 49 %, que separó a todas las provincias de la Amazonía baja con aquellas que solo presentan taxones de la Amazonía alta (Tungurahua y Zamora Chinchipe).

d. Similitud entre áreas protegidas

Las áreas protegidas se agruparon según su procedencia, sea de la región Costa o la Amazonía (figura 3.12). En la Costa tres clados alcanzaron una similitud del 100 % ($I_j = 1$) y en conjunto reunieron a 16 áreas protegidas; de ellas, 12 se ubican al sur del río Esmeraldas. La menor similitud registrada entre estas áreas protegidas alcanzó un $I_j = 0.25$, que correspondió al clado conformado por el PN Cotacachi-Cayapas y el RVS El Pambilar con las 12 áreas protegidas ubicadas al sur del río Esmeraldas.

En la Amazonía el escenario fue más complejo, con una decena de ramas secundarias (figura 3.12), entre ellas, tres alcanzaron un valor $I_j = 1$ y en conjunto agruparon a ocho áreas protegidas. La menor similitud en la Amazonía se registró entre las áreas protegidas de la parte norte del país (provincia de Sucumbíos), con aquellas del sur (Zamora Chinchipe), cuya similitud se ubicó en torno al 25 %.

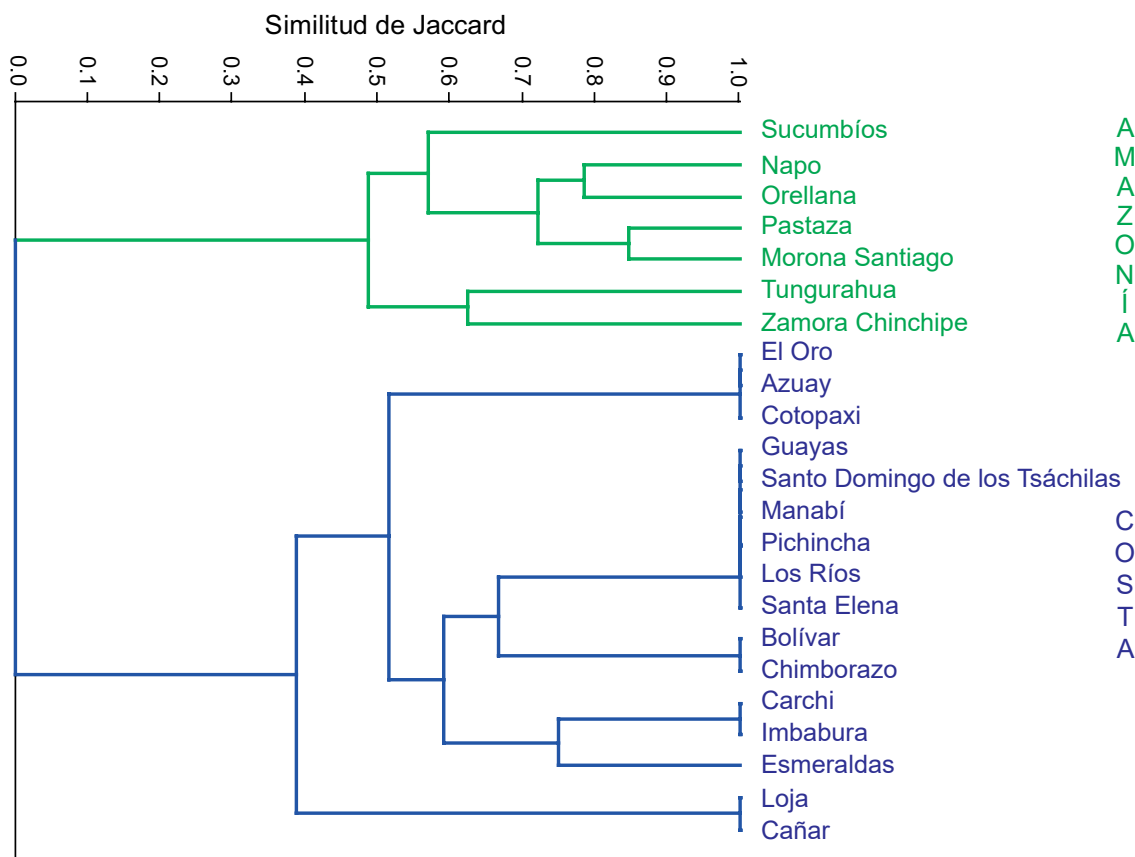


Figura 3.11. Similitud en la riqueza de primates de acuerdo con las provincias del Ecuador (calculado con el índice de Jaccard).

Abundancia de primates. Con base en la totalidad de registros verificados (N = 5125) (tabla 2.1) se representó la distribución de la abundancia de los primates en el Ecuador, tanto en valores absolutos como relativos (curva de Whittaker) (figura 3.13).

El taxón más abundante en el estudio fue *A. p. aequatorialis*, con el 12 % de los registros totales; seguido de *S. c. macrodon* (10 %). Otras especies con una importante representación fueron *A. seniculus* y *C. albifrons* (9 % por especie). Todas las especies indicadas corresponden a las familias Atelidae y Cebidae. Dentro de otras familias, los taxones con mayor número de registros fueron *P. discolor* (7 %), en Pitheciidae; *A. vociferans* (7 %), en Aotidae; y *L. n. graellsii* (5 %), dentro de Callitrichidae. Por el contrario, los taxones con menor número de registros fueron *L. lagonotus* (3 %), en Callitrichidae; *C. c. capucinus* (1 %), en Cebidae; *L. l. lagothricha* (1 %), en Atelidae; *A. lemurinus* (0.3 %), en Aotidae; y *P. aequatorialis* (0.3 %), en Pitheciidae (figura 3.13).

3.4.2. Taxones de presencia probable

Se encontraron 24 taxones de primates, correspondientes a 15 géneros y cinco familias, con alguna mención, evidencia o probabilidad de presencia dentro de territorio ecuatoriano (tabla 3.7). De ellos, luego de un análisis independiente para cada taxón, se determinó que cinco tienen probabilidad de

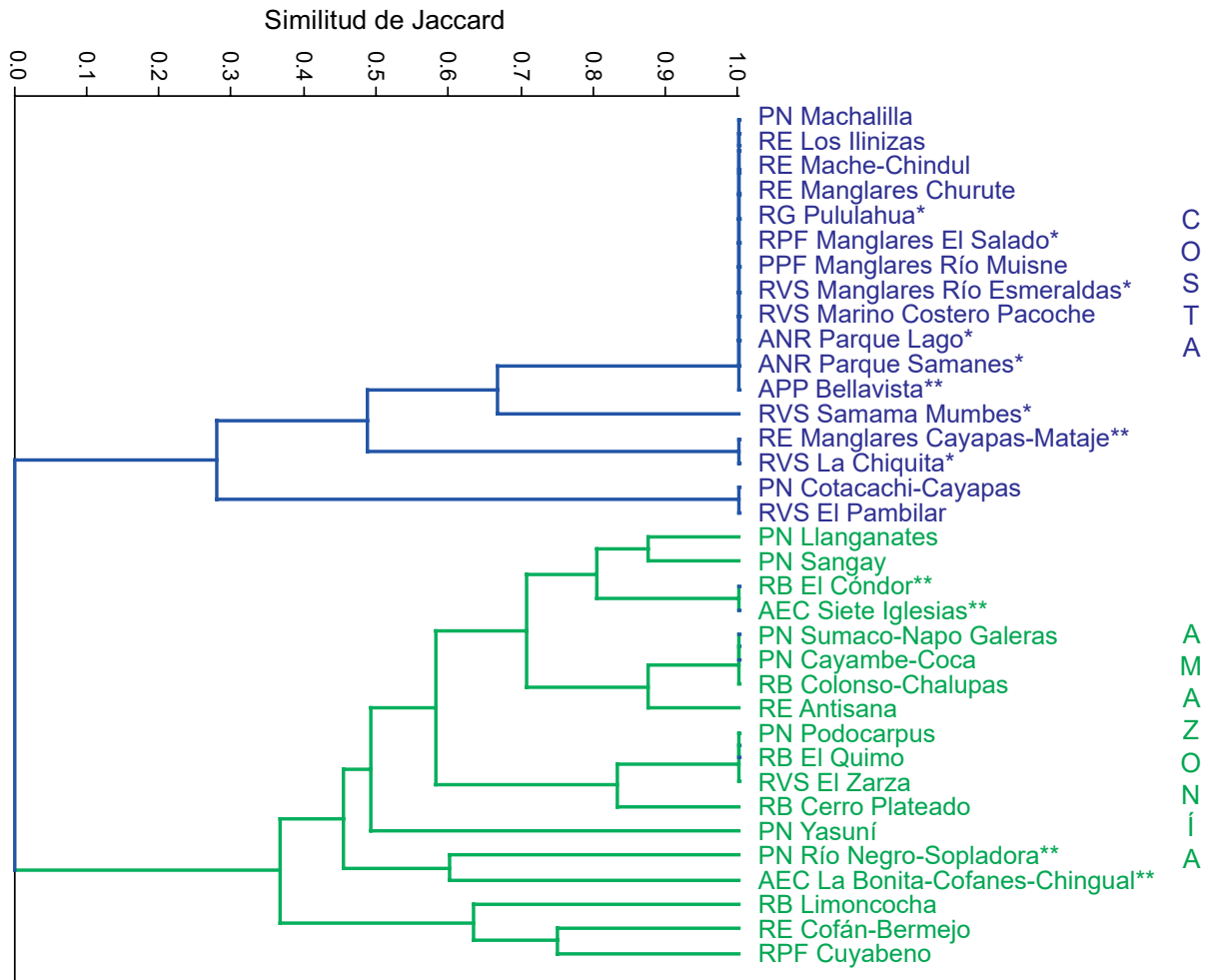


Figura 3.12. Similitud en la riqueza de primates del Ecuador de acuerdo con las áreas protegidas nacionales (calculado con el índice de Jaccard). Un asterisco (*) indica aquellas áreas protegidas sin evidencia actual de primates, pero se encuentran dentro de su rango de presencia; dos asteriscos (**) indican áreas protegidas cuya riqueza de primates es sospechada.

presencia en el país: *Cebuella* sp., *Aotus nancymae*, *Aotus* sp. 1, *Aotus* sp. 3 y *Lagothrix lagothricha lugens*. Parte de estos resultados se apoyan en el análisis genético realizado para el género *Aotus*; mientras que en el análisis efectuado para *Sapajus* (con una muestra procedente de la provincia de Zamora Chinchipe) no mostró diferencias con otros *S. apella*. El análisis específico y los argumentos para cada uno de los 24 taxones indicados se presenta en la Discusión.

3.5. Discusión

3.5.1. Taxones de presencia confirmada

La riqueza de primates del Ecuador ratifica su condición de país megadiverso. Los resultados también demuestran que la zona de mayor riqueza en el país corresponde a la Amazonía centro, en lo que corresponde a la provincia de Pastaza, además de otros pequeños sectores en las provincias de Orellana y Morona Santiago. También se destaca la variedad de primates que habita

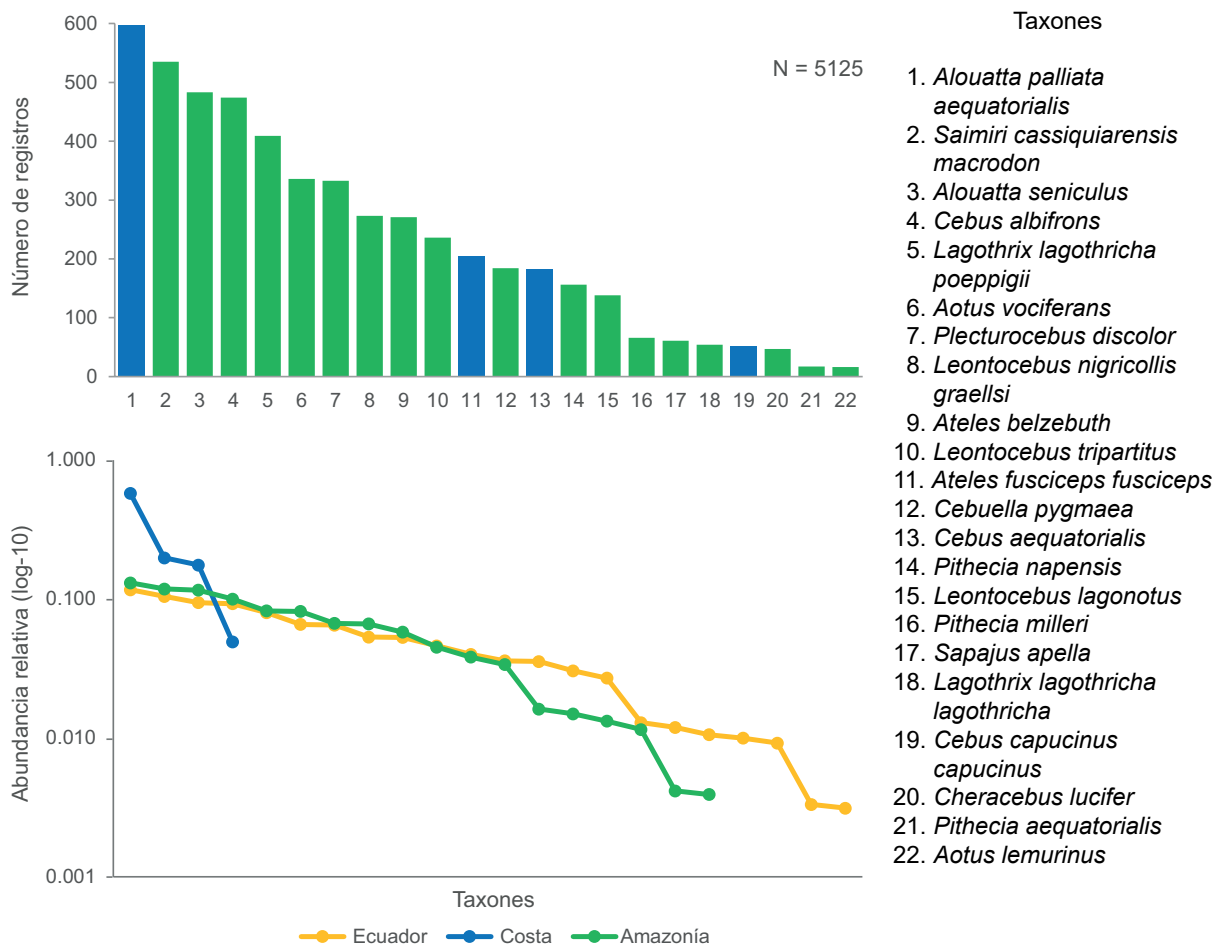


Figura 3.13. Distribución de la abundancia de los primates en el Ecuador, con base en la totalidad de registros verificados. Arriba: abundancia absoluta. Abajo: abundancia relativa en función del log-10 (curva de Whittaker).

en el nororiente, dentro de la provincia de Sucumbíos, y queda en evidencia la baja riqueza de primates en la región Costa. El intercambio de especies muestra que, en mayor medida, escenarios cercanos están relacionados entre sí. Además, el análisis de abundancia señala que las especies con mayor número de registros fueron cuatro, que en conjunto reunieron al 40 % de los registros, contra las ocho especies de mayor rareza, cuya abundancia total no superó el 10 %. También se indica que la riqueza de primates del país puede incrementar luego de futuros estudios al encontrarse cinco taxones de presencia probable.

Riqueza dentro de la región Neotropical. La condición del Ecuador como país megadiverso ha sido evidente en varios grupos biológicos (Mittermeier et al., 1997); dentro de los mamíferos se ha señalado que ocupa el noveno lugar en el mundo y el quinto lugar en el neotrópico (Tirira, 1999, 2007, 2017). Esta alta riqueza también fue evidente dentro de los primates, con 21 especies confirmadas que lo ubican en el quinto lugar dentro de la región, a pesar de su relativa pequeña extensión geográfica. Esta ubicación podría cambiar en el futuro si se confirma la presencia de algunos de los cinco taxones potenciales que se indican más adelante.

Tabla 3.7. Resumen de las especies de primates de presencia probable en el Ecuador.

No.	Taxón	Cercanía a Ecuador (km) ¹	Barreras físicas identificadas	Presencia en Ecuador	Motivo de inclusión
Familia Callitrichidae					
1	<i>Callithrix jacchus</i>	4000	Sí	No	A
2	<i>Callimico goeldii</i>	0	En parte	No	A, B, C
3	<i>Cebuella</i> sp.	0	No	Probable	D
4	<i>Leontocebus fuscus</i>	0	Sí	No	C
5	<i>Leontocebus nigricollis nigricollis</i>	170	No	No	A, C
6	<i>Mico melanurus</i>	2000	Sí	No	B
7	<i>Saguinus mystax</i>	400	Sí	No	A
8	<i>Saguinus oedipus</i>	700	Sí	No	A, B, E
Familia Cebidae					
9	<i>Cebus olivaceus</i>	1200	Sí	No	A
10	<i>Saimiri boliviensis</i>	400	Sí	No	E
Familia Aotidae					
11	<i>Aotus nancymaae</i>	0	No	Probable	B, C, E
12	<i>Aotus nigriceps</i>	400	Sí	No	E
13	<i>Aotus</i> sp. 1	0	No	Probable	D, F
14	<i>Aotus</i> sp. 3	0	No	Probable	G
15	<i>Aotus zonalis</i>	200	Sí	No	C
Familia Pitheciidae					
16	<i>Cheracebus medemi</i>	0	Sí	No	C
17	<i>Plecturocebus cupreus</i>	400	Sí	No	A
18	<i>Pithecia hirsuta</i>	140	No	No	C
19	<i>Pithecia pithecia</i>	1800	Sí	No	A
20	<i>Chiropotes satanas</i>	2500	Sí	No	B
Familia Atelidae					
21	<i>Ateles chamek</i>	440	Sí	No	B
22	<i>Ateles paniscus</i>	1600	Sí	No	E
23	<i>Lagothrix flavicauda</i>	100	Sí	No	B
24	<i>Lagothrix lagothricha lugens</i>	170	No	Probable	B, C

Motivo de inclusión: **A.** Ejemplar preservado en museo o colección científica cuya procedencia es Ecuador. **B.** Referencias bibliográficas que indican que el taxón habita en Ecuador. **C.** Cercanía al país (llega hasta la frontera o se encuentra a menos de 200 km de la frontera y no existen barreras físicas evidentes) (fueron analizados por un MNE). **D.** Consulta con especialistas y revisión de información bibliográfica. **E.** Confirmación de individuos en cautiverio o bajo cuidado humano y cuyo origen se sospecha que es Ecuador. **F.** Registros de campo. **G.** Evidencia genética.

¹ En base a los mapas de distribución de la UICN (2020).

Localidades con mayor riqueza en la región. En la revisión preliminar sobre la riqueza de primates por localidades dentro de la región Neotropical, es evidente que la mayor concentración de especies se encuentra en la Amazonía centro-occidental (figura 3.3), un resultado esperado, al concordar con la concentración de biodiversidad neotropical reportada por Bass et al. (2010). Esta información señala que dos localidades de Ecuador (PN Yasuní y RE Cofán-Bermejo) se encuentran dentro las doce con la mayor riqueza de primates en la región y técnicamente ocupan el quinto lugar, con 11 especies (de un máximo de 15 reportadas para una localidad).

En este análisis, la escala geográfica entre las distintas localidades mencionadas (figura 3.3) es diferente y varía tanto en superficie (entre dos millones de hectáreas y algunos miles), en el rango altitudinal (con desniveles de más de 2000 m en unos casos y menos de 100 m en otros) y en la presencia de diferentes niveles de barreras geográficas, principalmente ríos y sistemas interfluviales. En este sentido, según se indicó en los resultados por unidades biogeográficas (figura 3.6.B) y provincias (figura 3.7), el nororiente del país tiene paisajes que agrupan a 14 taxones de primates, que se ubicarían en el segundo lugar en términos de biodiversidad neotropical por localidades. Por este motivo, en el futuro sería adecuado llevar a cabo un análisis más detallado y que incluya resultados de riqueza de primates en unidades geográficas homogéneas y comparables.

Riqueza en el país. Estudios previos han indicado que la Amazonía centro de Ecuador se encuentra dentro del área de mayor biodiversidad en la región Neotropical (Bass et al., 2010). Por lo tanto, no llama la atención que la mayor riqueza de primates del país se encuentre dentro en esta zona, que en su mayor parte abarca la provincia de Pastaza, además de áreas colindantes en Orellana y Morona Santiago (figura 3.4). Estudios en murciélagos también han sugerido que la Amazonía norte y centro del Ecuador concentra la mayor riqueza de especies en el país (Burneo & Tirira, 2014; Tirira, 2020b); mientras que una evaluación sobre la riqueza de mamíferos en el PN Yasuní, que incluye las provincias de Pastaza y Orellana, reportó que esta área protegida concentra la mayor riqueza de mamíferos dentro de la región Neotropical, y una de las más altas en el planeta (Tirira, Reid, et al., 2019).

Variación en la riqueza de primates. Entre las zonas con mayor riqueza de primates en el Ecuador existen dos polígonos que destacan, uno que concentraría hasta 12 taxones y otro con 11, en el norte de las provincias de Pastaza y Orellana, respectivamente (figura 3.4.A). En estos polígonos se ha considerado que dos especies de tamarines (*Leontocebus lagonotus* y *L. tripartitus*) pueden encontrarse en simpatria; sin embargo, esta posibilidad es discutible y quizá se deba a registros de individuos introducidos por el ser humano (De la Torre, 2017; Tirira, Sánchez-Sánchez, et al., 2021); por lo tanto, es probable que luego de estudios de campo más detallados se demuestre que en estos lugares solo habita una de las dos especies; en cuyo caso, el número de primates en estos polígonos se reduciría a 11 y 10. Otra zona con una importante riqueza de primates aparece en el nororiente de la provincia de Morona Santiago (también con 11 taxones); sin embargo, esta es una zona poco estudiada y en donde no existen áreas protegidas.

En el lado opuesto, la Costa del Ecuador tiene una pobre riqueza de primates, con apenas cuatro especies (18 % del total nacional); una condición que también ocurre al occidente de los Andes de los países vecinos: Colombia registra seis especies (16 % de su riqueza) (Henaó-Díaz et al., 2020) y Perú apenas dos (5 %) (Pacheco et al., 2020). Esta pobre presencia de primates al occidente de los Andes estaría relacionada con dos aspectos. Uno sería la distancia respecto al centro del área de especiación de los primates platirrinos, considerada como la cuenca amazónica (Hershkovitz, 1977, 1987, 1990), algo que es evidente en la alta riqueza de especies que concentra esta región (Mittermeier et al., 2013; Sales et al., 2020) y que se demostró en la revisión de las localidades

con la mayor riqueza de primates (figura 3.3). El segundo aspecto para la baja riqueza en la región Costa es la influencia de la corriente marina de Humboldt, que trae aguas frías desde el sur del continente, a lo largo de las costas de Chile y Perú (Montecino & Lange, 2009), la que ha provocado que la Costa centro y sur del Ecuador, entre las provincias de Manabí y El Oro, esté formada por bosques secos (MAE, 2013b), condición que es más evidente en la península de Santa Elena y en el occidente de la provincia de El Oro, en donde los primates están ausentes.

La riqueza de primates muestra resultados algo diferentes en el análisis de las unidades biogeográficas (figura 3.6.B). En este caso, la mayor riqueza se concentró hacia la Amazonía norte, en donde tres unidades (Norte de la Cordillera Oriental de los Andes, Aguarico-Putumayo-Caquetá y Napo-Curaray) registraron 14 taxones; mientras que la unidad Tigre-Pastaza, que en su mayoría abarca la provincia de Pastaza, registró 13. La principal razón para el incremento en la riqueza de estas unidades se debe a que incluyen áreas en las que se distribuyen taxones diferentes; por ejemplo, la unidad Aguarico-Putumayo-Caquetá incluye taxones a ambos lados del río Napo, mientras que la unidad Norte de la Cordillera Oriental de los Andes incluye taxones presentes tanto en la Amazonía alta como baja.

La riqueza según las provincias del país muestra un resultado similar al indicado para las unidades biogeográficas. La provincia de Sucumbíos reúne a 14 especies de primates (figura 3.7.A), gracias a que incluye taxones de la Amazonía alta y baja y tanto del norte como del sur del río Aguarico. También se sospecha que las provincias de Orellana y Pastaza podrían alcanzar igual riqueza si se confirma la presencia de las especies esperadas (figura 3.7.C).

Dos casos excepcionales de riqueza potencial son las provincias de Azuay y Pichincha (figura 3.7.C). Para la primera, de momento se ha confirmado la presencia de dos especies de primates al occidente de los Andes; sin embargo, es la única provincia del país que posee bosques subtropicales a ambos lados de la cordillera; por este motivo, se sospecha que hasta seis especies podrían habitar hacia las estribaciones orientales, en el sector conocido como Guarumales. En lo referente a Pichincha, existe la probabilidad de registrar una especie adicional en el sector de Cambugán, que la convertiría en la segunda provincia de la Costa del Ecuador, con cuatro especies de primates.

El análisis confirma que el PN Yasuní, con 11 taxones, es el área protegida con la mayor riqueza de primates en el país, algo que ya era esperado gracias a la información proporcionada por estudios previos (Tirira, Reid, et al., 2019; Tirira, Greeney, et al., 2020); sin embargo, este primer lugar es compartido con la RE Cofán-Bermejo, algo que era desconocido y que ratifica la importancia de esta parte del país para la conservación de estos mamíferos. No obstante, la información sobre primates en la RE Cofán-Bermejo es escasa y se basa en una evaluación ecológica rápida (Pitman et al., 2002) y en dos visitas efectuadas durante el presente estudio, además de datos proporcionadas por indígenas cofanes que habitan en el sector. Por lo tanto, es necesario un estudio más detallado sobre los primates de esta reserva y que confirmen la alta riqueza de primates mencionada.

Otras áreas protegidas con un importante número de primates fueron la RPF Cuyabeno y la RB Limoncocha, que registraron 10 y 9 taxones, respectivamente; mientras que las áreas protegidas ubicadas en las estribaciones orientales del Andes registraron entre cinco y ocho taxones.

Hay que aclarar que el análisis de riqueza de primates en áreas protegidas se basó en registros confirmados, esperados y en la sobreposición de los mapas de extensión de presencia de los 22 taxones; por este motivo, es probable que para ciertas áreas la riqueza actual de primates sea inferior a la que en realidad existe, pues por procesos antrópicos la riqueza en estas áreas, todas de pequeña extensión, habría disminuido. En particular, este comentario aplica para la RB Limoncocha, en la Amazonía; y para muchas de las pequeñas áreas protegidas de la Costa (RVS La Chiquita y aquellas ubicadas en el área del golfo de Guayaquil y en la provincia de Los Ríos).

Similitud en la riqueza de primates. Los análisis de similitud efectuados en su mayoría demostraron que la probabilidad de encontrar dos individuos de una misma especie en localidades separadas (diversidad beta) fue más alta en paisajes cercanos o análogos en términos ecológicos o geográficos (según predice Chave & Leigh, 2002), aunque existieron algunas variaciones, que probablemente estuvieron relacionadas con la calidad de los datos.

En la región Costa, esta variación fue notoria en la Cordillera Costera del Chocó Ecuatorial (CCC), una zona de bosque húmedo, que se asoció con las unidades de bosque seco (Catamayo-Alamor y Jama-Zapattillo), mientras que la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial (CCP), una zona de bosque seco, se asoció con las unidades Chocó Ecuatorial y Cordillera Oriental, que son de bosque húmedo (figura 3.10). La razón de este resultado radica en la ausencia de *Ateles fusciceps* en la CCC, especie que sí estuvo presente en la CCP. Al realizar un análisis de prueba que incluya esta especie en la unidad CCC los resultados muestran la asociación lógica esperada. Es probable que *A. fusciceps* habitó en la CCC, pues los registros más cercanos que se han confirmado se encuentran a menos de 10 km; sin embargo, se sospecha que en la actualidad la especie ha sido extirpada de esta unidad.

En el análisis de similitud entre provincias (figura 3.11) ocurrió algo similar a lo observado en las unidades biogeográficas. Las provincias de Cotopaxi y Cañar aparecen asociadas con otras no colindantes, lo cual está relacionado con la ausencia de dos especies esperadas, *A. fusciceps*, en el primer caso, y *Cebus aequatorialis*, en el segundo. En la Amazonía se asociaron dos provincias distantes entre sí: Tungurahua y Zamora Chinchipe; sin embargo, en términos ecológicos son similares, pues ambas incluyen solo especies de primates que ocupan bosques subtropicales y templados, en lo que se conoce como la Amazonía alta.

Dentro de las áreas protegidas de la región Costa, 12 se asociaron en un solo grupo (con una similitud del 100 %; $n = 2$ especies) que correspondió a todas aquellas áreas presentes al sur del río Esmeraldas; mientras que las ubicadas al norte de dicho río se agruparon en dos clados. La única excepción fue el RVS Samama Mumbes, en la provincia de Los Ríos, que aparece solitaria en el diagrama de conglomerados (figura 3.12). Si bien se sospecha que la superficie que ocupa esta área

protegida pudo albergar históricamente hasta tres especies de primates, en la actualidad no existe evidencia que confirme la presencia de ninguna de ellas (MAE, 2019). Algo similar ocurre con otras cinco áreas protegidas dentro de la región (figura 3.12), en donde se considera que en la actualidad es poco probable el registro de primates debido a presiones externas y a la pérdida de hábitat que ha enfrentado la Costa del país desde mediados del siglo pasado (Sierra, 1999).

La asociación de las áreas protegidas en la Amazonía mostró un patrón esperado, pues la tendencia en la mayoría fue a juntarse entre áreas colindantes o cercanas (figura 3.12). La única excepción notable fue la asociación de PN Río Negro-Sopladora con el AEC La Bonita-Cofanes-Chingual, ubicadas en áreas opuestas y separadas por cerca de 300 km de distancia; sin embargo, son áreas poco conocidas y su riqueza de primates posiblemente es subestimada.

Abundancia de primates. El análisis de abundancia de primates, basado en el total de registros validados (N = 5125), mostró la dominancia de dos especies (figura 3.13): *A. p. aequatorialis*, en la región Costa (con el 12 % del total de registros en el país y el 58 % en la región); y *S. c. macrodon*, en la Amazonía (10 y 13 %, respectivamente). La abundancia de ambas especies era esperada, al ser dos taxones que de forma habitual son registrados en los ecosistemas en donde habitan (Tirira, 2017; Tirira, De la Torre, et al., 2018a); sin embargo, a pesar de existir pocos estudios específicos en el país con los cuales comparar estos resultados de abundancia, la frecuencia se muestra diferente entre distintas localidades.

En el caso de la Costa, *A. p. aequatorialis* es considerado como el primate más abundante (Fuentes, Alfonso-Cortes, Cervera, et al., 2018); sin embargo, sus avistamientos en un estudio efectuado en la RB Los Cedros representó un 24 % del total de registros; mientras que el primate más abundante en esa localidad (con el 60 %) fue *C. c. capucinus* (Gavilanez-Endara, 2006). Por el contrario, en el presente estudio, *C. c. capucinus* fue la especie más rara en la región (con el 5 % de los registros) y una de las más raras en el país (1 % del total nacional).

La abundancia de *A. p. aequatorialis* (n = 598) es posible que este influenciada por la facilidad con que puede ser registrada. Este primate, al igual que otros del género *Alouatta*, tiene la particularidad de emitir fuertes vocalizaciones que pueden ser escuchadas a larga distancia (Rylands & Mittermeier, 2013a; Tirira, 2017), característica que facilita su identificación en el campo, sin necesidad de visualizar al animal. En el presente estudio, los registros por vocalizaciones de *A. p. aequatorialis* correspondieron a un 26 % del total de registros. Si se elimina ese porcentaje, los 443 registros remanentes todavía confirman que es la segunda especie más abundante en el país y se mantiene como la dominante dentro de la región Costa.

Los resultados de abundancia en la Amazonía indican que las tres especies con mayor número de registros fueron *S. c. macrodon* (13 %), *A. seniculus* (12 %) y *C. albifrons* (12 %). Sin embargo, la proporción cambia cuando se compara con resultados de abundancia en diferentes localidades y estudios específicos. En tres investigaciones efectuadas en el PN Yasuní se indica que las tres

especies más abundantes, en cada caso, fueron *L. l. poeppigii* (33 %), *A. belzebuth* (9 %) y *L. tripartitus* (8 %), en un estudio (Pozo-Rivera & Youlatos, 2005); *L. tripartitus* (25 %), *P. discolor* (20 %) y *S. c. macrodon* (14 %), en el segundo (Tirira, Reid, et al., 2019); y *A. seniculus* (31 %), *A. belzebuth* (16 %) y *P. discolor* (13 %), en el tercero (Tirira, Greeney, et al., 2020). En una investigación en la RPF Cuyabeno se reportó que las tres especies de primates más abundantes fueron *L. n. graellsi* (45 %), *P. milleri* (23 %) y *C. lucifer* (9 %) (Ulloa, 1988); mientras que en el Bosque Protector del Oglán Alto se indica que las especies más abundantes fueron *A. seniculus* (40 %), *L. lagonotus* (27 %) y *P. napensis* (13 %) (Carrillo-Bilbao & Martin-Solano, 2010).

Para comprender mejor esta variación se representaron las especies de primates de mayor abundancia y rareza dentro de las 23 provincias del Ecuador continental (figura 3.14). En la Costa, el gráfico muestra que las cuatro especies de primates presentes en la región pueden ser las más abundantes en unas provincias, pero también las más raras en otras. Un escenario similar, aunque más complejo debido a la mayor riqueza, se presenta en la Amazonía, en donde cinco especies fueron las más abundantes, contra ocho que fueron las más raras, entre ellas una (*L. tripartitus*) ocupó ambas posiciones (más abundante y más rara) en diferentes provincias.

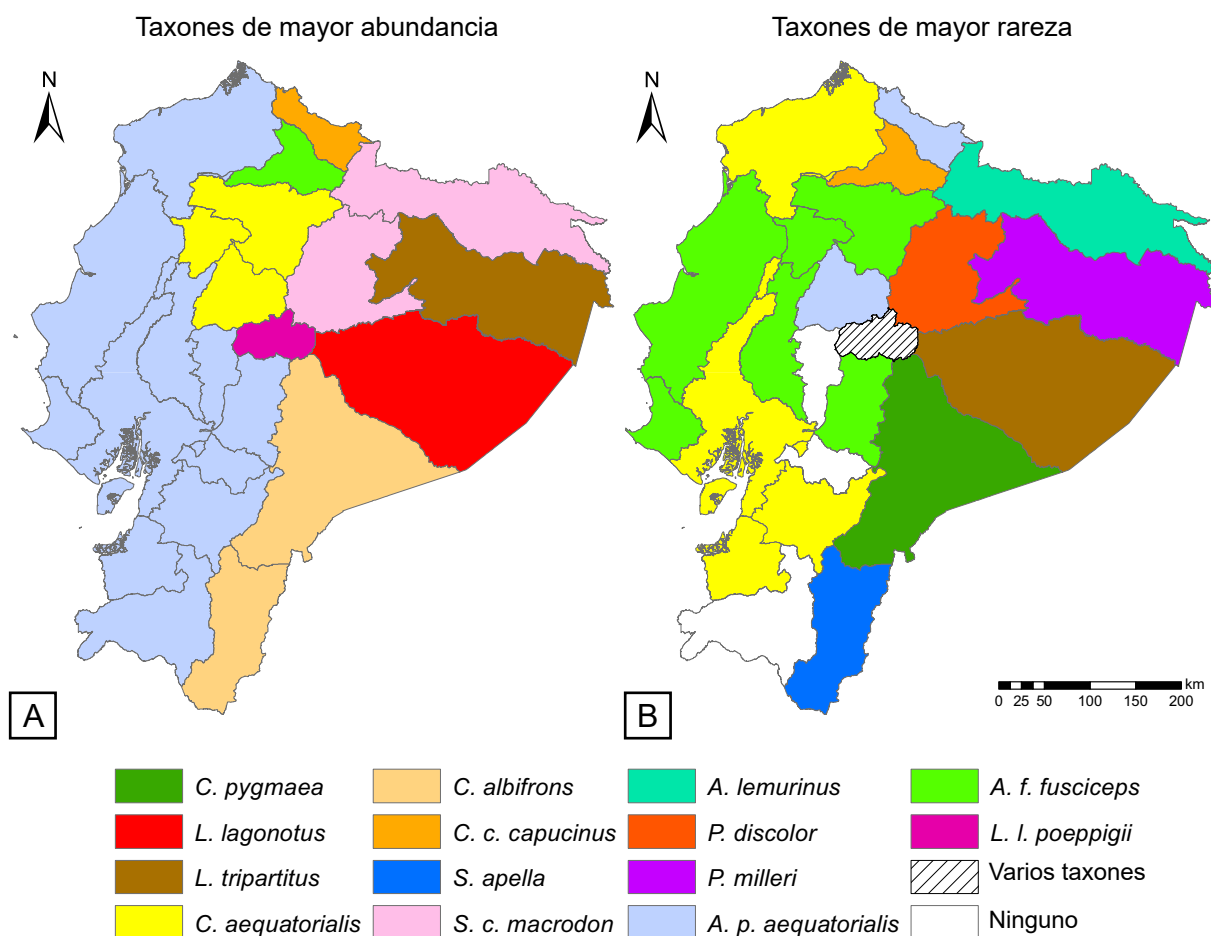


Figura 3.14. Taxones de primates más abundantes (A) y más raros (B) en cada provincia del Ecuador, en base a la totalidad de los registros verificados (N = 5125).

Esta información destaca que la abundancia de los primates en el Ecuador no es homogénea y que depende de varios factores, además de la misma abundancia que puede tener la especie dentro de su hábitat; entre estos factores se cuentan (1) la facilidad con que puede ser registrada (e.g. primates que emiten vocalizaciones fuertes o se desplazan en grupos grandes pueden ser más fáciles de encontrar que otros); (2) el atractivo que puede representar para el observador (e.g. especies carismáticas pueden ser más buscadas y registradas con mayor frecuencia por observadores de naturaleza que otras que no lo son); (3) el interés que puede representar para los pobladores locales al ser empleadas como alimento (e.g. una mayor abundancia de ciertos taxones en colecciones científicas puede provenir de ejemplares cazados); (4) la variación intrínseca que puede tener una especie dentro de su área de distribución (e.g. especies con distribuciones disjuntas o con preferencia a bajas altitudes y climas calientes pueden estar ausentes en otras zonas a diferencia de aquellas especies más tolerantes y con distribuciones más homogéneas); entre otros aspectos.

3.5.2. Taxones de presencia probable

La evidencia indica que la riqueza de primates en el Ecuador podría incrementar en al menos cinco taxones, uno del género *Cebuella*, tres en *Aotus* y uno en *Lagothrix*. De confirmarse esta probabilidad, la riqueza del país alcanzaría los 27 taxones. El detalle de cada uno de los cinco taxones probables es el siguiente:

Género *Cebuella* Gray, 1870. El género *Cebuella* tiene amplia distribución en la Amazonía occidental y de forma tradicional ha sido tratado como un grupo monotípico, a pesar de incluir a los primates más pequeños del neotrópico (Rylands & Mittermeier, 2013b); un aspecto que contradice la situación de la mayoría de primates neotropicales, aunque más grandes y con mayores probabilidades de desplazamiento tienen distribuciones más restringidas y, a menudo, pertenecen a géneros más diversos (Mittermeier et al., 2013).

Evidencia reciente demostró que *C. pygmaea* incluye al menos tres linajes dentro de su rango de distribución, uno al norte del río Amazonas y dos al sur; de ellos, dos han sido reconocidos como especies válidas (Boubli et al., 2018). Sin embargo, el estudio mencionado solo incluyó tres muestras genéticas de la parte norte del río Amazonas, todas procedentes del área próxima al río Japurá (Caquetá), en Brasil. En sus conclusiones, los autores indican la necesidad de realizar un estudio más extenso que incluya muestras de otras localidades para tener una mejor perspectiva de la riqueza del género.

Estudios en curso con material procedente de Ecuador han demostrado que existe variación genética entre las poblaciones de *C. pygmaea* al norte y al sur del río Napo, por lo cual se espera que en el futuro sean reconocidos como taxones diferentes (S. de la Torre, com. pers.). La población al norte del Napo conservaría el epíteto *pygmaea*, toda vez que la localidad tipo se encuentra en Tabatinga, Brasil (Groves, 2005), que es parte del mismo sistema interfluvial Napo-Putumayo.

En el presente estudio se mantiene un solo taxón de *Cebuella* para Ecuador (*C. pygmaea*)². Para un completo conocimiento del estado taxonómico del género en el país es necesario que se realicen análisis genéticos con muestras de los cuatro sistemas interfluviales más importantes del país: Putumayo-Aguarico, Aguarico-Napo, Napo-Pastaza y Pastaza-Morona.

Género *Aotus* Illiger, 1811. La taxonomía del género *Aotus* es una de las más complejas dentro de los primates neotropicales, sin todavía conocerse el número de especies o subespecies que incluye (Fernández-Duque et al., 2013). En buena medida, este vacío se debe a que las características de identificación (en particular sus patrones de coloración) son similares entre los taxones y al poco conocimiento que se dispone sobre sus distribuciones (Defler, 2010; Defler & Bueno, 2007). Si bien los resultados de la investigación efectuada todavía son preliminares y persisten algunos vacíos de conocimiento, se sospecha que el género *Aotus* podrían incluir cinco taxones en Ecuador (figuras 3.15 y 3.16), tres más a los actualmente reconocidos. En buena medida, varias de estas conclusiones se obtuvieron gracias al análisis de ADN efectuado con el gen *Cyt-b*.

Un primer resultado del análisis genético es que *A. vociferans* incluiría dos taxones en el Ecuador (figura 3.17). La muestra QKM 54045 (correspondiente a un ejemplar cautivo en el Bioparque Amaru, Cuenca) aparece junto con otros *A. vociferans* procedentes de Leticia, Colombia (HQ 005502, HQ 005503) (Menezes et al., 2010); mientras que las muestras QCAZ 15249 (Pastaza), MECN 5794 (Morona Santiago) y MECN 6117 (Zamora Chinchipe) forman un clado independiente (*Aotus* sp. 1).

Este árbol filogenético indica que las poblaciones de *Aotus* de tierras bajas del Ecuador conformarían al menos dos taxones diferentes. Uno al norte del río Napo (o quizá al norte del río Aguarico) que podría corresponder con *A. vociferans* sensu stricto; y otro al sur, que de momento estaría presente en tres provincias (Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe), pero posiblemente también en otras dos (Napo y Orellana).

Para confirmar esta hipótesis son necesarias más muestras y la necesidad de abarcar otras poblaciones ahora no consideradas: (1) sistema interfluvial Putumayo-Aguarico; (2) sistema interfluvial Aguarico-Napo; (3) área del PN Yasuní; y (4) estribaciones surorientales de los Andes, con especial atención del área próxima al PN Sangay.

De confirmarse la validez de este nuevo taxón existen dos nombres que podrían ser aplicados: *Aotus gularis* Dollman, 1909, con localidad tipo en “Mouth of the Rio Coca, Upper Rio Napo, Ecuador”, dentro del sistema interfluvial Aguarico-Napo; y *Aotus microdon* Dollman, 1909, con localidad tipo en “Macas”, provincia de Morona Santiago. Los holotipos de ambas especies se encuentran depositados en el Museo Británico de Londres (véase tabla 3.3).

² Durante la redacción final de esta tesis se confirmó esta separación, con una nueva especie para el país, *Cebuella niveiventris* (Porter et al., 2021), pero no fue posible incluirla dentro de los análisis.



Aotus lemurinus [*Aotus* sp. 2] *
Napó, Cosanga, San Isidro.
Foto de B. Rasmussen



Aotus vociferans **
Sin datos (cautivo en Bioparque Amaru, Cuenca).
Foto de D. G. Tirira.



Aotus vociferans (morfortipo al norte del río Napo)
Sucumbíos, RPF Cuyabeno, Laguna Grande.
Foto de F. Campos.



Aotus vociferans [*Aotus* sp. 1] (morfortipo al sur del río Napo] **
Morona Santiago, Shuinmamus, territorio Achuar.
Foto de F. Sornoza.



Aotus sp. 3 (suroriente)
Zamora Chinchipe, Valladolid, Valle Hermoso.
Foto de F. Ramón



Aotus nancymae **
"Zamora Chinchipe, río Nangaritza" (cautivo).
Foto de J. F. Freile.

Figura 3.15. Morfortipos de *Aotus* registrados en Ecuador. Un asterisco (*) indica que ese morfo fue incluido en el análisis genético; dos asteriscos (**) indican que ese ejemplar fue incluido en el análisis genético.

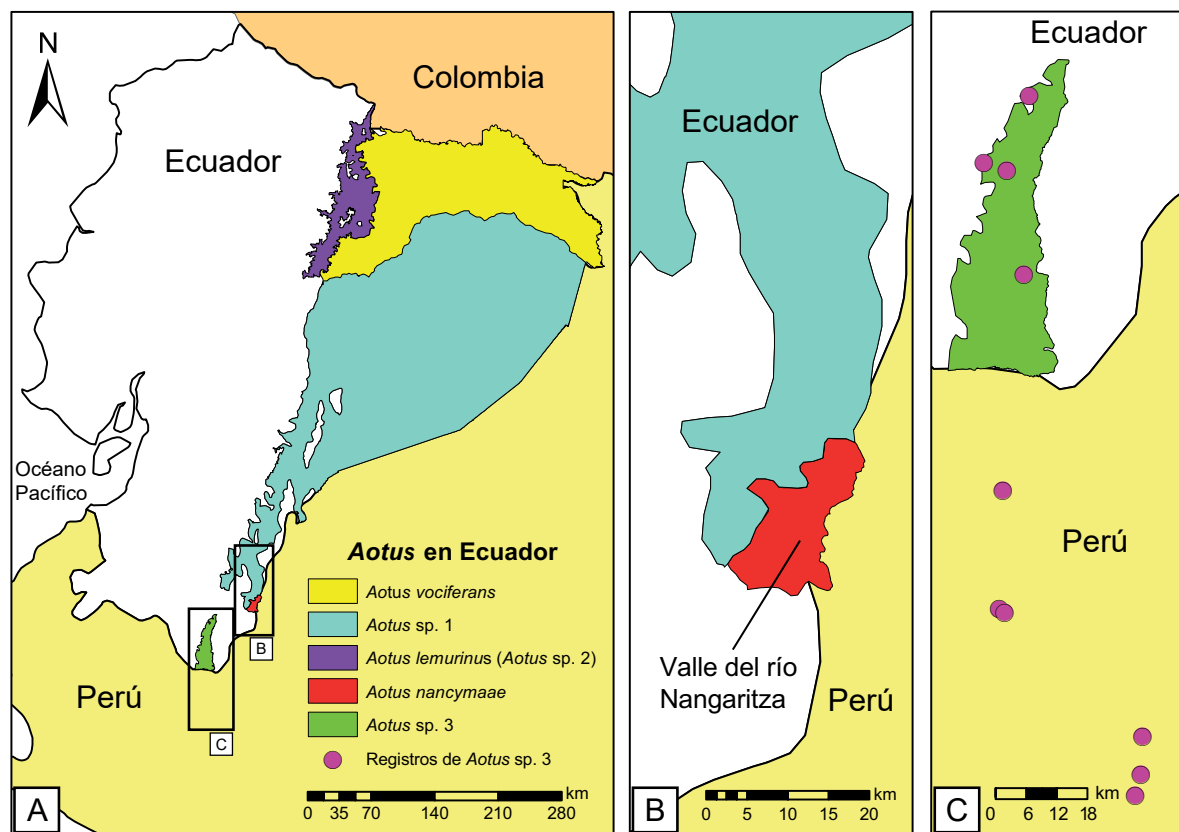


Figura 3.16. Género *Aotus* en Ecuador: **A.** Riqueza y distribución hipotética de cinco taxones posibles. **B.** Valle del río Nangaritza, lugar de posible presencia de *A. nancymae*. **C.** Registros confirmados de *Aotus* sp. 3 y área de posible presencia en Ecuador.

Un segundo resultado del análisis genético corresponde a la muestra QCAZ 8984 (provincia de Napo), denominada como *Aotus* sp. 2 (figura 3.17). Esta muestra aparece junto a otra (MT 253565) procedente de Nariño, Colombia (Ramírez-Chaves et al., 2020), una localidad a poca distancia de Ecuador; sin embargo, están separadas de la muestra de *Aotus lemurinus* (HQ 005506), procedente de Belém, Para, Brasil (Menezes et al., 2010), una localidad a más de 3000 km de distancia del área de distribución conocida para la especie y que seguramente corresponde a un individuo cautivo. En este caso, debido a la falta de muestras para el análisis, no se dispone de los argumentos suficientes para considerar que *Aotus* sp. 2 sea un taxón diferente, por lo que se sugiere mantenerlo dentro de *A. lemurinus* hasta que se disponga de mejor evidencia.

Shostell y Ruiz-García (2016) presentaron una fotografía de un ejemplar cautivo procedente de Macas, provincia de Morona Santiago, que lo identificaron como afín a *A. lemurinus* (al parecer en base a un análisis genético, aunque no lo especifican). Ese ejemplar, fenotípicamente, es cercano al *Aotus* sp. 1 de este estudio. La identificación preliminar de los autores mencionados puede tener relación con el número de muestras analizadas. En el presente estudio, durante la construcción de un primer árbol filogenético, la muestra QCAZ 8984 (*Aotus lemurinus*) se juntó con la muestra MECN 6117 (*Aotus* sp. 1), por lo cual, una primera conclusión fue tratar a ambas como *A. lemurinus*; sin embargo, al incluir nuevas muestras en el análisis las poblaciones se separaron (figura 3.17). Este

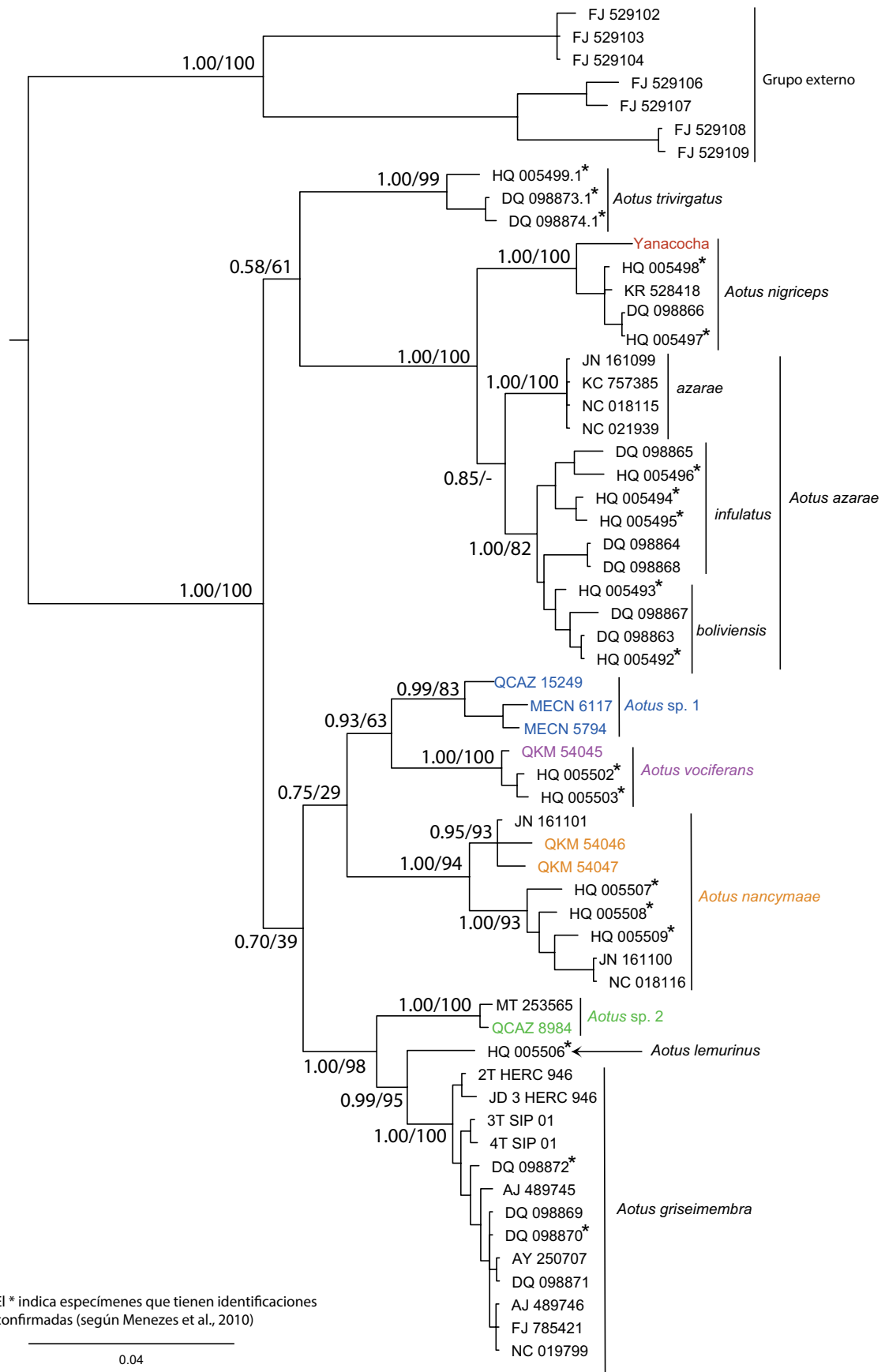


Figura 3.17. Árbol filogenético para el género *Aotus*. En color se indican las muestras analizadas durante el presente estudio. El primer valor en cada nodo corresponde a la Inferencia Bayesiana (IB) (modelo filogenético robusto con valores > 0.90); el segundo valor al análisis de Máxima Verosimilitud (MV) (ajuste del modelo robusto con valores > 70).

es posiblemente el mismo argumento que tuvo Shostell y Ruiz-García (2016) cuando consideraron a dicho ejemplar como *A. lemurinus*.

Una cuarta especie del género de posible presencia en Ecuador es *Aotus nancymae* Hershkovitz, 1983. Boada et al. (2010) publicaron la fotografía de un ejemplar cautivo (figura 3.15) que era mantenido en el Zoológico Tzanka, en la ciudad de Zamora y cuya procedencia era el valle del río Nangaritza (Mario González, com. pers.). Para conocer la identidad taxonómica de este ejemplar se sometió una muestra de sangre al análisis de ADN mitocondrial (*Cyt-b*). Los resultados confirmaron que se trataba de *A. nancymae*; un resultado similar lo habían obtenido con el mismo individuo otros investigadores (Shostell & Ruiz-García, 2016).

El área de distribución natural de *Aotus nancymae* se encuentra en Brasil y Perú, en su mayor parte al sur de los ríos Marañón y Amazonas, aunque también se conoce que ocupa el espacio entre los ríos Tigre y Pastaza, en la margen izquierda del río Marañón (Aquino & Encarnación, 1994; Fernández-Duque et al., 2013), en donde existiría una sobreposición con la distribución de *A. vociferans* (Maldonado et al., 2020). Además, el mapa de distribución que la UICN (2020) presenta para esta especie alcanza la frontera con Ecuador, en el área próxima al río Nangaritza (Maldonado et al., 2020) (figura 3.18), posiblemente por inclusión del registro mencionado en Shostell y Ruiz-García (2016). Esta zona también corresponde al espacio de menor altitud que tiene la cordillera del Cóndor en toda su extensión (alrededor de 900 m), conocida como la depresión de Shaime (figura 2.3).

Con estos antecedentes, *A. nancymae* fue seleccionada entre las especies de presencia probable en el Ecuador. El mapa de distribución potencial generado, basado 40 registros verificados y

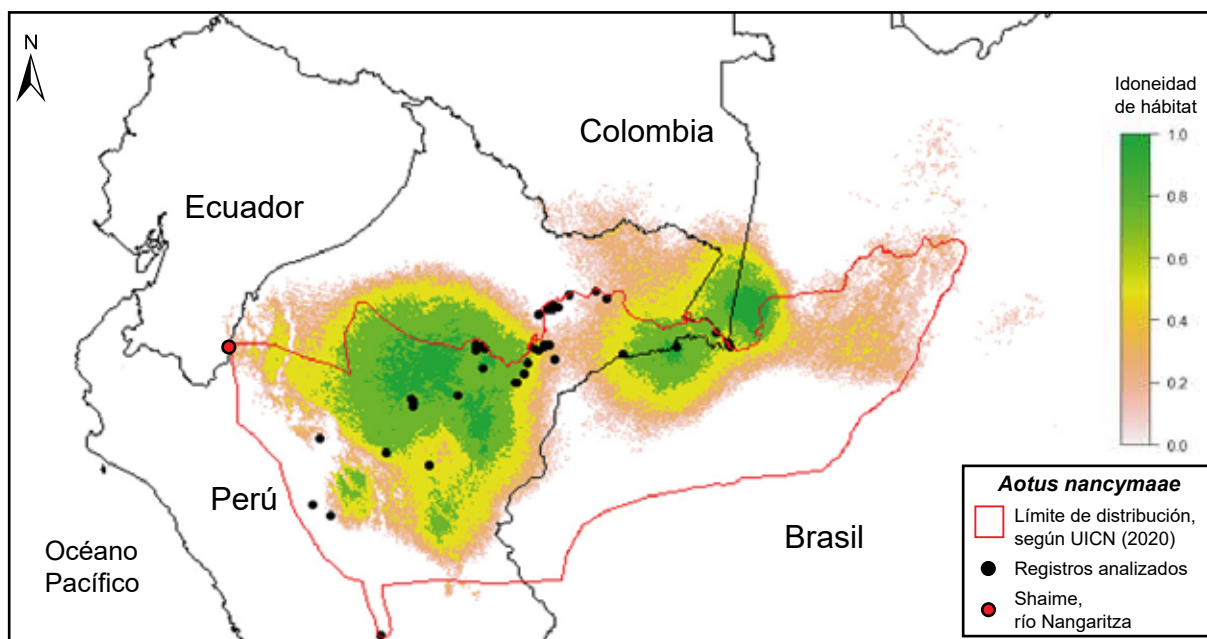


Figura 3.18. Modelamiento de nicho ecológico para *Aotus nancymae*. Idoneidad de hábitat superior a 20 % se consideró adecuada para la presencia de una especie.

analizados (sin incluir el registro de Nangaritza), indica que la especie estaría presente en el país dentro del área de Shaime, cuenca del río Nangaritza (figura 3.18); aunque la idoneidad de hábitat no es alta, hay que anotar que casi todos los registros analizados corresponden a la margen derecha de los ríos Marañón y Amazonas y que el registro confirmado más cercano se encuentra a más de 200 km de distancia.

Durante el presente estudio, en abril de 2018, se visitó el área de Shaime en busca de nueva evidencia de este taxón, sin obtener resultados positivos. Según los pobladores locales en la zona habita una especie de *Aotus* cuya identidad de momento es desconocida.

Si *A. nancymae* se encuentra presente en Ecuador es probable que su extensión de presencia se limite a una pequeña área de distribución (figura 3.16.B), pues la cercanía de las cordilleras de los Andes y del Cóndor limitan la extensión del hábitat adecuado para este primate. En las últimas dos décadas esta zona ha sufrido una profunda alteración debido a la construcción de una carretera, a la colonización, a la cacería de grupos indígenas y a la presencia de minería informal (obs. pers.), amenazas que en conjunto han modificado las condiciones naturales del bosque y han comprometido la conservación de esta y de otras especies de primates que habitan en la zona.

Un quinto posible taxón de *Aotus* presente en Ecuador ha sido registrado en el extremo suroriental del país, al sur de los contrafuertes de Tzunantza y San Francisco, dentro de la provincia de Zamora Chinchipe. Este taxón ha sido denominado como *Aotus* sp. 3 (figura 3.15) y de momento es conocido solo por observaciones y fotografías en cuatro localidades entre las poblaciones de Valladolid y Zumba (figura 3.16.C). Poco más al sur, a unos 73 km de la frontera con Ecuador, en el departamento de Cajamarca, Perú, se ha registrado una forma de *Aotus* no identificada y que se sospecha, de acuerdo con sus características fenotípicas, que podría tratarse de una especie no descrita (Aquino et al., 2014); algo que habría sido confirmado con estudios genéticos preliminares (F. Cornejo, com. pers.).

Esta aparente nueva especie de *Aotus* estaría aislada de sus congéneres por distantes barreras naturales: (1) barreras topográficas aparecen hacia el norte y el noreste con la presencia de los contrafuertes de Tzunantza y San Francisco y la parte sur de la cordillera del Cóndor; (2) barreras geográficas son los cursos de los ríos Mayo-Chinchipe, por el norte, y Marañón, por el sur; y (3) una barrera ecológica es la vegetación xerofítica que aparece en el curso medio y alto del río Marañón (Morrone, 2014).

En conclusión, según fuentes oficiales, el género *Aotus* en Ecuador está conformado por dos especies (Tirira, 2017; Tirira, Brito, et al., 2020; Tirira, De la Torre, et al., 2018a); de ellas, de acuerdo con estudios genéticos, *A. vociferans* comprendería dos taxones, *Aotus vociferans* sensu stricto y *Aotus* sp. 1, que se sospecha estarían separados por el río Napo; mientras que es posible que *A. lemurinus* en Ecuador tenga otra identidad (*Aotus* sp. 2). Además, la evidencia levantada sugiere que *A. nancymae* habitaría en el valle del río Nangaritza; mientras que otro taxón (*Aotus* sp. 3), al parecer una especie todavía no descrita, ocupa el extremo suroriental del país y sería compartido con Perú (figura 3.16).

***Lagothrix lagothricha lugens* Elliot, 1907.** El género *Lagothrix* É. Geoffroy está compuesto por dos especies, una de ellas, *Lagothrix lagothricha* (Humboldt, 1812), tiene amplia distribución en la Amazonía occidental y está representada por cinco subespecies (Di Fiore et al., 2015; Ruiz-García et al., 2014, 2019), dos reconocidas en Ecuador que se encuentran separadas por el río Aguarico: *L. l. lagothricha*, al norte; y *L. l. poeppigii*, al sur (Tirira, 2017).

Durante el presente estudio se obtuvo para Ecuador una docena de registros de *Lagothrix* cuya identidad no ha sido definida debido a la falta de material de referencia (ejemplares de museo o imágenes). Estos registros provienen de las estribaciones orientales de los Andes, en la provincia de Sucumbíos, entre la margen izquierda del río Dué, la cuenca alta del río Aguarico (Chingual) y la margen izquierda del río Bermejo (figura 3.19.A). El origen de estos registros corresponde a entrevistas con pobladores locales o han sido documentados en la literatura (Mena-Valenzuela,

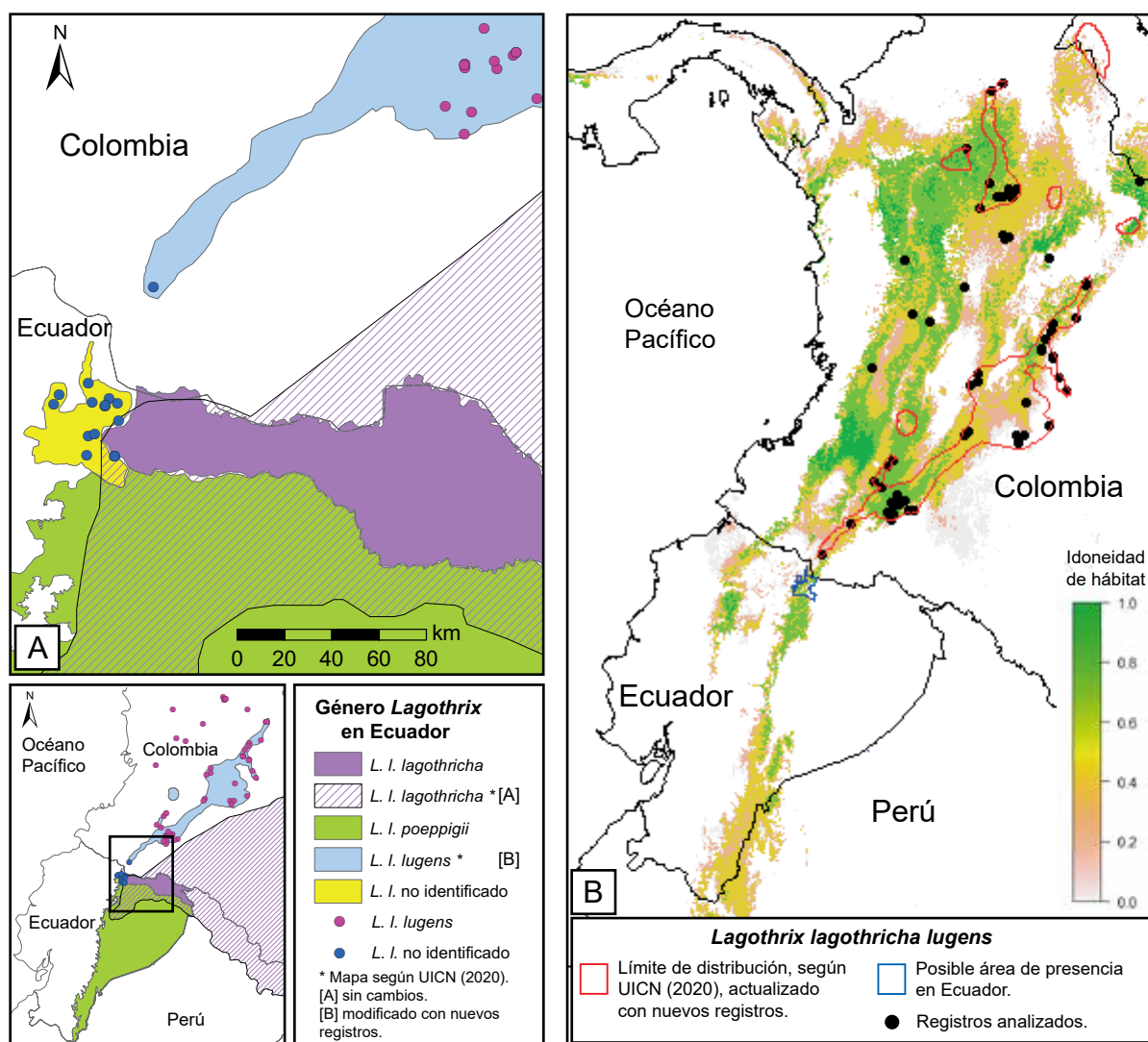


Figura 3.19. El género *Lagothrix* en Ecuador. **A.** Distribución hipotética y registros de un taxón no identificado de *Lagothrix*. **B.** Modelamiento de nicho ecológico para *Lagothrix lagothricha lugens* (incluye solo registros confirmados de Colombia). Idoneidad de hábitat superior a 20 % se consideró adecuada para la presencia de un taxón.

1997a; Pitman et al., 2002); de hecho, en la parte alta de la RE Cofán-Bermejo, los indígenas cofanes hablan de la presencia de una “especie de mono chorongó miniatura”, que difiere “no sólo en tamaño sino también en comportamiento, sonidos y patrones de coloración” con el más común *L. l. lagothericha*, que habita en la parte baja (Pitman et al., 2002).

En la vecina Colombia habita un tercer taxón (*L. l. lugens*), cuya área de distribución ocupa las estribaciones orientales de los Andes (Rylands & Mittermeier, 2013a), dentro de la misma formación ecológica que comprende los registros no identificados en Ecuador. Si bien existen reportes históricos que señalan la presencia de *L. l. lugens* en el país (Elliot, 1912b) y mapas de distribución que alcanzan hasta la frontera con Ecuador (Bennett, 2003; Defler, 2004, 2010; Di Fiore et al., 2015), los registros confirmados más cercanos se encuentran en el PN Natural Cueva de los Guácharos (Defler, 2020; Vásquez & Serrano, 2009), a unos 170 km de la frontera, sin que exista una barrera natural de por medio; también se conoce de registros probables o no confirmados a menor distancia, hasta 25 km (GBIF, 2020; iNaturalist, 2020; Ramírez-Chaves et al., 2020; Vásquez & Serrano, 2009). El análisis de MNE realizado para *L. l. lugens*, en base a 66 registros confirmados, indica que existe idoneidad de hábitat para esta subespecie en Ecuador (entre el 20–100 % de idoneidad), a lo largo de las estribaciones orientales y noroccidentales de los Andes, además de las cordilleras del Kutukú y del Cóndor (figura 3.19.B), aunque por distribución su presencia sería solo esperada en la provincia de Sucumbíos.

En conclusión, son varios los argumentos que favorecen la presencia de *L. l. lugens* en Ecuador. Tanto por cercanía con los registros de Colombia, por la existencia de hábitat idóneo, por la información de pobladores locales y por la ausencia de barreras naturales, además de la presencia de ríos que actúan como barreras que las separarían de sus congéneres ecuatorianos (ríos Dué, Aguarico y Bermejo). Por lo tanto, para confirmar la presencia de este taxón en Ecuador son necesarios estudios de campo que confirmen la identidad de los *Lagothrix* en esta parte del país, que incluyan no solo la observación directa de individuos, sino también la toma de muestras para llevar a cabo análisis genéticos.

3.5.3. Taxones ausentes

Se reunió información sobre 19 taxones de primates ausentes en el Ecuador, a pesar de que existen reportes en la literatura que indican su presencia en territorio ecuatoriano, a que existen ejemplares preservados en colecciones que señalan a Ecuador como su país de origen y a que se han encontrado individuos en cautiverio dentro del país; también se incluyen aquellos taxones que habitan en los países vecinos y cuya presencia se consideró probable en el Ecuador; sin embargo, en todos los casos, la información levantada demuestra que ninguno de estos taxones habita de forma natural en territorio ecuatoriano. Son los siguientes:

***Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758).** Se encontraron dos ejemplares de esta especie en colecciones científicas (MCNBA 1094M, ZMA 11402) cuya única información de procedencia indicada es

“Ecuador”. Por la antigüedad de los registros se sospecha que habrían ingresado en las colecciones antes de 1940. Este primate habita en el nororiente de Brasil, a unos 4000 km de distancia de la frontera con Ecuador (UICN, 2020); por lo cual, su presencia no es esperada.

***Callimico goeldii* (Thomas, 1904).** De todas las especies de primates de presencia potencial en Ecuador, *C. goeldii* fue una de las más esperadas. De hecho, sobre este tema Hershkovitz (1977: 892) mencionó: “*not recorded from Ecuador, where the species certainly occurs*”. Otras fuentes afirman que habita en el país (Emmons & Feer, 1999): “*below 500 m along eastern base of Andes only*” (Williams, 1996: 390) y dentro del Bajo Napo, entre las provincias de Sucumbíos y Orellana, a ambos lados del curso del río Napo (Freile & Santander, 2005: 427); mientras que otra fuente indica que la presencia de *C. goeldii* “en la Amazonía ecuatoriana es probable, toda vez que no existe una barrera geográfica que limite su distribución, en especial a lo largo de la frontera con Perú” (Tirira, 2018b).

Este primate tiene amplia distribución en la Amazonía occidental, aunque sus registros son dispersos y discontinuos (Hershkovitz, 1977; Rylands et al., 2009). Se encuentra en el suroriente de Colombia, al sur del río Caquetá, el oeste de Brasil, el este de Perú y el norte de Bolivia (Rylands & Mittermeier, 2013b). Debido a la sospecha de que habita en Ecuador varios mapas han incluido a su territorio dentro de su área de distribución (Emmons & Feer, 1999; Hershkovitz, 1977) o han llegado hasta el límite fronterizo (Cornejo, 2020; Cornejo & Pacheco, 2018; Defler, 2004; Rylands & Mittermeier, 2013b).

La única evidencia de su presencia en el país corresponde a un cráneo sin mandíbula depositado en el American Museum de Nueva York (AMNH 183289), cuyo catálogo indica que el ejemplar fue recolectado por L. Rhue el 17 de septiembre de 1959; la única información sobre su procedencia en la etiqueta de campo es “Ecuador”.

Los resultados del MNE, basado en el análisis de 31 localidades con registros verificados, indican como hábitat idóneo para esta especie toda la Amazonía ecuatoriana (figura 3.20); aunque, durante los estudios de campo, con especial atención a las zonas fronterizas con Colombia, dentro de la provincia de Sucumbíos; y Perú, en la parte baja de los ríos Morona y Santiago, provincia de Morona Santiago, no se obtuvo evidencia de su presencia en territorio ecuatoriano y ninguno de los entrevistados afirmó haber observado este primate.

Varios registros de *C. goeldii* en la parte norte, dentro del departamento de Putumayo, en Colombia, se encuentran a pocas decenas de kilómetros de la frontera con Ecuador y uno llega hasta la frontera, en la margen izquierda del río Putumayo (figura 3.20); por lo tanto, se asume que este río y uno de sus tributarios, los ríos Guamués o San Miguel, actúan como barrera. Por el contrario, su ausencia en la zona limítrofe con Perú es menos comprendida, pues los registros más cercanos a Ecuador se encuentran en la zona de Iquitos, departamento de Loreto, a unos 330 km de distancia y sin barreras naturales aparentes.

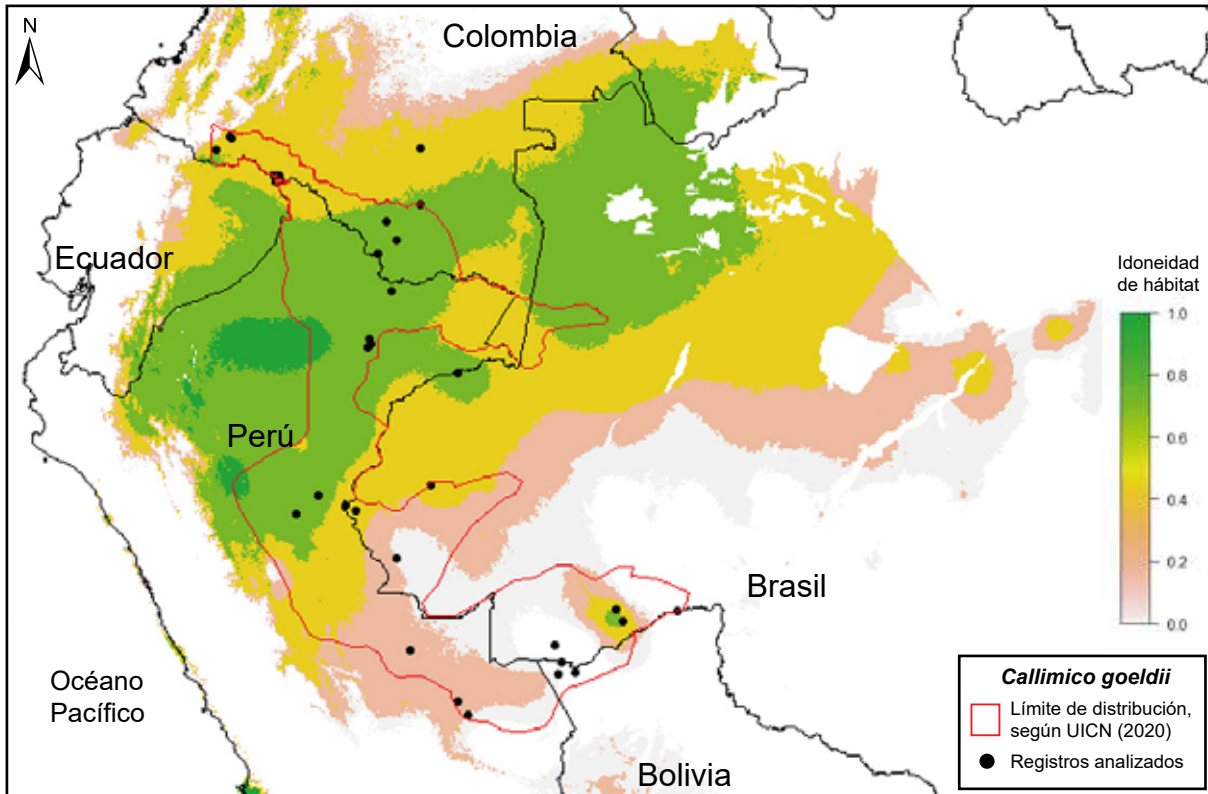


Figura 3.20. Modelamiento de nicho ecológico para *Callimico goeldii*. Idoneidad de hábitat superior a 20 % se consideró adecuada para la presencia de una especie.

Aunque los resultados confirman que esta especie no habría llegado a Ecuador, todavía restan por realizar estudios en varias zonas limítrofes con Perú que presentan extensas áreas de bosque, en particular en el sistema interfluvial de los ríos Curaray, Conambo y Corrientes, una de las zonas con menos información de primates dentro del Ecuador.

***Leontocebus fuscus* Lesson, 1840.** La distribución de esta especie se restringe a una extensa franja entre los ríos Caquetá y Putumayo, que abarca el suroriente de Colombia y el noroccidente de Brasil (Rylands & Mittermeier, 2013b). La cercanía de algunos registros a la frontera con Ecuador, próxima a la margen izquierda del río Putumayo, hizo sospechar que esta especie podría estar presente en el país.

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *L. fuscus* en el centro y nororiente de la Amazonía ecuatoriana (figura 3.21), dentro de las provincias de Sucumbíos, Orellana y Pastaza; aunque, debido a su área de distribución, su presencia solo sería esperada en Sucumbíos. El único taxón de tamarín que se registró durante el estudio de campo efectuado en esta provincia fue *L. nigricollis graellsii* y ninguno de los entrevistados afirmó conocer a la otra especie.

La principal barrera para la ausencia de *L. fuscus* en territorio ecuatoriano se considera que es el río Putumayo, que sirve de límite internacional entre los dos países y, en este caso específico, ha actuado como una barrera natural que ha restringido su distribución hacia el sur.

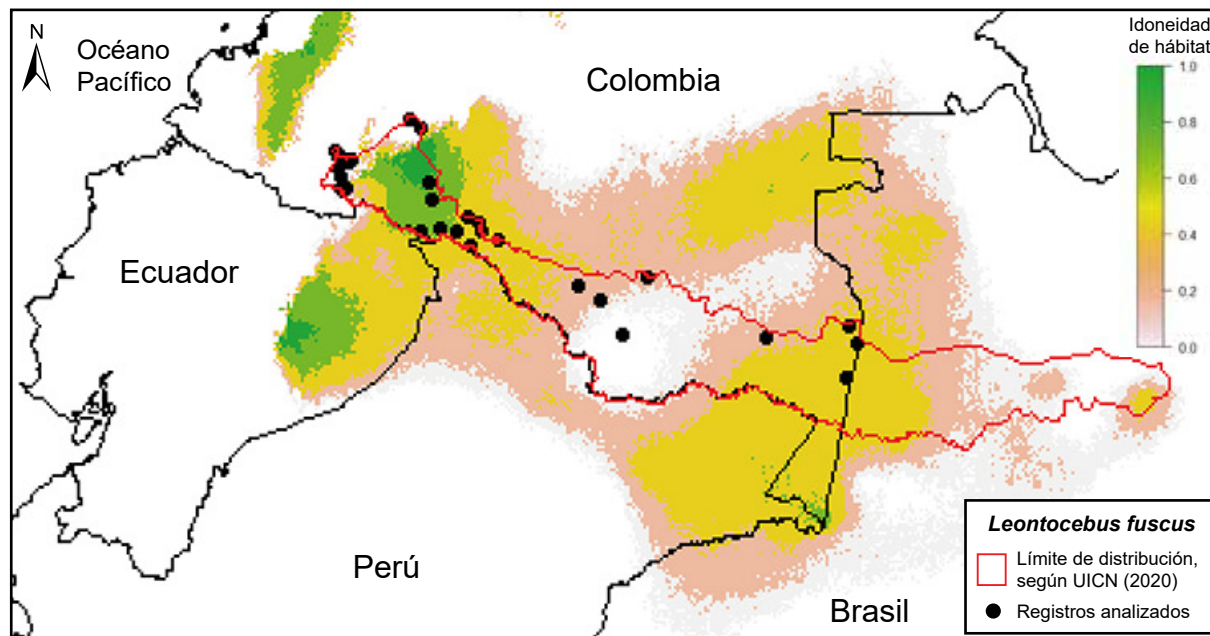


Figura 3.21. Modelamiento de nicho ecológico para *Leontocebus fuscus*. Idoneidad de hábitat superior a 20 % se consideró adecuada para la presencia de una especie.

***Leontocebus nigricollis nigricollis* (Spix, 1823).** Este taxón habita entre los ríos Putumayo y Napo-Amazonas, en la Amazonía nororiental de Perú, en el trapecio de Leticia, en Colombia, y en el extremo noroccidental de Brasil (Rylands & Mittermeier, 2013b); sin embargo, Groves (2005) consideró que también habitaba en Ecuador, junto con *L. n. graellsii*. Si bien sus límites occidentales de este taxón no son bien conocidos, se sospecha que alcanza hasta los bosques inundados que se forman a lo largo del río Tamboryacu (Rylands & Mittermeier, 2013b), a unos 170 km de la frontera con Ecuador y sin la presencia de barreras naturales evidentes.

Los resultados del MNE, en base a 30 registros verificados, indican que existe idoneidad de hábitat para esta subespecie en la Amazonía centro y suroriental del país, dentro de las provincias de Orellana, Pastaza y Morona Santiago; mientras que apenas una pequeña parte de hábitat idóneo aparece en el noroccidente de la provincia de Sucumbíos (figura 3.22), en donde, por distribución y ausencia de barreras geográficas, se esperaría encontrar a este taxón.

En el United States National Museum de Washington D. C. está depositada una piel rellena (USNM 3341) de esta subespecie, la cual fue recolectada en 1937 por W. E. Moore y cuya única información de procedencia dice "Río Napo, Ecuador". Es posible que este ejemplar fue capturado en la parte baja del río Napo, próxima a la desembocadura del río Curaray, pues en el mismo museo están depositadas otras seis pieles de primates recolectadas por la misma persona y con la misma información de procedencia; entre ellas dos corresponden a *Sapajus apella*, un primate cuyo límite de distribución se atribuye que es el río Curaray (más detalles véase en el capítulo IV: Actualización de la distribución geográfica). Esta localidad perteneció a Ecuador hasta inicios de la década de 1940, cuando pasó a formar parte de Perú después de la firma del tratado de límites de Río de Janeiro de 1942 (Tirira, en prensa).

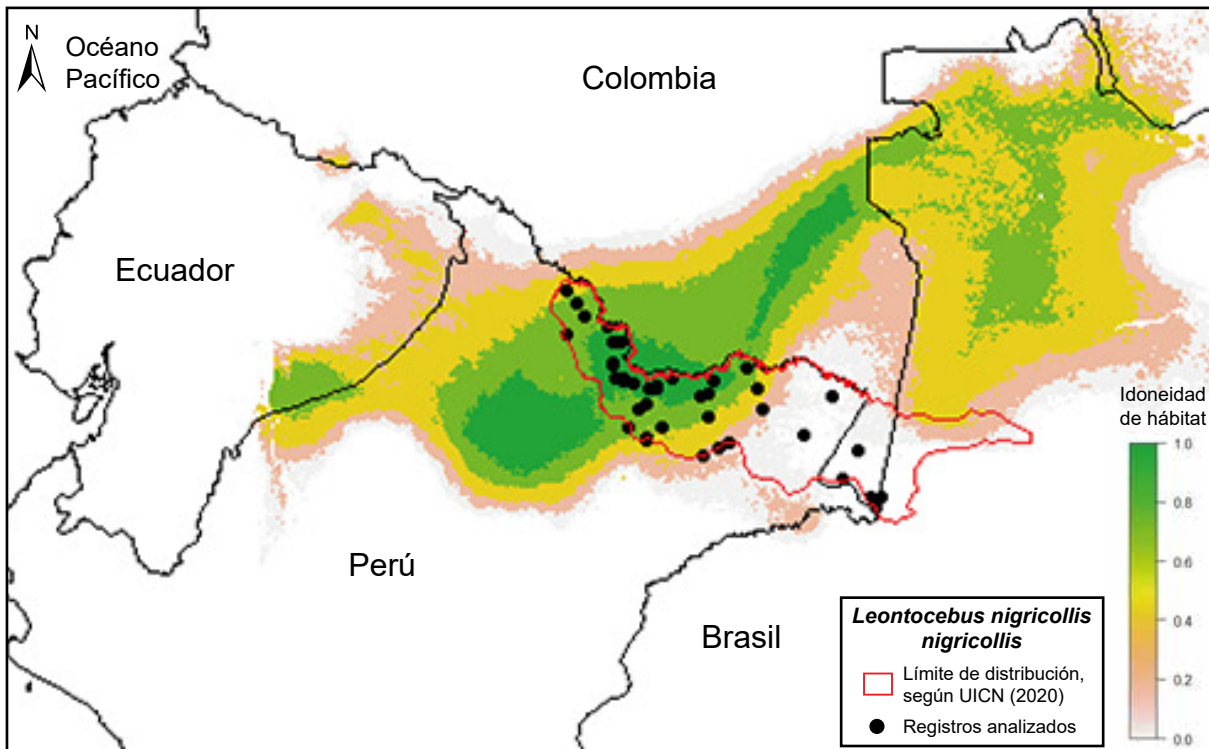


Figura 3.22. Modelamiento de nicho ecológico para *Leontocebus nigricollis nigricollis*. Idoneidad de hábitat superior a 20 % se consideró adecuada para la presencia de una especie.

***Mico melanurus* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1812).** Existe un reporte histórico que documenta esta especie (referida como *Midas melanura*) en “Canelos (Equatore)”, provincia de Pastaza (Cornalia, 1854). Este primate habita en el centro sur de Brasil, Bolivia y norte de Paraguay (Rylands & Mittermeier, 2013b), a más de 2000 km de distancia de la frontera con Ecuador, por lo cual su presencia en el país no es probable. Las únicas especies de tamarines presentes en Canelos (*Cebuella pygmaea* y *Leontocebus lagotus*) son diferentes de la aquí mencionada por lo que no cabe duda de que se trata de un error de identificación.

***Saguinus mystax* (Spix, 1823).** En el American Museum de Nueva York está depositada una piel (AMNH 76827) recolectada en 1926 por la familia Olalla, cuya localidad de procedencia dice “Quito, Pichincha, Ecuador”. Esta especie habita al sur de los ríos Marañón y Amazonas, dentro de Perú y Brasil, a casi 400 km de distancia de la frontera con Ecuador (Rylands & Mittermeier, 2013b), por lo tanto, este registro se encuentra fuera de su área de distribución y es posible que corresponde a un caso de tráfico o mascotismo.

***Saguinus oedipus* (Linnaeus, 1758).** Esta especie es endémica del noroccidente de Colombia, en el área próxima a la costa del Caribe (Rylands & Mittermeier, 2013b) y a unos 700 km de distancia de Ecuador; sin embargo, existen cuatro reportes distintos que indican su presencia en el país:

- Tobar (1876), incluyó a *Midas Oedipus* [sic] dentro de la lista de mamíferos del Ecuador, sin mencionar más datos.

- En el American Museum reposa un ejemplar (AMNH 35103) recolectado en 1907 por F. S. Goodwin y cuya única información de procedencia es “Ecuador”.
- En el Museo Municipal de Guayaquil están depositados dos ejemplares (MMG 92, 93), recolectados en 1962 por Luis A. Pérez (Meza Andrade, 2018; Zavala-Becilla, 2017). Su localidad de procedencia dice “Alto Amazonas, Oriente Ecuatoriano” y en la etiqueta de campo se puede leer “Ejemplar único colectado en el país”, en alusión a que la persona que escribió la nota consideró que se trataba del primer registro para Ecuador.
- Jiménez-Uzcátegui et al. (2007), reportaron el decomiso de un ejemplar en cautiverio en 2005 en la isla San Cristóbal, provincia de Galápagos.

A pesar de esta información, dada la distribución restringida de este primate y su fácil identificación no queda duda de que los registros que mencionan a Ecuador como origen corresponden a errores de ubicación geográfica o a ejemplares cautivos.

***Cebus olivaceus* Schomburgk, 1848.** En el catálogo del Field Museum de Chicago se menciona un ejemplar (FMNH 317) recolectado en 1907 por Henry A. Ward y cuya única información de procedencia dice “Ecuador”; sin embargo, este individuo no fue encontrado durante la visita a la colección. Esta especie no es esperada en el país pues su distribución se restringe al noroccidente de Sudamérica, al norte de los ríos Negro y Amazonas, dentro de Brasil, Venezuela y las Guayanas (Rylands & Mittermeier, 2013c), a una distancia de más de 1200 km de la frontera con Ecuador.

***Saimiri boliviensis* (I. Geoffroy Saint-Hilaire y de Blainville, 1834).** Se trata de una especie de primate que habita al sur del río Amazonas, en el centro y suroriente de Perú, el oeste de Brasil y el norte de Bolivia (Rylands & Mittermeier, 2013c), a más de 400 km de distancia de la frontera con Ecuador; sin embargo, en el Bioparque Amaru, en la ciudad de Cuenca, provincia de Azuay, existen algunos ejemplares que han sido decomisados por personal del MAAE.

***Aotus nigriceps* Dollman, 1909.** En 2017 se encontró en el Centro de Rescate Yanacocha, en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, un ejemplar de *Aotus* no identificado. Para conocer su identidad se le extrajo una muestra de sangre que fue incluida en el análisis genético realizado con sus congéneres (figura 3.17). Los resultados indican que se trata de *A. nigriceps*, una especie presente al sur de los ríos Marañón y Amazonas, al oeste Brasil, el norte de Bolivia y el este de Perú, al sur del río Huallaga (Fernández-Duque et al., 2013), esto es una distancia de al menos 400 km de la frontera con Ecuador; por lo tanto, su presencia en el país no es esperada.

***Aotus zonalis* Goldman, 1914.** Este primate se encuentra a lo largo de la costa pacífica de Colombia y la mayor parte de Panamá, en su mayoría dentro de lo que corresponde con la biorregión del Chocó (Defler, 2004; Fernández-Duque et al., 2013). Debido a su amplia distribución y a la similitud del hábitat que existe entre el suroccidente de Colombia y el noroccidente de Ecuador

varias publicaciones han mencionado que habita hasta la frontera ecuatoriana (Defler, 2004, 2010; Eisenberg, 1989; Fernández-Duque et al., 2013).

El MNE realizado, sobre la base de 47 registros confirmados de *A. zonalis*, indica que existe hábitat idóneo para esta especie en Ecuador dentro de la mayor parte de la provincia de Esmeraldas (figura 3.23); sin embargo, en la revisión efectuada, tanto en la literatura como en ejemplares de museo, no se encontró información sobre esta especie para el país. Tampoco se registró evidencia alguna durante el estudio de campo ni en las entrevistas realizadas a los pobladores locales.

El registro más austral confirmado para esta especie corresponde a una piel recolectada en 1959 (FMNH 88471), procedente de río Mechengue (02°40'00"N, 77°12'00"W, 1130 m de altitud), una localidad en el departamento de Cauca, a unos 200 km de la frontera con Ecuador.

Si bien el hábitat en Ecuador es adecuado para *A. zonalis*, al parecer la especie no habría llegado al país. Entre el departamento de Cauca, en Colombia, y la frontera con Ecuador, existen algunos ríos que pueden haber limitado su distribución. Entre ellos, los de mayor importancia, de norte a sur, son: Patía, Mira y San Juan. Este último sirve de frontera con Ecuador y es uno de los principales tributarios del Mira, río que a su vez habría limitado la distribución de otro primate (*C. c. capucinus*), según se propone en el estudio de distribución (más detalles en el capítulo IV).

***Cheracebus medemi* (Hershkovitz, 1963).** Este primate, endémico de Colombia, habita entre los ríos Caquetá y Putumayo, que forman su límite norte y sur, respectivamente; sin embargo, sus bordes occidental y oriental son poco conocidos (Ferrari et al., 2013). Esta especie se consideró de presencia

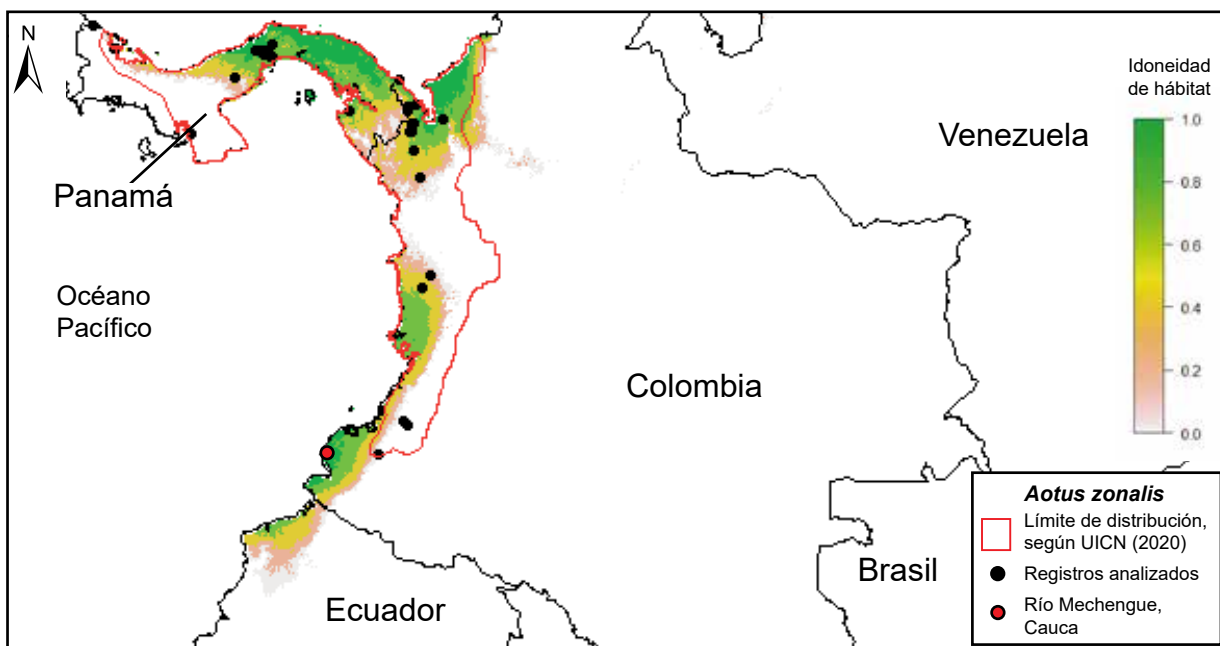


Figura 3.23. Modelamiento de nicho ecológico para *Aotus zonalis*. Idoneidad de hábitat superior a 20 % se consideró adecuada para la presencia de una especie.

probable en Ecuador debido a que su distribución va paralela a la línea de frontera y a la cercanía de varios registros separados por menos de 50 km de distancia, en la margen izquierda del río Putumayo.

El MNE, basado en nueve registros confirmados (de 31 obtenidos), indica dos áreas con hábitat idóneo en Ecuador (figura 3.24), una en el nororiente de la provincia de Sucumbíos y contigua con el área de distribución conocida para la especie; y otra que se extiende desde el centro sur de esta provincia, a la altura de Lago Agrio, hasta las provincias de Napo, Orellana y Pastaza.

Los estudios de campo y las entrevistas realizadas no presentaron evidencia de su presencia en territorio ecuatoriano. Se considera que el río Putumayo actuó como una barrera que ha restringido su distribución hacia el sur.

***Plecturocebus cupreus* (Spix, 1823).** En el museo de la Escuela Politécnica Nacional de Quito se conserva una piel (MEPN 7887) de esta especie, cuya única información disponible es “Ecuador”. Este primate habita al sur de los ríos Ucayali y Amazonas, en Perú y Brasil (Ferrari et al., 2013), esto es una separación de casi 400 km de Ecuador; por lo tanto, su presencia en el país no es esperada.

***Pithecia hirsuta* Spix, 1823.** Este primate habita entre los ríos Caquetá y Napo-Amazonas, en la Amazonía de Colombia, Perú y el noroccidente de Brasil (Marsh, 2014). Debido a su relativa cercanía a Ecuador (el registro más próximo confirmado se encuentra a 140 km de la frontera) y a la aparente continuidad del bosque, sin la presencia de barreras naturales (ríos o cordilleras), se escogió a esta especie para el MNE. El análisis, basado en 27 registros confirmados, indica que no existe hábitat idóneo para la especie en Ecuador (figura 3.25); por lo cual, su presencia no sería esperada.

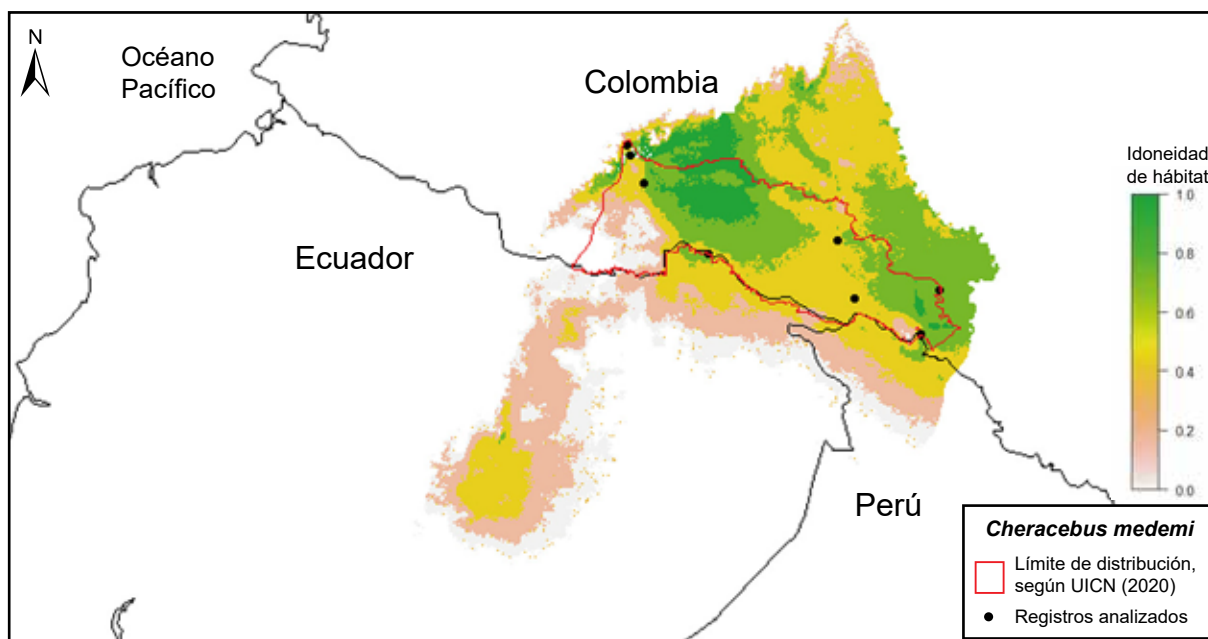


Figura 3.24. Modelamiento de nicho ecológico para *Cheracebus medemi*. Idoneidad de hábitat superior a 20 % se consideró adecuada para la presencia de una especie.

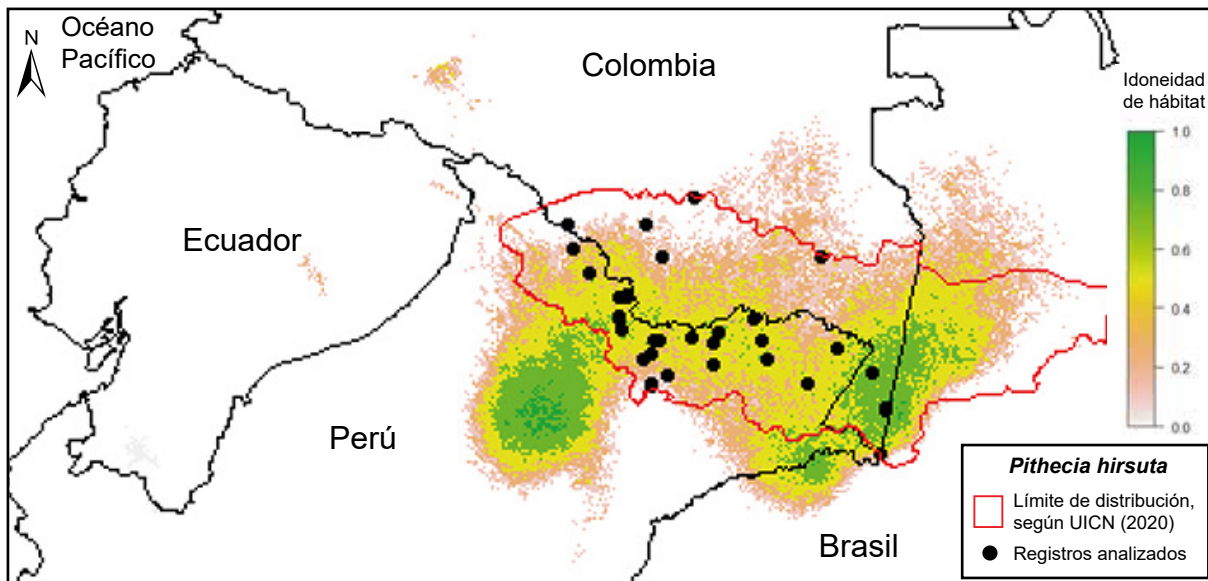


Figura 3.25. Modelamiento de nicho ecológico para *Pithecia hirsuta*. Idoneidad de hábitat superior a 20 % se consideró adecuada para la presencia de una especie.

***Pithecia pithecia* (Linnaeus, 1758).** En el Zoological Museum of Amsterdam se conserva un ejemplar (ZMA 11346) sin más datos que “Ecuador”. Esta especie se restringe a la Amazonía noroccidental de Brasil, las Guayanas y el sur de Venezuela, al norte del río Amazonas (Marsh, 2014), distancia que implica una separación de más de 1800 km con respecto a Ecuador; por lo tanto, su presencia en el país no es esperada.

***Chiropotes satanas* (Hoffmannsegg, 1807).** Este primate habita en el noroeste de Brasil y al sur del río Amazonas (Ferrari et al., 2013), a más de 2500 km de distancia de la frontera con Ecuador; sin embargo, Tobar (1876), al parecer basado en una ilustración que apareció publicada en Chenu (1851: 230), indica que *Pithecia nigra* habita en el país. Este nombre binomial es considerado un sinónimo menor de *C. satanas* (Groves, 2005; Trouessart, 1897). Es posible que Tobar quiso referirse a una especie de *Pithecia* (sensu stricto), dado que también hace alusión a este taxón como “sakis ó saguinos”.

***Ateles chamek* Humboldt, 1812.** Cornejo et al. (2018) indican que este primate habita en la Amazonía de Ecuador, al parecer sobre la base de un ejemplar proveniente del río Morona. La distribución de *A. chamek* se restringe al sur del río Marañón-Amazonas y al este del río Ucayali, en la Amazonía centro oriental de Perú, a más de 440 km de distancia (Rylands & Mittermeier, 2013a); por lo tanto, se considera improbable que habite en Ecuador. Sin embargo, en el estudio de campo efectuado en la provincia de Zamora Chinchipe, algunos indígenas shuar indicaron conocer una forma de *Ateles* de color negro, similar a esta especie, información que permite deducir que existirían ejemplares melánicos de *A. belzebuth* en la Amazonía suroriental de Ecuador.

***Ateles paniscus* (Linnaeus, 1758).** En la provincia de Santa Elena se encontró un individuo en cautiverio afín a *A. fusciceps*, aunque con un color rojo pálido alrededor de sus ojos, nariz y hocico

que indicaba ser una identidad diferente. En base a un análisis genético de *Cyt-b*, con muestras de heces, se determinó que se trataba de *A. paniscus* (A. L. Morales-Jiménez, com. pers.), una especie de primate que habita en las Guayanas y el noreste de Brasil (Rylands & Mittermeier, 2013a), a unos 1600 km de la frontera con Ecuador. Luego de indagar sobre el origen de esta ejemplar, se confirmó que había sido introducido al país por un circo hasta que fue decomisado por personal del MAAE.

***Lagothrix flavicauda* (Humboldt, 1812).** Este es uno de los primates más raros y amenazados de la región Neotropical (Shanee et al., 2019), cuya presencia se restringe al norte de Perú, en las estribaciones orientales de los Andes, entre los ríos Marañón y Huallaga (Rylands & Mittermeier, 2013a), a unos 100 km de la frontera con Ecuador; sin embargo, se ha mencionado que su presencia podría ser esperada en Ecuador (Mittermeier et al., 1975). Un ejemplar cautivo de esta especie fue encontrado en un zoológico privado de Ecuador (Shostell & Ruiz-García, 2016), registro que se atribuye corresponde a un caso de tráfico, pues a pesar de la cercanía al país, su presencia no es probable debido a las características ecológicas y barreras geográficas que separan ambas áreas.

3.5.4. Estudios taxonómicos necesarios

La compleja geografía del Ecuador y la presencia de varios ríos que actúan como barreras naturales para determinadas especies (véase capítulo IV) indican que podrían existir diferencias genéticas y taxonómicas entre las poblaciones de algunos de los 22 taxones de primates actualmente reconocidos, cuyos resultados podrían conllevar no solo al reconocimiento de nuevos taxones, sino también a una mejor comprensión de la biogeografía de estas especies y de sus relaciones filogeográficas. Con este objetivo se elaboró una tabla que resume los estudios taxonómicos necesarios para ciertos taxones en función de las diferentes poblaciones identificadas en el país (tabla 3.8).

En este caso, una población se consideró como el conjunto de individuos de una misma especie que presenta cohesión reproductiva, lo cual implica que puede existir, en condiciones naturales, el intercambio de material genético entre los individuos (Margalef, 1974). Por lo tanto, se consideró que poblaciones naturales de ciertos primates que se encuentran separadas principalmente por los ríos Aguarico, Napo, Pastaza y Santiago no tienen cohesión reproductiva al no existir o ser baja la probabilidad de intercambio genético entre ellas.

3.6. Conclusiones

- Se confirma la presencia de 21 especies y 22 taxones de primates para el Ecuador, correspondientes a 12 géneros y cinco familias; en adición, se sospecha que otros cinco taxones podrían estar presentes, con lo cual, la riqueza potencial de primates del país podría alcanzar los 27 taxones. En consecuencia, se descarta la primera hipótesis:

“La riqueza de primates del Ecuador es conocida y no se espera la adición de especies nuevas.”

Tabla 3.8. Estudios taxonómicos necesarios para los primates de presencia confirmada en el Ecuador.

Taxón	Estudios taxonómicos necesarios		Poblaciones naturales
	Intraespecífico	Interespecífico	
<i>Cebuella pygmaea</i>	Sí	-	4
<i>Leontocebus lagonotus</i>	Sí	-	2–3
<i>Leontocebus nigricollis graellsii</i>	Sí	-	2–3
<i>Leontocebus tripartitus</i>	-	-	1
<i>Cebus aequatorialis</i>	-	Sí	1
<i>Cebus albifrons</i>	-	-	1
<i>Cebus capucinus capucinus</i>	-	-	1
<i>Sapajus apella</i>	-	-	4
<i>Saimiri cassiquiarensis macrodon</i>	Sí	-	5
<i>Aotus lemurinus</i>	-	Sí	1
<i>Aotus vociferans</i> (sensu lato)	Sí	-	5
<i>Cheracebus lucifer</i>	Sí	-	2
<i>Plecturocebus discolor</i>	Sí	-	4
<i>Pithecia aequatorialis</i>	-	Sí	1
<i>Pithecia milleri</i>	-	Sí	2
<i>Pithecia napensis</i>	Sí	Sí	2
<i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	-	-	2
<i>Alouatta seniculus</i>	-	-	1
<i>Ateles belzebuth</i>	-	-	1
<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>	-	-	1
<i>Lagothrix lagothricha lagothricha</i>	-	Sí	1
<i>Lagothrix lagothricha poeppigii</i>	Sí	-	3

- La mayor riqueza de primates y el recambio de taxones se agrupa de forma diferente en el país, con mayor concentración hacia la región Amazónica, el piso zoogeográfico Tropical Oriental (17 taxones) y tres unidades biogeográficas en el nororiente del país (cada una con 14 taxones); la provincia de Sucumbíos reúne al mayor número de taxones confirmados: 14; mientras que la zona de mayor riqueza se concentra en la Amazonía centro (provincia de Pastaza). En consecuencia, se descarta la segunda hipótesis:

“La riqueza de primates y el recambio de especies (o taxones) se distribuye de forma homogénea en el Ecuador.”

- Las áreas protegidas con mayor riqueza de primates fueron el PN Yasuní y la RE Cofán-Bermejo, cada una con 11 taxones. Otras áreas protegidas con un alto número de taxones fueron la RPF Cuyabeno, la RB Limoncocha y la mayoría de aquellas presentes en las estribaciones centro y nororientales de los Andes.
- El análisis de abundancia identificó que los registros de primates no son consistentes y pueden variar entre distintas localidades y provincias de país: nueve taxones fueron abundantes en diferentes escenarios y otros 12 resultaron ser raros.

Pithecia milleri (foto de Diego Tirira)

**Capítulo IV:
Actualización sobre la
distribución geográfica de
los primates del Ecuador**

Capítulo IV: Actualización de la distribución geográfica de los primates del Ecuador

4.1. Resumen

La evidencia sugiere que existen importantes vacíos de conocimiento sobre la distribución de la mayoría de los primates neotropicales, en especial sobre las especies pequeñas y de distribución restringida. El objetivo de esta investigación fue obtener una perspectiva actual de la distribución (extensión de presencia, distribución potencial y actual) de los primates del Ecuador y resolver algunas de las lagunas de conocimiento identificadas. En base a los registros conocidos se dibujó un polígono mínimo convexo para cada taxón, que corresponde a la extensión de presencia, para luego, mediante la sobreposición de una capa de cobertura vegetal remanente (para 2018), obtener la distribución actual. Para este análisis se recolectaron 8580 registros de presencia de los 22 taxones de primates ecuatorianos: 5125 registros fueron validados y 2405 se utilizaron para un análisis de modelamiento de nicho ecológico con el programa Maxent. Los resultados presentan nuevas y extendidas distribuciones para algunos taxones (*Cebuella pygmaea*, *Leontocebus nigricollis graellsii*, *Sapajus apella*, *Cheracebus lucifer*, *Pithecia aequatorialis* y *P. napensis*), importantes reducciones para otros (*Leontocebus lagonotus*, *L. tripartitus*, *Cebus capucinus capucinus*, *Aotus lemurinus*, *Plecturocebus discolor*, *Pithecia milleri*, *Ateles fusciceps fusciceps* y *Lagothrix lagothricha lagothricha*), y en otros poco variaron frente a las distribuciones previamente conocidas (*Cebus aequatorialis*, *C. albifrons*, *Saimiri cassiquiarensis macrodon*, *Aotus vociferans*, *Alouatta* spp., *Ateles belzebuth* y *Lagothrix lagothricha poeppigii*). También se incluye un análisis de la distribución altitudinal de los taxones, una revisión de las barreras naturales que han limitado su distribución y se presentan los vacíos de conocimiento identificados para cada taxón. Si bien todavía subsisten algunos vacíos de información para varios taxones, esta investigación ha permitido tener una perspectiva completa de la distribución de los primates ecuatorianos, además de ser la base para el desarrollo de estudios sobre la riqueza (capítulo III) y el estado de conservación (capítulos V y VI) de este grupo de mamíferos.

4.2. Introducción

Dentro de los mamíferos neotropicales, los primates son considerados como uno de los grupos mejor conocidos debido a la relativa facilidad con que son identificados y observados en la naturaleza (Harcourt, 2000; Rowe, 1996). Sin embargo, al revisar sus límites de distribución, en particular de las especies medianas y pequeñas, es evidente que subsisten lagunas de conocimiento y áreas de distribución mal comprendidas (Rylands et al., 2011; Tirira, 2018b). Algo que no apoya el desarrollo de estrategias de conservación, pues no es posible emprender acciones efectivas cuando el conocimiento de la distribución de las especies es deficiente (Tirira, De la Torre, et al., 2018b).

El área de distribución de una especie se define como el espacio geográfico donde está presente y existe interacción con el ecosistema (Zunino & Zullini, 2003). Este espacio es delimitado por factores bióticos y abióticos que influyen en la capacidad que la especie tiene para sobrevivir y reproducirse de forma adecuada (Cox & Moore, 2005).

Para representar el área de distribución de una especie, de forma tradicional, se han desarrollado mapas basados en el criterio de expertos que examinaron registros de campo y las condiciones bajo las cuales se recolectaron las muestras, como el hábitat y la elevación, para luego trazar los límites potenciales de distribución en base a la extrapolación de estas condiciones. Este ha sido un criterio utilizado desde los primeros mapas de distribución conocidos para primates ecuatorianos (Hershkovitz, 1966, 1977, 1982; Hill, 1960, 1962), que posteriormente fueron actualizados por varios autores (De la Torre, 2000; Tirira, 2001a, 2007, 2017), y este es el criterio que la Lista Roja de la UICN (2020) utiliza en la actualidad.

Los modelos de distribución potencial involucran el uso de registros de presencia para desarrollar modelos predictivos basados en variables ambientales, cuyo objetivo es predecir un modelo de nicho ecológico que muestre en dónde habitaría una especie de acuerdo con las condiciones que existen en las localidades de presencia (Baldwin et al., 2014; Prieto-Torres & Pinilla-Buitrago, 2017). El concepto de nicho ecológico tuvo su origen a principios del siglo XX, cuando algunos investigadores buscaron establecer el papel de las especies y su hábitat ocupado (Pocheville, 2015). La definición de nicho ecológico más utilizada, que es la clave para los actuales modelos de distribución de especies, dice: “*an n-dimensional hypervolume is defined, every point in which corresponds to a state of the environment which would permit the species S_i to exist indefinitely*” (Hutchinson, 1957).

Según este criterio, el área de distribución de una especie es el resultado de la combinación de tres condiciones y varios factores que interactúan, conocido como el diagrama BAM (Soberón & Peterson, 2005): (1) el área B contiene el ambiente biótico adecuado para una especie y sus interacciones mutualistas (e.g. huéspedes, plantas alimenticias, polinizadores, dispersores de semillas, entre otros); además, no hay competidores fuertes que la excluyan, depredadores que la exterminen o enfermedades especializadas; (2) el área A implica que las condiciones ambientales (abióticas) deben ser favorables para su supervivencia y reproducción; y (3) el área M es el espacio accesible para la especie desde un tiempo dado y desde áreas de distribución establecidas en un tiempo ecológico. El diagrama BAM se utiliza para deducir cómo la variación espacial y temporal puede afectar la distribución de una especie (Cuervo-Robayo et al., 2017).

Los modelos de distribución también buscan conocer las áreas de presencia de especies con problemas de conservación o aquellas con características particulares, mediante la definición de áreas de importancia hacia donde se deben dirigir los esfuerzos de protección, así como evaluar las brechas espaciales de las iniciativas de conservación existentes (Gallo-Viracocha et al., en prep.; Pliscoff & Fuentes-Castillo, 2011; Tirira & Gallo-Viracocha, 2020).

En las últimas dos décadas se han desarrollado diversos algoritmos basados en variables ambientales (Boria et al., 2014; Ingberman et al., 2016) y se han multiplicado los estudios con estas herramientas para conocer las áreas de distribución de primates y de otros organismos, tanto de forma teórica como para mejorar las diferentes técnicas y algoritmos (Cuervo-Robayo et al., 2017; Gomes et al., 2018; Pliscoff & Fuentes-Castillo, 2011), como casos prácticos enfocados en conocer la distribución de especies desconocidas (Chetan et al., 2014; Pinto et al., 2016; Tirira, Camacho, et al., 2016), para ver los efectos del cambio climático sobre las poblaciones (Luo et al., 2015; Meyer et al., 2014; Zhang et al., 2018), para definir sus aplicaciones en aspectos de manejo y conservación (Campos & Jack, 2013; Ingberman et al., 2016; Prieto-Torres & Pinilla-Buitrago, 2017; Prieto-Torres & Rojas-Soto, 2016; Vale et al., 2015), entre otros aspectos.

Sin embargo, el modelamiento de nicho ecológico (MNE) no es suficiente para conocer la distribución de una especie, ya que existen otros factores, como barreras geográficas, interacciones bióticas, adaptación y cambios antropogénicos al ambiente que limitan la dispersión y restringen el espacio geográfico que una especie puede ocupar dentro de todas las áreas adecuadas (Anderson & Martínez-Meyer, 2004; Ingberman et al., 2016; Phillips et al., 2006; Soberón & Peterson, 2005).

Las barreras pueden ser físicas o biológicas. Las barreras físicas incluyen accidentes geográficos (como ríos y océanos) y topográficos (como montañas y cordilleras), y las barreras biológicas pueden incluir competencia interespecífica y cambios ecológicos, tanto en la vegetación como en el hábitat trófico (Rapoport, 1975). Es frecuente que las barreras geográficas aislen áreas enteras junto con todas las especies que las habitan, lo que facilita eventos de vicarianza, que, a largo plazo, involucran procesos de especiación (Peterson & Cohoon, 1999; Whitaker et al., 2003).

Por lo tanto, es necesario agregar información, hipótesis o supuestos adicionales al MNE para mejorar las distribuciones geográficas (Soberón & Peterson, 2005). Algo que es particularmente importante en el caso de los primates, ya que ríos y cordilleras suelen actuar como barreras geográficas que limitan la distribución de numerosos taxones (Colwell, 2000); sin dejar de lado la territorialidad que tienen muchas especies y la limitada tolerancia que puede existir con sus congéneres, lo que ha limitado las interacciones bióticas entre especies cercanas y cuyas áreas de ocupación han resultado ser mutuamente excluyentes (Mittermeier et al., 2013).

La evidencia actual sugiere que existen brechas de información en los límites de distribución de la mayoría de los primates neotropicales (Mittermeier et al., 2013; UICN, 2020), entre ellos, muchos vacíos de conocimiento aparecen para las especies pequeñas y medianas, además de aquellas registradas con poca frecuencia (Ferrari et al., 2013; Porter et al., 2013; Rylands & Mittermeier, 2013b; Tirira, 2018a, 2018b). Algo evidente en el Ecuador con solo mirar los diferentes mapas de distribución que se han publicado para ciertas especies (De la Torre, 2000; Mittermeier et al., 2013; Tirira, 2001a, 2007, 2017; UICN, 2020), lo cual muestra que la distribución actual de numerosos primates es poco conocida, principalmente debido a los pocos registros y a la falta de información verificada.

Este capítulo apoya la línea de acción 5 del *Plan de Acción para la Conservación de los primates del Ecuador* (Tirira, De la Torre, et al., 2018b), el cual considera que es necesario comprender los patrones de distribución de los primates ecuatorianos para desarrollar acciones efectivas de conservación. En este contexto, este estudio buscó dar respuestas a las brechas de distribución identificadas para los primates del país, confirmar y definir las barreras naturales existentes (Mittermeier et al., 2013; Tirira, 2017, 2018b), presentar nueva evidencia que ayude a comprender los límites de distribución y cerrar algunas lagunas de conocimiento de los taxones.

4.3. Métodos

Para definir la distribución de los primates en el Ecuador se realizaron cinco análisis complementarios: extensión de presencia, distribución potencial, distribución actual, rango altitudinal y barreras naturales.

4.3.1. Extensión de presencia

La extensión de presencia (EOO, por sus siglas en inglés: *extent of occurrence*), se define como el polígono mínimo convexo que contiene el límite imaginario continuo más corto de presencia de un taxón y que abarca todos los sitios conocidos, inferidos o proyectados (UICN, 2012). Para el presente estudio, para cada taxón se tomaron en cuenta todos los registros extremos confirmados de presencia, incluso aquellos reportes históricos (los más antiguos provinieron de la primera mitad del siglo XVIII). Los límites de los polígonos se definieron de acuerdo con las barreras geográficas identificadas o sospechadas (i.e. ríos y cordilleras) y se eliminaron las áreas en donde la mejor información disponible indicaba que el taxón estaba ausente (Ingberman et al., 2016).

4.3.2. Distribución potencial

Se implementó un modelamiento de nicho ecológico (MNE) (Cobos et al., 2018). Este análisis combina información sobre registros de presencia de los taxones estudiados con variables bioclimáticas (Booth et al., 2014). Los pasos seguidos fueron los siguientes:

Filtrado y limpieza de datos. Se realizó un proceso de filtrado y limpieza de datos para obtener registros adecuados que permitan el MNE propuesto (Cobos et al., 2018). Un primer paso fue eliminar todos los registros sin fecha de recolección y aquellos registrados antes de 1950, esto con la finalidad de que los datos no sean demasiado antiguos y estén en relación con las variables ambientales utilizadas, que correspondieron al período 1979–2013 (Karger et al., 2017). La muestra final trabajó con 4353 datos de primates para el Ecuador tomados entre 1950 y 2020 (85 % del total de datos validados).

Para reducir el sesgo derivado de la autocorrelación espacial se eliminaron registros que estaban cerca de una distancia de umbral definida en función de la heterogeneidad de distintos entornos;

a este proceso se lo conoce como “adelgazamiento espacial” y está basado en la heterogeneidad del ambiente (Raghavan et al., 2019). Para hacerlo, se creó una capa con el conjunto completo de variables bioclimáticas usadas para un análisis de heterogeneidad, en donde la varianza fue sometida a un análisis de componentes principales (se usaron los primeros tres componentes) para evaluar cuán diferentes eran las condiciones ambientales en cada píxel evaluado en comparación con una ventana móvil rectangular de 19 celdas.

La capa resultante fue reclasificada en tres clases de valores: altos, intermedios y bajos, basados en una regla de clasificación de cuantiles. Las distancias se definieron de la siguiente manera: 1 km para áreas de alta heterogeneidad, 5 km para valores intermedios y 10 km para áreas con baja heterogeneidad. Los registros reducidos espacialmente se dividieron de forma aleatoria en dos grupos, el 70 % fue utilizado para los modelos de entrenamiento y los restantes para las pruebas. La capa de heterogeneidad espacial se creó con la herramienta SDMtoolbox 2.4 (Brown & Anderson, 2014). Los pasos de limpieza de datos y el adelgazamiento espacial se realizaron con el paquete *ellipsenm* (Cobos et al., 2020) y las funciones base en R 4.0.2 (R Development Core Team, 2019).

Datos ambientales. Para el MNE se utilizaron capas bioclimáticas con una resolución espacial de 30 segundos ($\sim 1 \text{ km}^2$) obtenidas de la base de datos de CHELSA (Climatologies at High Resolution for the Earth's Land Surface Areas) (Karger et al., 2017), que incluye métricas resultantes de diferentes variables climatológicas basadas en datos mensuales de temperatura y precipitación para los años 1979–2013. Este conjunto de variables tiene mayor importancia biológica que el uso de promedios de temperatura y precipitación de forma independiente (Buermann et al., 2008). De las 19 variables bioclimáticas disponibles se usaron 15 [BIO 1 (temperatura media anual ($^{\circ}\text{C} * 10$)), BIO 2 (rango diario medio ($^{\circ}\text{C}$)), BIO 3 (isotermalidad), BIO 4 (estacionalidad de la temperatura (desviación estándar)), BIO 5 (temperatura máxima del mes más cálido ($^{\circ}\text{C} * 10$)), BIO 6 (temperatura mínima del mes más frío ($^{\circ}\text{C} * 10$)), BIO 7 (rango anual de temperatura ($^{\circ}\text{C} * 10$)), BIO 10 (temperatura media del trimestre más cálido ($^{\circ}\text{C} * 10$)), BIO 11 (temperatura media del trimestre más frío ($^{\circ}\text{C} * 10$)), BIO 12 (precipitación anual (mm/año)), BIO 13 (precipitación del mes más húmedo (mm/mes)), BIO 14 (precipitación del mes más seco (mm/mes)), BIO 15 (estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)), BIO 16 (precipitación del trimestre más húmedo (mm/trimestre)) y BIO 17 (precipitación del trimestre más seco (mm/trimestre))] y se excluyeron cuatro [BIO 8 (temperatura media del trimestre más húmedo ($^{\circ}\text{C} * 10$)), BIO 9 (temperatura media del trimestre más seco ($^{\circ}\text{C} * 10$)), BIO 18 (precipitación del trimestre más cálido (mm/trimestre)) y BIO 19 (precipitación del trimestre más húmedo (mm/trimestre))] que combinan información de temperatura y precipitación y se sugiere eliminarlas, debido a que contienen artefactos espaciales y muestran continuidad (Escobar et al., 2014).

Las capas restantes fueron enmascaradas con un área para la calibración del modelo para cada taxón analizado. Se definió una distancia de 50 km alrededor del área resultante que almacenaba los registros de cada taxón (Giovanelli et al., 2010; Phillips et al., 2009). Esta distancia fue establecida en función de la capacidad de dispersión limitada de las especies de interés, pero también con el objetivo

de excluir áreas en donde pudieran existir otros registros, pero no se dispone de información debido a la falta de muestreo (Peterson, 2014).

Una vez establecida el área de calibración, se realizó una prueba de correlación lineal entre las variables y se midió la contribución de cada una dentro de un modelo predeterminado de Maxent 3.4.1 (Phillips et al., 2006, 2017). Se definieron conjuntos de capas específicos por taxón para ser utilizados mediante la selección de variables con valores de $r \leq |0.8|$, que representan altos valores de contribución e importancia de permutación en los modelos de Maxent, y con una implicación notable en la ganancia de entrenamiento regularizado del modelo (se usó una prueba de Jackknife; Peterson & Cohoon, 1999) (Phillips et al., 2017). Para definir la selección de las variables a mantener se tomó como base el conocimiento de la historia natural de cada taxón, en especial cuando dos o más variables compartieron características similares en términos de contribución de la variable y su correlación. Con las variables seleccionadas para cada taxón se crearon distintos conjuntos de candidatos que combinaron tres o más variables por taxón analizado (Cobos, Peterson, Osorio-Olvera, et al., 2019). Los 16 conjuntos que resultaron de las combinaciones de variables se probaron como parte de la calibración del modelo. Los análisis mencionados se efectuaron en el programa R, con los paquetes *ellipsenm* y *kuenm* (Cobos, Peterson, Barve, et al., 2019).

Modelo de nicho ecológico. Para seleccionar los parámetros apropiados de los modelos finales de Maxent se realizó un proceso de calibración del modelo (Cobos, Peterson, Barve, et al., 2019). Se probaron un total de 720 modelos para cada especie y que resultaron de 16 conjuntos de variables, nueve multiplicadores de regularización (0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 2, 3, 4 y 5) y cinco clases de características que definen el tipo de respuesta de la idoneidad a las variables (lq, lp, q, qp y lqp; donde l = lineal, q = cuadrático y p = producto). Para probar el rendimiento del modelo se utilizaron medidas de significación estadística (ROC parcial [*receiver operating characteristic*, característica operativa del receptor]) (Peterson et al., 2008), poder predictivo (tasas de omisión en un umbral modificado de 0.05) (Anderson et al., 2003), y ajuste y complejidad por el *Akaike Information Criteria* (AIC_c) (Warren & Seifert, 2011). Los mejores modelos se definieron como aquellos que eran estadísticamente significativos, que tenían un ROC parcial y una tasa de omisión ≤ 0.05 (o las más bajas cuando estaban por encima del umbral) y valores de delta AIC_c < 2 . La calibración del modelo se realizó mediante *kuenm* (Cobos, Peterson, Barve, et al., 2019) que utiliza el algoritmo de Maxent.

Mediante los parámetros seleccionados durante la calibración se crearon modelos finales con 10 réplicas por *bootstrap*, formato de salida *clog-log* y proyecciones para el Ecuador (solo el área continental). Se evaluó la contribución de las variables en todos los modelos finales en función de la participación directa, la importancia de la permutación y el efecto de la ganancia de entrenamiento regularizada (según el análisis Jackknife) (Peterson & Cohoon, 1999). Se usó el valor de la mediana de las réplicas para representar los resultados de cada especie; cuando se seleccionó más de un conjunto de parámetros durante las calibraciones del modelo, se creó una mediana de consenso entre todas las réplicas de todos los modelos con distintos parámetros.

Los resultados de Maxent se transformaron en formato ráster para obtener el mapa de distribución potencial basado en la disponibilidad de hábitat determinada para cada taxón analizado. Los modelos generados se convirtieron en mapas binarios de 0 y 1 mediante el valor de presencia mínima de 0.134 y una idoneidad de 25 % (Phillips et al., 2006). Los polígonos obtenidos se sobrepusieron con los respectivos mapas de extensión de presencia. Al espacio geográfico resultante, dentro de la extensión de presencia propuesta, se denominó “distribución potencial efectiva” (DPE).

4.3.3. Distribución actual

La distribución actual se obtuvo mediante la superposición de los mapas de extensión de presencia y de distribución potencial con la cobertura vegetal remanente extraída del mapa de uso de suelo del Ecuador (MAE, 2018a). Todo hábitat perdido y no idóneo fue excluido y el bosque remanente se consideró como la distribución actual.

4.3.4. Rango altitudinal

Se utilizaron todos los registros confirmados de cada especie para determinar su rango altitudinal. Los resultados se graficaron en un diagrama de caja que agrupó al 50 % de los datos (percentiles 25–75 y muestra la mediana). Para observar la distribución espacial de los datos se realizó un diagrama de dispersión basado en la longitud.

4.3.5. Barreras naturales

Las barreras naturales para cada taxón de primate se definieron en base al análisis de los mapas de extensión de presencia y distribución potencial obtenidos, además de los datos de campo y la información de los pobladores locales. Se consideraron cuatro tipos de barreras, dos basadas en factores físicos y dos en biológicos (Rapoport, 1975):

Barreras topográficas. Son elementos físicos que limitan la distribución debido al cambio en la altitud, que a su vez tiene relación con el aumento o la disminución de la temperatura. La más importante barrera topográfica considerada fue la cordillera de los Andes, compuesta en el Ecuador por dos ramales, uno occidental y otro oriental. Otros accidentes topográficos considerados fueron las cordilleras Toisán, de la Costa, de Chilla, de los Guacamayos, Napo-Galeras, del Kutukú, de Shaimi y del Cóndor; además de los contrafuertes Cabeza de Toro, Muralla, de Tzunantza y San Francisco, los volcanes Sumaco y El Reventador; y los cerros Narihuiña, Sur Pax, Negro y Pan de Azúcar (figura 2.3).

Barreras geográficas. Son accidentes que limitan la distribución de una especie debido a la forma del espacio terrestre. La principal barrera de este tipo fue el perfil costero que limita con el océano Pacífico; también se incluyeron los principales ríos que discurren por la geografía del país, a ambos lados de los Andes (figura 2.4).

Barreras bióticas. Se consideraron áreas de posible competencia interespecífica entre taxones cercanos que podrían limitar la presencia de uno o de ambos taxones e impedir la simpatria entre ellos.

Barreras ecológicas. Se consideraron los cambios en la vegetación derivados de las condiciones climáticas. Fueron de dos tipos, uno debido a la precipitación, que apareció en la Costa centro y sur del Ecuador, en áreas xerofíticas dominadas por vegetación de tipo arbustiva; y otro debido a la altitud y al aislamiento, que aparece en las partes altas de las cordilleras del Cóndor y del Kutukú, a partir de los 1900 m de altitud, en zonas que habitualmente podrían albergar varias especies de primates; sin embargo, en estas áreas la vegetación puede ser arbustiva y herbácea, similar a los páramos andinos de mayor altitud, rodeada por bosques bajos (con un dosel de 5–7 m) (MAE, 2013a).

Todos los análisis espaciales y geográficos indicados se realizaron con el programa ArcGIS 10.6.1; los análisis estadísticos se efectuaron en el programa SPSS Statistics 22; mientras que varias curvas y cálculos se efectuaron en Excel.

4.4. Resultados y discusión

Se levantó una base de datos con 8581 registros correspondientes a los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador; de ellos, una vez que se eliminaron los duplicados y los datos erróneos o con inconsistencias, se validaron 5058 registros (59 %). Para el MNE se eliminaron los datos anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, con esto, los modelos se corrieron con 2405 ubicaciones independientes (un 48 % del total de registros validados y un 28 % del total de datos ingresados en la base); además, en los análisis se incluyeron 1385 registros provenientes de otros países dentro del rango de distribución de los taxones, para un total de 3790 ocurrencias analizadas.

4.4.1. *Cebuella pygmaea* (Spix, 1823)

Se trata del primate más pequeño del mundo, una especie poco común y con distribución discontinua, frecuente en una zonas, pero ausente en otras (De la Torre & Tirira, 2018b; Rylands & Mittermeier, 2013b; Tirira, 2017). Esta especie también está presente en el sur de Colombia, el norte de Perú y el noroeste de Brasil, al sur de río Caquetá-Japurá y al norte de los ríos Amazonas y Marañón (Boubli et al., 2018). Para el análisis de distribución propuesto se obtuvieron 315 registros de *C. pygmaea* procedentes de Ecuador; una vez eliminados los duplicados y los datos no confirmados se trabajó con 181 registros distribuidos en cuatro provincias de la Amazonía norte y centro del país: Sucumbíos (75), Orellana (75), Pastaza (25) y Napo (6). Además, se obtuvieron registros en tres localidades de la provincia de Morona Santiago basados en comunicaciones personales, para un total de 184 localidades analizadas. Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 99 ubicaciones independientes; además, en el modelo se incluyeron 36 registros provenientes de otros países (20 de Colombia, 15 de Perú y 1 de Brasil), para un total de 135 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. La especie tiene distribución exclusiva en tierras bajas tropicales (piso Tropical Oriental). Habita entre los ríos San Miguel y Putumayo, en la provincia de Sucumbíos y frontera con Colombia, hasta el río Morona, en la provincia de Morona Santiago (figura 4.1.A).

Los registros confirmados de *C. pygmaea* provienen de las cuencas de los ríos San Miguel, Bermejo (parte baja), Putumayo, Güepí, Cuyabeno, Lagartococha, Aguarico, Shushufindi, Jivino y Napo (provincia de Sucumbíos); Napo (provincia de Napo); Pucuno, Coca, Cocaya, Napo, Indillama, Yuturi, Tiputini, Tivacuno, Yasuní y Nashiño (provincia de Orellana); Shiripuno, Tigüino, Cononaco, Curaray, Arajuno, Villano, Conambo, Bobonaza, Copataza, Capahuari y Pastaza (provincia de Pastaza); y Morona (provincia de Morona Santiago). Esta área representa una superficie de 63 944 km².

La distribución propuesta es similar a la indicada en fuentes previas (De la Torre, 2000; De la Torre, Arcos, Pozo-Rivera, & Tirira, 2011b; De la Torre & Tirira, 2018b; Tirira, 2007, 2017, 2018b), con excepción del límite austral, que de forma tradicional se ha indicado que lo forma el río Pastaza (Rylands & Mittermeier, 2013b; Tirira, 2017, 2018b). En el presente estudio se confirmó, mediante entrevistas a colonos e indígenas de la etnia Achuar, que *C. pygmaea* también habita en el extremo nororiental de la provincia de Morona Santiago, al norte del río Morona. Esta información es corroborada con el MNE (figura 4.1.B).

Registros en la margen derecha del río Aguarico y en el cauce medio del río Bermejo (Mena-Valenzuela, 1997a; Pitman et al., 2002) no han sido considerados pues están fuera del rango de distribución propuesto y deben ser verificados. También se carece de registros entre las cuencas de los ríos Pintoyacu y Corrientes, aunque su presencia en esta zona es esperada debido a que la especie ha sido encontrada en los tributarios de estos ríos.

Distribución potencial. Se obtuvieron cuatro modelos estadísticamente significativos (mediana: ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.02$ y delta AICc = 0.96). La variable que más contribuyó al mejor MNE fue BIO 2 (rango diurno medio) (40 %); otras variables importantes fueron BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (34 %), BIO 5 (temperatura máxima del mes más cálido) (15 %) y BIO 4 (estacionalidad de la temperatura) (11 %); la variable BIO 14 (precipitación del mes más seco) también se incluyó dentro del modelo, aunque su contribución fue menor (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *C. pygmaea* en cinco provincias ecuatorianas: Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza y Morona Santiago. Las áreas de mayor idoneidad se encuentran en dos secciones, una de mayor extensión, hacia la parte norte del país, que incluye toda el área central de Sucumbíos, el centro y noroeste de Orellana y una zona pequeña adyacente de la provincia de Napo; mientras que otra sección, de menor extensión, aparece en el extremo sureste de Pastaza y el área contigua de Morona Santiago (figura 4.1.B). Llama la atención esta última zona de idoneidad, pues hasta antes de esta investigación se pensaba que *C. pygmaea* estaba ausente al sur del río Pastaza (Rylands & Mittermeier, 2013b; Tirira, 2017, 2018b). El área de distribución potencial alcanzó una superficie de 62 797 km², mientras que la DPE fue de 57 813 km² (figura 4.1.C).

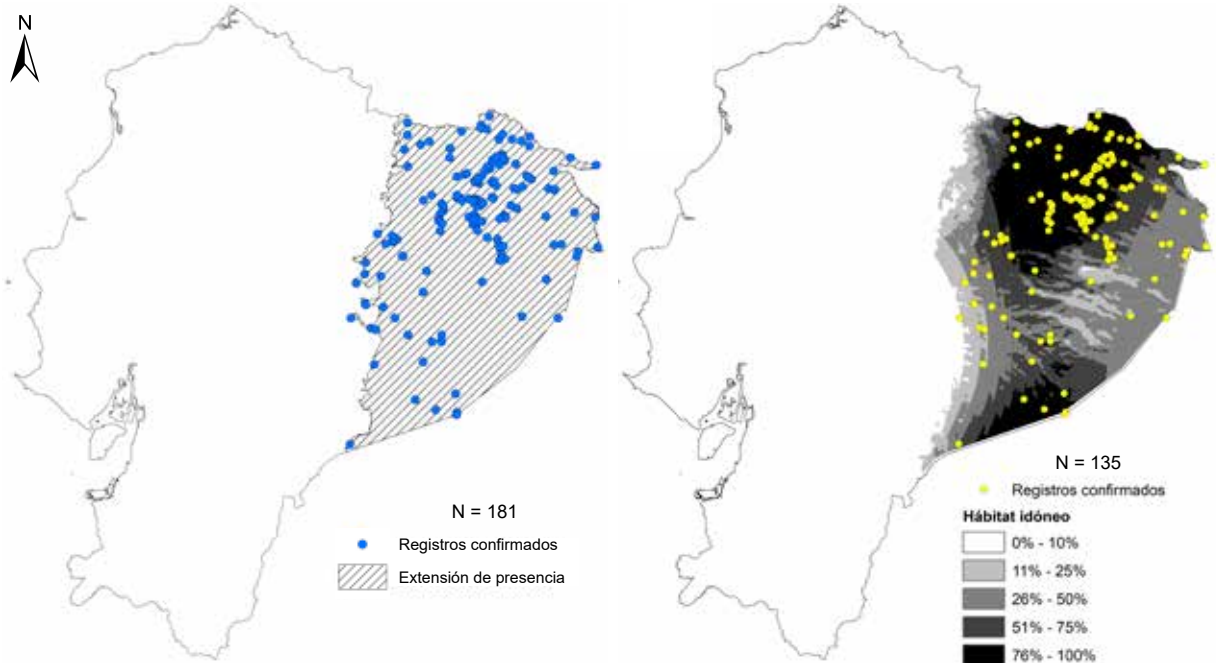
Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *C. pygmaea* ocupa una superficie 50 347 km², esto es una reducción del 11 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). La mayor parte del hábitat perdido para *C. pygmaea* aparece en las provincias de Sucumbíos y Orellana (figura 4.1.D), entre las ciudades de Lago Agrio y Coca. También existe una pérdida importante a lo largo de las carreteras hacia Puerto El Carmen de Putumayo y en la vía Auca, dentro de estas mismas provincias, respectivamente. Otra zona de pérdida forestal aparece a ambos lados del río Napo, en la parte baja de la provincia de Napo y hasta la desembocadura del río Coca, en Orellana. En las provincias de Pastaza y Morona Santiago aparecen algunas zonas deforestadas, aunque están aisladas y son de pequeña extensión, excepto en el extremo suroriental de su distribución, en la zona de Puerto Morona, donde se observa una amplia zona deforestada. Por el contrario, su distribución actual presenta una extensa área de bosque nativo que empieza en el río Putumayo, en la frontera con Colombia, en la provincia de Sucumbíos, Amazonía nororiental, para extenderse a lo largo de la mayor parte de Orellana y alcanzar el límite suroriental de la provincia de Pastaza, además de buena parte del nororiente de Morona Santiago.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *C. pygmaea* en el Ecuador se encuentra entre 187 y 435 m (mediana = 248 m; variación = 248 m; N = 200); de ellos, el 50 % se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 220 y 296 m de altitud (variación = 76 m) (figura 4.1.E). El registro a menor altitud provino de Tambococha (00°54'12"S, 75°35'58"W), parte oriental del PN Yasuní, en la provincia de Orellana (Albuja V., 1994), y el de mayor altitud correspondió a las cercanías del río Arajuno (01°05'00"S, 77°32'00"W), en la provincia de Napo (Tirira, 2021b: catálogo MNHN).

Registros a mayor altitud, entre 450 y 1200 m (Álvarez-Solas, Ramis, et al., 2018; Boada, 2011; Mena-Valenzuela, 1997a; Mena-Valenzuela & Cueva, 2015; Morales Males & Schjellerup, 1998a; Narváez-Romero et al., 2012; Pitman et al., 2002) no han sido considerados como válidos, pues provienen de entrevistas a pobladores locales, de datos de museos sin localidad precisa y tampoco fueron confirmados durante el trabajo de campo. El rango altitudinal para la especie va de 80 a 540 m (Defler, 2004; GBIF, 2020: catálogo UV).

Barreras naturales. La principal barrera para *C. pygmaea* es la altitud, representada por la temperatura, según lo predijo el MNE. En la parte sur del país, el río Morona sería su límite de distribución; sin embargo, es posible que la verdadera barrera sea la presencia de las cordilleras de Shaimi y del Kutukú, con altitudes que alcanzan los 2000 m y se encuentran en la margen derecha del río Morona. Esta información es respaldada por los indígenas entrevistados (etnias Shuar y Achuar), quienes indicaron no conocer esta especie al sur del río Morona.

Vacios de conocimiento. (1) Confirmar sus límites de distribución en la provincia de Morona Santiago y verificar si el río Morona, y su tributario, el Cangaimo, constituyen su límite austral. (2) Confirmar su presencia entre los ríos Pintoyacu y Corrientes. (3) Realizar estudios taxonómicos entre distintas poblaciones separadas por ríos grandes (como Putumayo, Aguarico, Curaray y Pastaza), similares al estudio efectuado entre las poblaciones al norte y sur del río Napo (Porter et al., 2021).



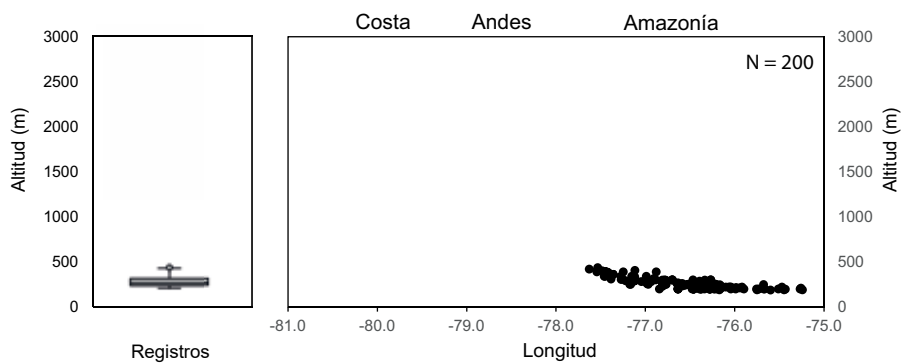
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal. Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.



Figura 4.1. Distribución de *Cebuella pygmaea* en el Ecuador.

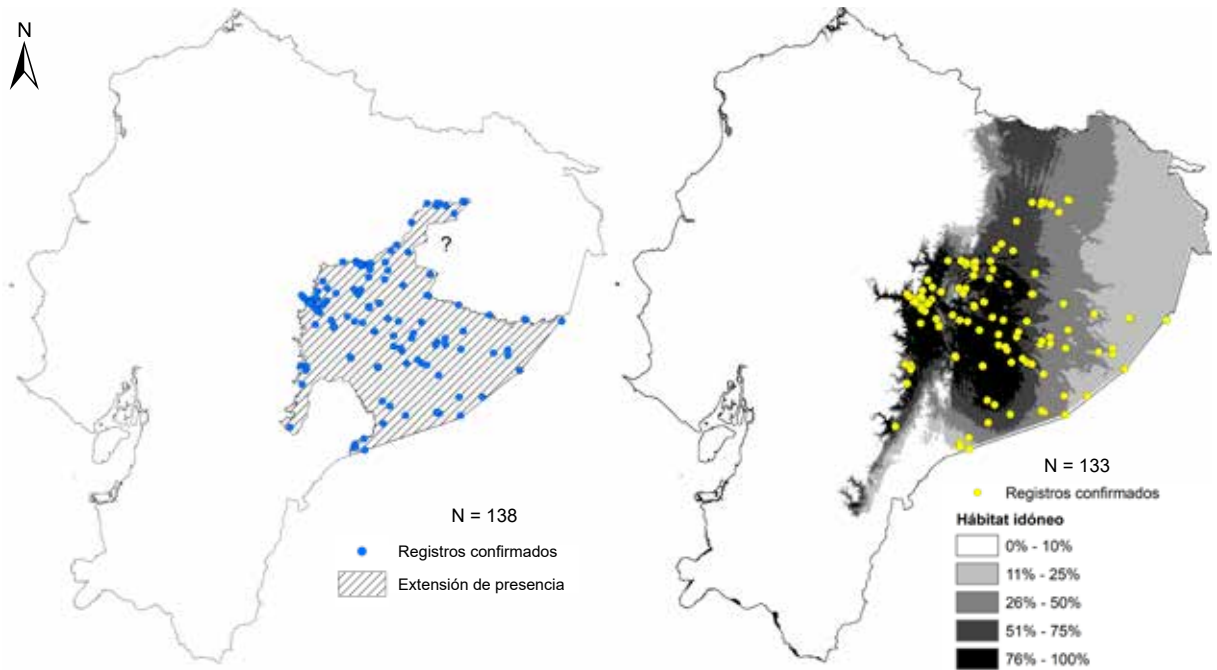
4.4.2. *Leontocebus lagonotus* (Jiménez de la Espada, 1870)

Se ha considerado que este es el primate con los mayores vacíos de conocimiento sobre su distribución en el Ecuador (Álvarez-Solas, De la Torre, et al., 2018a), aunque es común y bien conocido en muchas de las localidades donde habita (Rylands & Mittermeier, 2013b; Tirira, 2017; Tirira, Sánchez-Sánchez, et al., 2021). *L. lagonotus* también está presente en el norte de Perú, entre los ríos Napo y Marañón (Rylands & Mittermeier, 2013b). Para el análisis de distribución propuesto se obtuvieron 319 registros de *L. lagonotus* en Ecuador; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y los no confirmados se trabajó con 138 registros distribuidos en cinco provincias de la Amazonía centro: Pastaza (91), Napo (19), Morona Santiago (16), Orellana (10) y Tungurahua (2). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 95 ubicaciones independientes, además se incluyeron al análisis 38 registros provenientes de Perú, para un total de 133 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. *L. lagonotus* habita en los pisos zoogeográficos Tropical Oriental y Subtropical Oriental. Por el norte, está presente a lo largo de la ribera sur (margen derecha) del río Napo hasta la desembocadura del río Indillama (margen izquierda). Desde este punto, su distribución desciende hacia el sur, hasta el río Curaray, para continuar hacia el este a lo largo de la ribera derecha de dicho río e ingresar en Perú, desde donde continúa hasta su desembocadura en el Napo. En la parte sur de su distribución, se determinó que en la Amazonía baja del Ecuador alcanza hasta la ribera izquierda del río Morona y su afluente, el Cangaimé, desde las estribaciones orientales de la cordillera del Kutukú; mientras que, en la Amazonía alta, su límite sur corresponde a los ríos Paute (margen izquierda) y Upano (margen derecha) (figura 4.2.A) (Tirira, Sánchez-Sánchez, et al., 2021).

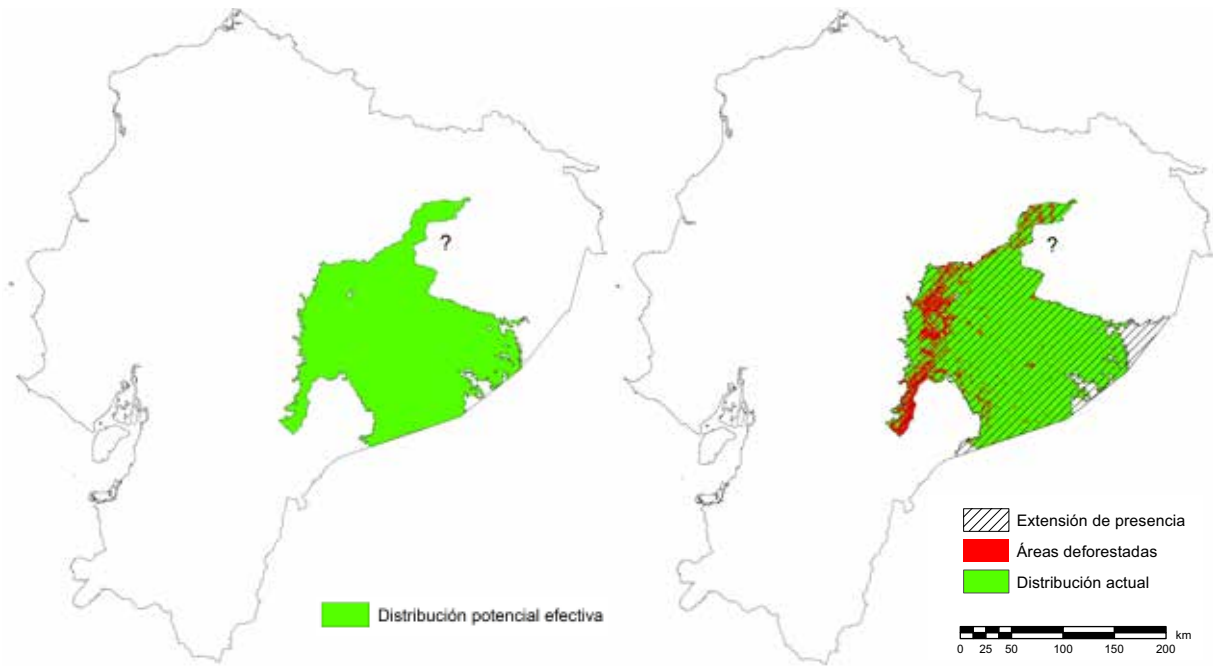
Las cuencas hidrográficas con registros confirmados de *L. lagonotus* son: Napo (margen derecha) y Arajuno (provincia de Napo); Napo (margen derecha) e Indillama (ambas márgenes, pero solo en la margen izquierda desde Pompeya Sur hasta su desembocadura en el Napo) (provincia de Orellana); Anzú, Arajuno, Puyo, Tigüino, Curaray (ambas orillas, pero solo el lado derecho desde aproximadamente la boca del río Nushiño hasta el Perú y su desembocadura en el río Napo), Villano, Pintoyacu, Conambo, Bobonaza, Copataza, Capahuari y Pastaza (provincia de Pastaza); Cangaimé (margen izquierda), Morona (margen izquierda), Upano (margen derecha) y Paute (margen izquierda) (provincia de Morona Santiago). Este espacio tiene una superficie de 36 950 km².

La distribución propuesta para *L. lagonotus* es diferente a todas las versiones previas sugeridas para la especie (Álvarez-Solas, De la Torre, et al., 2018a; De la Torre, 2000, 2017; De la Torre, Arcos, Pozo-Rivera, & Tirira, 2011a; Hershkovitz, 1977; Rylands et al., 2011; Rylands & Mittermeier, 2008; Tirira, 2001b, 2007, 2017). En esta investigación se comprobó que el río Napo actúa como su límite norte de distribución, algo que ya fue sugerido por otros autores (Álvarez-Solas, De la Torre, et al., 2018a; De la Torre, 2017; Hershkovitz, 1977; Rylands et al., 2011; Rylands & Mittermeier, 2013b; Thorington, 1988; Tirira, 2017, 2018b). Sin embargo, otros trabajos han mencionado que la especie también podría estar presente al norte de dicho río (Álvarez-Solas, De la Torre, et al., 2018a;



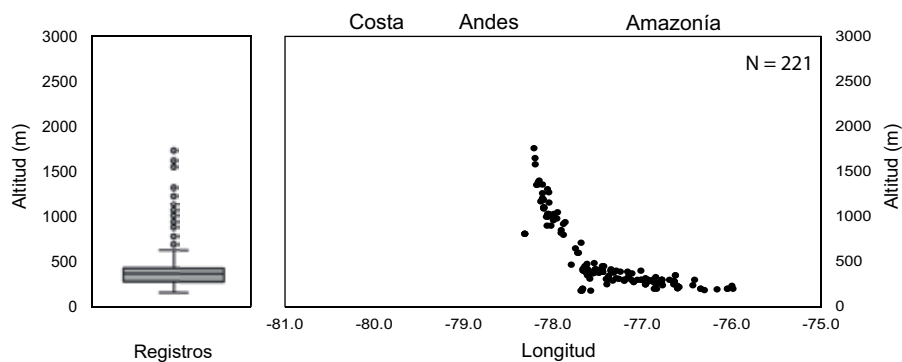
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.



Isadora Benítez

Figura 4.2. Distribución de *Leontocebus lagotus* en el Ecuador.

Eisenberg & Redford, 1999; Jiménez de la Espada, 1870; Tirira, 2018b), información que no fue corroborada en el presente estudio. Toda la evidencia disponible indica que al norte del río Napo, en los sistemas interfluviales de los ríos Napo-Aguarico y Aguarico-San Miguel-Putumayo, solo habita su congénere (*L. n. graellsii*) (Tirira, Sánchez-Sánchez, et al., 2021).

Varios estudios proponen que *L. lagonotus* habita al este del río Indillama, en el área del PN Yasuní, dentro de las cuencas de los ríos Tiputini, Tivacuno y Yasuní (Albuja V., 1994; Albuja V. & Arguero, 2011; Suárez et al., 2013). Sin embargo, luego de los recorridos efectuados en el área la única evidencia confirmada fue la presencia de su congénere, *L. tripartitus*. Por lo tanto, los reportes de *L. lagonotus* al norte del río Napo y en el norte del PN Yasuní se considera que pertenecen a identificaciones incorrectas o a individuos en cautiverio o reintroducidos fuera de su área de distribución original (De la Torre, 2017; Rylands et al., 2011; Tirira, 2018b; Tirira, Sánchez-Sánchez, et al., 2021).

El presente estudio confirmó que el río Cangaimo-Morona actúa como barrera natural en la distribución austral de *L. lagonotus*, algo ya propuesto por Zapata Ríos et al. (2006). Por el contrario, varios estudios han mencionado que el límite sur de *L. lagonotus* son los ríos Santiago, Chinchipe o Cenepa (Aquino & Encarnación, 1994; Hershkovitz, 1977; Rylands & Mittermeier, 2013b; Tirira, 2017, 2018b), todos afluentes septentrionales del Marañón. Sin embargo, al menos en el Ecuador, registros más al sur del río Morona no son probables, tanto por los resultados de campo como por la presencia de las cordilleras de Shaimi, del Kutukú y del Cóndor, que actuarían como barreras naturales. En este sentido, se consideran erróneos los reportes de presencia de *L. lagonotus* en la cuenca del río Nangaritza, en las estribaciones de la cordillera del Cóndor (Boada, 2011) y en la zona de Zamora (Narváez-Romero et al., 2012), ambos en Zamora Chinchipe.

Distribución potencial. Se obtuvieron cinco modelos estadísticamente significativos (mediana: ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.00$ y delta $AIC_c = 1.5$). La variable que más contribuyó al mejor MNE fue BIO 7 (rango anual de temperatura) (42 %); otras variables importantes fueron BIO 5 (temperatura máxima del mes más cálido) (24 %), BIO 14 (precipitación del mes más seco) (20 %) y BIO 4 (estacionalidad de la temperatura) (12 %); la variable BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) poco aportó (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat en seis provincias: Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza, Tungurahua y Morona Santiago. La zona con mayor idoneidad se encuentra en el centro y el oeste de la provincia de Pastaza y las áreas adyacentes de las vecinas provincias de Napo y Morona Santiago (figura 4.2.B). El área de distribución potencial alcanzó una superficie de 64 254 km², mientras que la DPE fue de 34 468 km² (figura 4.2.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *L. lagonotus* ocupa una superficie de 29 351 km², esto es una reducción del 14 % respecto con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). La mayor parte de bosque perdido aparece a lo largo de la carretera

Troncal Amazónica, que conecta las ciudades de Tena, Puyo, Macas y Méndez (figura 4.2.D). También existe otra área sin cobertura vegetal en el norte de su distribución y cerca de la ribera sur del Napo. Por el contrario, dentro de su distribución actual existe un gran espacio con bosque nativo que incluye el suroriente de la provincia de Napo, el centro-oriente de Pastaza y el nororiente de Morona Santiago.

Rango altitudinal. *L. lagonotus* es la especie de primate más pequeña con el mayor rango altitudinal en toda la región Neotropical (Tirira, Sánchez-Sánchez, et al., 2021), con registros en el Ecuador entre 180 y 1760 m de altitud (mediana = 390 m; variación = 1580 m; N = 221); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 300 y 450 m de altitud (variación = 150 m) (figura 4.2.E) (Tirira, Sánchez-Sánchez, et al., 2021). El registro a menor altitud se encontró en la provincia de Pastaza, en la localidad de Río Tigre (02°07'03"S, 76°02'49"W), cerca de la frontera con Perú (Hershkovitz, 1977); el de mayor altitud procede de Sardinayacu (02°04'21"S, 78°12'52"W), PN Sangay, provincia de Morona Santiago (Brito & Ojala-Barbour, 2016), que también corresponde al mayor registro altitudinal para la especie (Tirira, Sánchez-Sánchez, et al., 2021). La menor altitud a la que ha sido reportado este primate es 90 m, en la confluencia de los ríos Napo y Marañón, departamento de Loreto, Amazonía de Perú (Cabrera, 1912b; iNaturalist, 2020).

La única aproximación previa al rango altitudinal de la especie indica que se encuentra entre los 100 y aproximadamente los 1200 m de altitud (Hershkovitz, 1977); mientras que para el Ecuador, el rango mencionado ha variado entre 200–1160 m (Tirira, 2007) y 200–1800 m (Tirira, 2017). Los rangos mencionados en este estudio tendrán poca variación en el futuro ya que se han alcanzado los máximos límites posibles, tanto en el Perú, con la menor altitud en la confluencias de los ríos Napo y Marañón (90 m), como en el Ecuador, Río Tigre (180 m); así como el mayor registro para el género *Leontocebus* (Aquino & Encarnación, 1994; Rylands & Mittermeier, 2013b), ya que los miembros de la familia Callitrichidae son especies típicamente tropicales (Rylands & Mittermeier, 2013b).

Barreras naturales. Las barreras geográficas que limitan la distribución de *L. lagonotus* son: (1) físicas, los ríos Napo y Curaray, por el norte; los ríos Paute, Upano y Cangaimo-Morona, por el sur; y las cordilleras Oriental de los Andes y del Kutukú, por el oeste; y (2) biótica, en la zona norte, al parecer existe separación interespecífica con *L. tripartitus*, la que limita mutuamente la presencia de ambas especies (Tirira, Sánchez-Sánchez, et al., 2021), sugerencia que ya fue propuesta por Rylands et al. (2011); sin embargo, existe solapamiento entre los mapas de distribución de ambas especies, lo cual hace pensar que podría existir una simpatria parcial, con zona de tolerancia y posible interacción.

Vacíos de conocimiento. Se identificaron algunas áreas inexploradas en donde son necesarios estudios de campo para confirmar la presencia o ausencia de esta especie. Estos vacíos de información son, de norte a sur: (1) franja a ambos lados de la vía Auca y hacia la comunidad de Pompeya Sur; (2) espacio entre los ríos Tzapino, Nushiño y Curaray; y (3) áreas al norte, al noreste y al oeste de la cordillera del Kutukú.

4.4.3. *Leontocebus nigricollis graellsii* (Jiménez de la Espada, 1870)

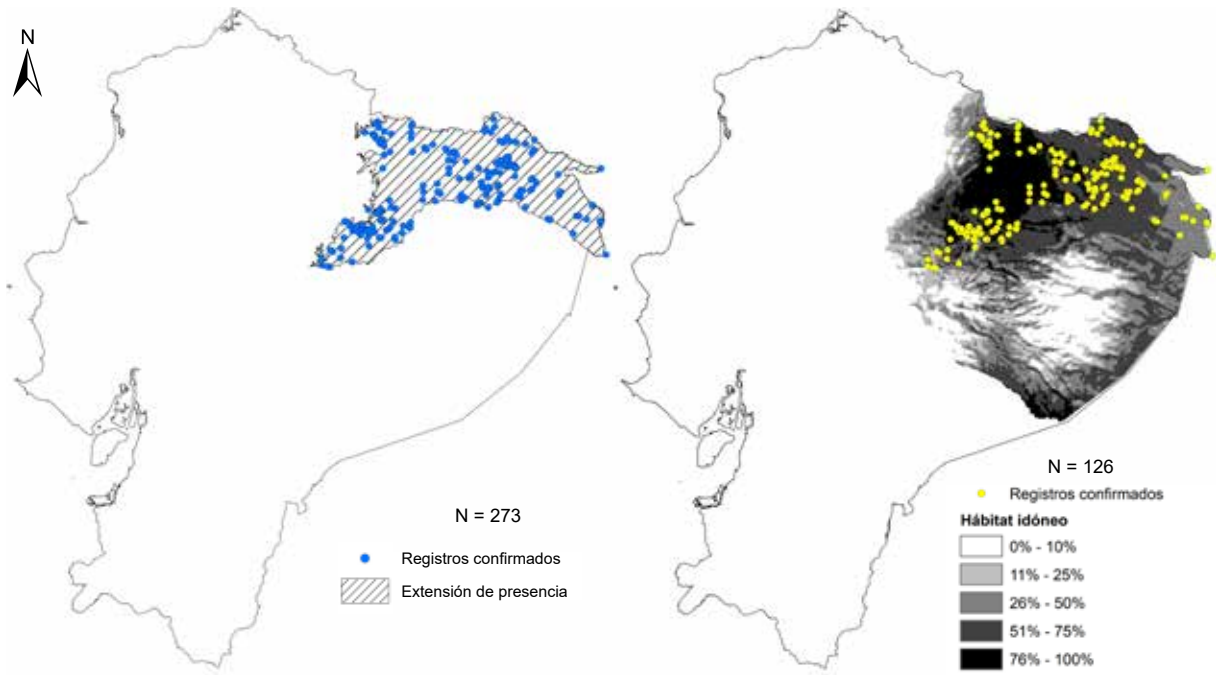
Se trata de un primate pequeño que a menudo es común en las localidades donde habita (De la Torre, Álvarez-Solas, et al., 2018; Tirira, 2017). La subespecie *graellsii* también está presente en Colombia (al sur del río Caquetá y al norte del río Putumayo) y en el extremo norte de Perú (entre los ríos Putumayo, Aguarico y Napo) (Rylands & Mittermeier, 2013b). Para el análisis propuesto se obtuvieron 505 registros de este taxón procedentes de Ecuador; de ellos, una vez eliminados los duplicados y los datos no confirmados, se trabajó con 273 registros en tres provincias de la Amazonía norte: Sucumbíos (138), Orellana (94) y Napo (41). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 111 ubicaciones independientes, además de 15 registros de otros países dentro de su área de presencia (11 de Colombia y 4 de Perú), para un total de 126 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. En el Ecuador habita en los pisos Tropical Oriental y Subtropical Oriental, entre los ríos San Miguel y Putumayo (frontera con Colombia) hasta la ribera norte del río Napo (figura 4.3.A). Las cuencas que ocupa son: Bermejo, San Miguel, Putumayo, Güepí, Cofanes (margen izquierda), Aguarico (solo ribera izquierda entre los ríos Cofanes y Dué; aguas abajo de dichos en ambas orillas), Pacayacu, Cuyabeno, Lagartococha, Shushufindi, Napo (margen izquierda) Itaya y Pañayacu (en la provincia de Sucumbíos); Hollín, Pucuno, Huataracu, Jatun Yacu (margen izquierda), Tena, Misahuallí, Napo (margen izquierda) (provincia de Napo); Suno, Cotapino, Pucuno, Coca, Jivino, Napo (margen izquierda) y Cocaya (provincia de Orellana). La extensión de presencia representó una superficie de 24 736 km².

En términos generales, la distribución propuesta ya era conocida para este especie y poco varió con otras fuentes (De la Torre, 2017; Tirira, 2007, 2017, 2018b). La variación más importante que se presenta en esta revisión es el cambio de límites identificado en el noroccidente de su distribución, dentro de la provincia de Sucumbíos, al descubrirse que la especie está ausente en el espacio comprendido entre los ríos Cofanes, Aguarico y Dué.

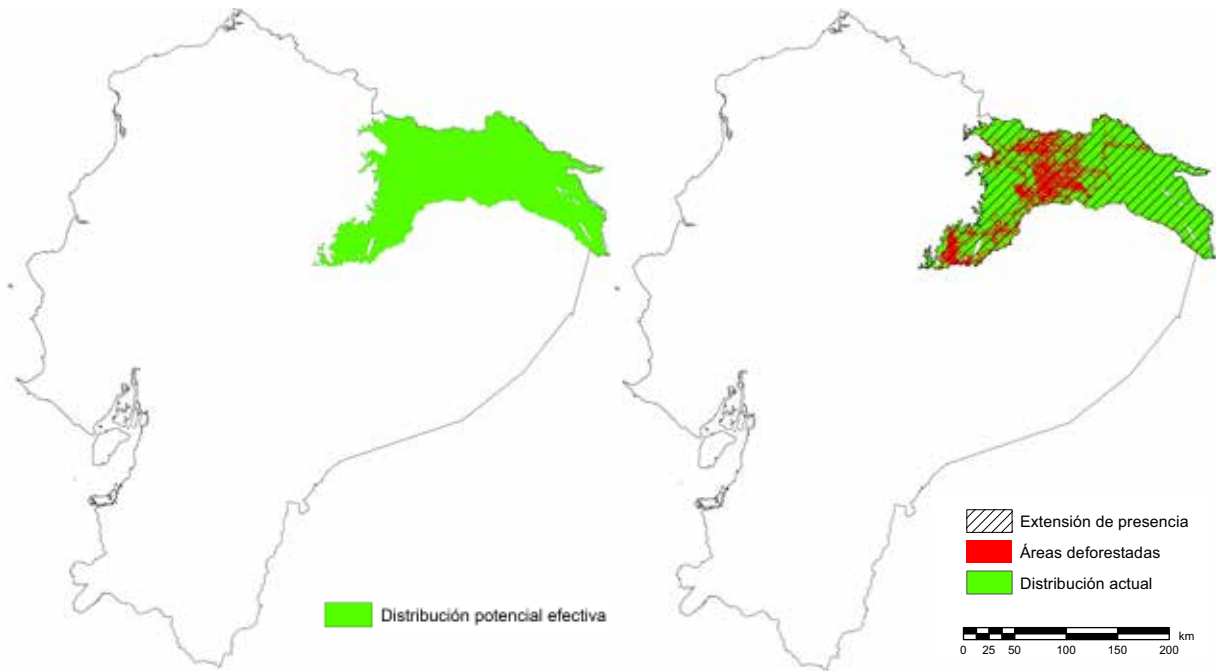
En el pasado se ha sugerido que el rango de distribución de este taxón en el Ecuador se podría extender hasta la orilla norte del río Santiago (provincia de Morona Santiago) (Herskovitz, 1977), información que luego fue corregida por el mismo autor para indicar que su límite austral alcanzaría la orilla norte del río Pastaza (provincia de Pastaza) (Herskovitz, 1982); años más tarde se sugirió que su rango de distribución alcanzaría hasta la orilla norte del río Napo (De la Torre, 1996; Tirira, 1999), información que ha sido corroborada por otros autores (Rylands et al., 2011; Rylands & Mittermeier, 2013b; Tirira, 2004a).

Este error en el límite de distribución austral nace en la presencia de 15 especímenes de esta subespecie que están depositados en seis colecciones científicas (ANSP, FMNH, MACN, MEPN, NHMUK, USNM), recolectados entre 1930 y 1969, provenientes de nueve localidades dentro de la provincia de Pastaza (Herskovitz, 1977; Napier, 1976; Tirira, 2010, 2019), al sur de su distribución



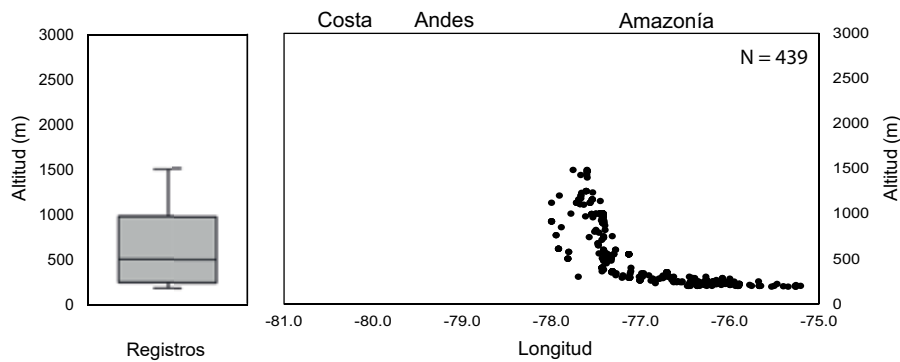
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal. Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.

Figura 4.3. Distribución de *Leontocebus nigricollis graellsii* en el Ecuador.

Stephen D. Nash

conocida. La validez de estos registros ha sido motivo de controversia, pues su presencia no es esperada al sur del río Napo, aunque, en todos los casos, no queda duda de que las identificaciones son correctas ya que todos los ejemplares han sido revisados y su identidad confirmada (HersHKovitz, 1982; Tirira, 2010, en prensa; Tirira, Reid, et al., 2019). Por lo tanto, persiste la incógnita de su origen.

El MNE tampoco predijo la presencia de *L. n. graellsii* en la mayor parte de la provincia de Pastaza (figura 4.3.B). Es posible que estos registros correspondan a confusiones en la localidad de recolección. Durante el presente estudio se visitó una de estas nueve localidades (Alpayacu), sin que se confirme la presencia de *L. n. graellsii*; por el contrario, la única especie de tamarín registrada en la zona fue *L. lagonotus*.

Distribución potencial. Se obtuvieron dos modelos estadísticamente significativos (mediana: ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.03$ y delta $AIC_c = 0.9$). La variable que más contribuyó al mejor MNE fue BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (55 %); otras variables importantes fueron BIO 2 (rango diurno medio) (25 %), BIO 13 (precipitación del mes más húmedo) (11 %) y BIO 3 (isotermalidad) (5 %); la variable BIO 6 (temperatura mínima del mes más frío) también aportó al modelo, aunque en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *L. n. graellsii* en tres provincias: Sucumbíos, Napo y Orellana. La zona de mayor idoneidad se encuentra hacia la parte centro-occidental de Sucumbíos, el noroeste de Orellana y el centro y noroeste de la provincia de Napo (figura 4.3.B). El área de distribución potencial alcanzó una superficie de 63 208 km², mientras que la DPE fue 24 222 km² (figura 4.3.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *L. n. graellsii* alcanzó una superficie de 17 827 km², esto es una reducción del 25 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). El mapa de distribución actual muestra un fraccionamiento en dos secciones debido a la pérdida de bosque que se observa entre las ciudades de Lago Agrio y Coca, que por el norte alcanza hasta la frontera con Colombia (figura 4.3.D). Otra zona con una importante disminución del área forestal aparece en el límite suroccidental de su distribución, entre las poblaciones de Archidona y Tena, intervención que ha separado las poblaciones de la RB Colonso-Chalupas. En menor medida, otras dos áreas con disminución de bosques nativos aparecen a lo largo de las carreteras Lago Agrio-Quito y Coca-Loreto-Hollín. Una tercera carretera que ha impacto en las poblaciones de *L. n. graellsii* es la vía Tarapoa-Puerto El Carmen de Putumayo, aunque la cantidad de bosque perdido es menor a las antes citadas. También se observa que la especie ha perdido bosque en la parte alta de los ríos Aguarico y Napo.

Por el contrario, el mayor espacio de bosque nativo continuo que dispone la especie corresponde al fragmento oriental, que empieza en el río Putumayo, en la frontera con Colombia, involucra la mayor parte de la RPF Cuyabeno y se extiende al área contigua del interfluvio entre los ríos Aguarico y Napo. Otras dos áreas con importante cobertura forestal corresponden a la RE Cofán-Bermejo y al límite oriental y áreas contiguas al PN Sumaco-Napo Galeras.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *L. n. graellsii* en el Ecuador se encuentra entre 190 y 1485 m (mediana = 500 m; variación = 1295 m; N = 439); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 250 y 960 m de altitud (variación = 710 m) (figura 4.3.E). Dentro de la menor altitud se han identificado algunas localidades, en el sector de Lagartococha (00°39'14"S, 75°15'33"W), provincia de Sucumbíos (Alverson et al., 2008; Hershkovitz, 1977), y en Vicente Salazar (00°45'36"S, 75°31'45"W), frente a la bocana del río Tiputini, en la provincia de Orellana (Tirira, 2021b); el registro de mayor altitud procede del noroeste de Guagua Sumaco (00°40'31"S, 77°36'04"W), en las estribaciones del volcán Sumaco, PN Sumaco-Napo Galeras, provincia de Napo (iNaturalist, 2020). Se ha reportado que la especie puede alcanzar una mayor altitud (hasta 5000 pies [1524 m]) (Lönnerberg, 1913), información que no ha sido validada al no presentar una localidad específica, la fuente solo menciona "Napo Valley". El rango altitudinal para este taxón alcanza de 80–500 m en Colombia (Defler, 2004) y de 90–600 m en Perú (Pacheco et al., 2020).

Barreras naturales. Se confirmó que cuatro ríos actúan como barreras dentro de la distribución de *L. n. graellsii* en el Ecuador. El río Napo (y su tributario, el Jatun Yacu) ya eran conocidos que cumplían esta función en su distribución (De la Torre, 1996; Tirira, 2004a); pero no existían reportes de otros tres ríos identificados durante el presente estudio y que forman un polígono que ha limitado la distribución de este primate en el occidente de la provincia de Sucumbíos, son los ríos Cofanes (ausente en la margen derecha), Aguarico (ausente en la margen derecha) y Dué (ausente en la margen izquierda).

Hacia el límite occidental de su distribución es evidente que la cordillera Oriental de los Andes actúa como barrera; además, se confirmó que el contrafuerte Muralla, las estribaciones de los volcanes El Reventador y Sumaco, los cerros Sur Pax, Negro y Pan de Azúcar y las cordilleras de los Guacamayos y Napo-Galeras, actúan como barreras físicas.

Vacios de conocimiento. (1) Realizar trabajo de campo en las localidades de la provincia de Pastaza en donde existen reportes de este taxón para, mediante encuestas a pobladores locales y recorridos en busca de observaciones directas, determinar si efectivamente *L. n. graellsii* habita al sur del río Napo. De comprobarse que existen poblaciones residentes, será necesario llevar a cabo la recolección de muestras para, mediante técnicas morfométricas y genéticas, esclarecer su identidad. (2) Una zona desconocida en la distribución de *L. n. graellsii* es el noroccidente de la provincia de Orellana (cuencas de los ríos Coca y Payamino), en donde se sugiere llevar a cabo estudios de campo que confirmen su presencia o se determine que existe alguna barrera para la especie. (3) También es necesario confirmar su presencia en el polígono comprendido entre los ríos Cofanes y Chingual (provincia de Sucumbíos), una zona solo conocida por reportes locales. (4) Se sugiere realizar estudios en las estribaciones de la cordillera oriental de los Andes para determinar la altitud máxima a la que este primate puede habitar, en particular, se sugiere visitar el PN Sumaco-Napo Galeras y la RB Colonso-Chalupas.

4.4.4. *Leontocebus tripartitus* (Milne-Edwards, 1878)

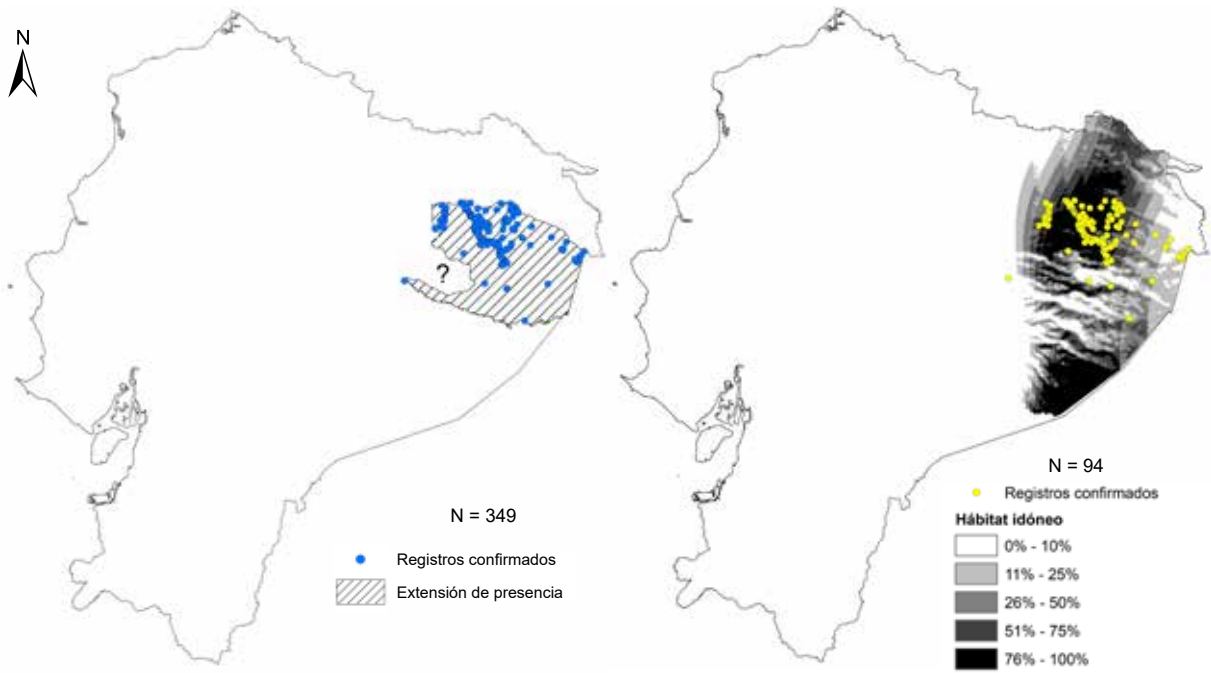
Se trata de una especie de primate pequeña que tiene el rango de distribución más restringido en el Ecuador, aunque es común en las localidades donde habita (De la Torre & Tirira, 2018c; Rylands & Mittermeier, 2013b; Tirira, 2017). Su distribución también alcanza el área contigua del Perú, entre los ríos Napo y Curaray, hasta la confluencia de ambos (Rylands & Mittermeier, 2013b). Para el análisis de distribución propuesto se obtuvieron 349 registros de *L. tripartitus* procedentes del Ecuador; de ellos, una vez eliminados los duplicados y los datos no confirmados se trabajó con 236 registros distribuidos en dos provincias de la Amazonía centro: Orellana (233 registros) y Pastaza (3). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 80 ubicaciones independientes del Ecuador y 14 del Perú, para un total de 94 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. *L. tripartitus* está presente en la Amazonía baja de Ecuador (piso Tropical Oriental). Sus límites de distribución norte y sur son los mismos que se indican para Perú: los ríos Napo y Curaray, respectivamente (figura 4.4.A). Los registros confirmados se encuentran en las cuencas de los ríos Napo (margen derecha), Indillama, Rumiyacu, Yuturi, Tiputini, Tivacuno, Tambococha, Yasuní, Nashiño y Cononaco (provincia de Orellana) y Cononaco, Tzapino y Curaray (margen izquierda) (provincia de Pastaza). Su extensión de presencia ocupa una superficie estimada en 16 578 km².

La distribución propuesta es similar a la presentada en otras fuentes (De la Torre, 2000; Tirira, 2007, 2017), con excepción del límite occidental, que ha sido modificado debido a la ausencia de datos. Este límite no está definido al no existir en el área un accidente geográfico que actúe como barrera; sin embargo, los registros confirmados sugieren que hacia la parte norte habita hasta la zona de Taracoa, al este de la vía Auca. Información que extiende en más de 30 km al límite propuesto por otros autores y quienes señalan que la ribera sur del río Indillama es su límite de distribución (Rylands & Mittermeier, 2013b).

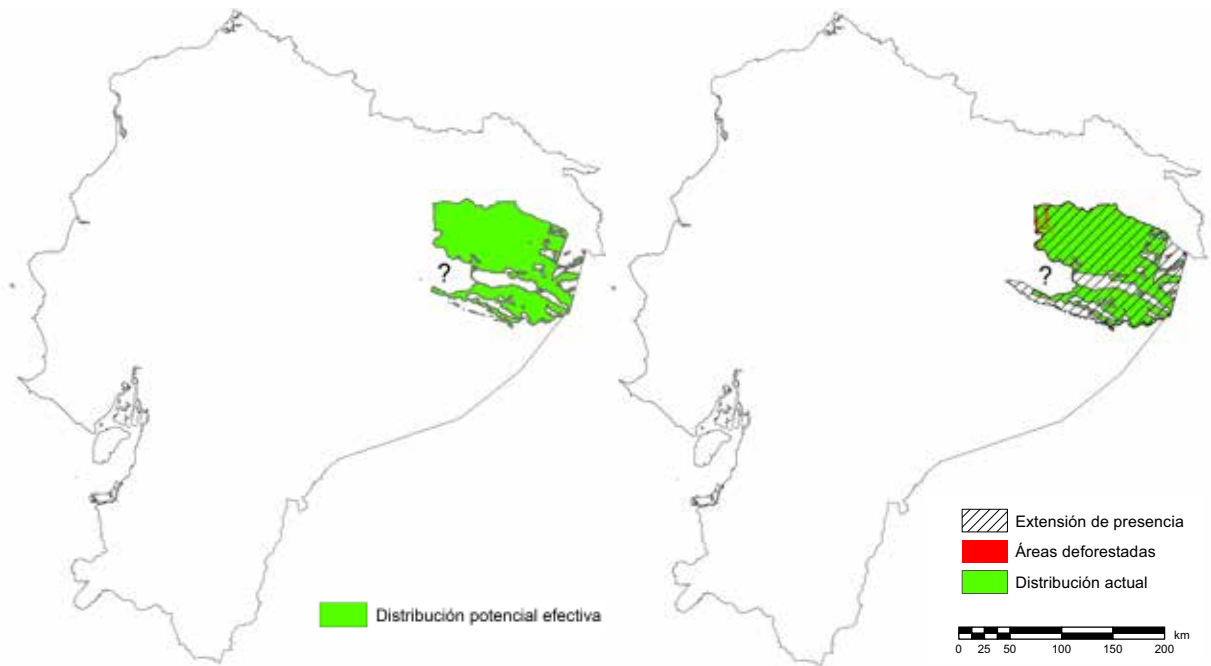
El río Napo como límite norte de distribución de esta especie ya ha sido mencionado en varios trabajos (Albuja V., 1994; Crandall, 1951; De la Torre, 2000; Rylands & Mittermeier, 2013b; Thorington, 1988; Tirira, 2007), aunque ciertos autores han señalado que la especie habita más al norte, entre los ríos Putumayo y Napo (Aquino & Encarnación, 1996; Hershkovitz, 1977; Rylands et al., 2011), o más al oriente, al este del río Curaray, hasta la frontera entre Brasil y Colombia (Groves, 2005). Rylands et al. (2011) presentan un mapa hipotético que muestra la distribución de *L. tripartitus* en una sección al norte del río Napo y al oriente del río Aguarico; estos autores argumentan que, si efectivamente existen poblaciones de este taxón en aquella área, se deberían realizar análisis taxonómicos, pues podrían corresponder a una especie diferente.

La confusión de que *L. tripartitus* habite al norte del río Napo tiene dos posibles orígenes, el primero y el más antiguo, se basa en el hecho de que al menos 12 especímenes recolectados entre 1924 y 1935 (depositados en las colecciones del GNM, MCNB y NHMUK) mencionan “Aguarico”, “cerca de



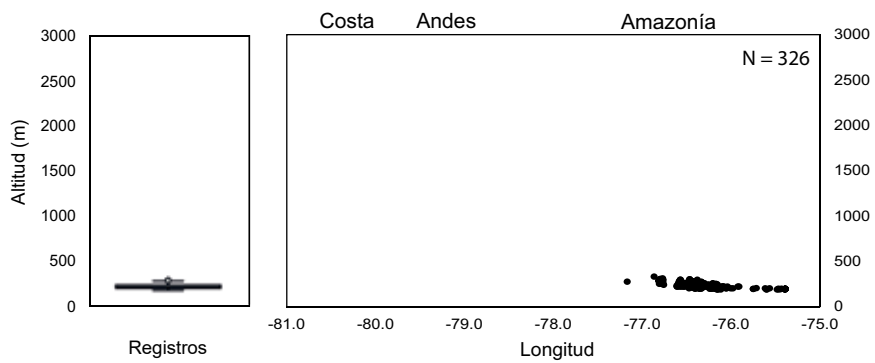
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50 % de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal. Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.



Figura 4.4. Distribución de *Leontocebus tripartitus* en el Ecuador.

Aguarico” o “río Aguarico” como localidad de procedencia (Hill, 1957; Napier, 1976; Rylands et al., 2011; Tirira & Azurduy Högström, 2011; Veracini & Garcia-Franquesa, 2010). Es posible que estos ejemplares fueron capturados en la desembocadura del río Aguarico, frente a Cabo Pantoja (antes Rocafuerte), en territorio que en la actualidad pertenece a Perú, pues además de *L. tripartitus*, en el GNM también se encontró un ejemplar de *Ateles belzebuth* y otro de *P. napensis* con la misma localidad de recolección (“cerca del río Aguarico”), especies cuya distribución se restringe al sur del río Napo (Tirira & Azurduy Högström, 2011). Otro posible origen de esta confusión radica en que el nombre “Aguarico” ha sido usado en el Ecuador desde fines del siglo XIX, y hasta el presente, para designar a la parte baja de los ríos Aguarico y Napo, nombre que también se aplicó al pueblo de Rocafuerte (ahora Cabo Pantoja) a principios del siglo XX y desde 1919 es el nombre de la administración política que cubre aquella zona, el cantón Aguarico (Tirira, 2018a).

Otro registro de *L. tripartitus* fuera de su área de distribución esperada corresponde a un ejemplar depositado en el QCAZ procedente de Misahuallí, ribera norte del río Napo, provincia de Napo, ejemplar que se piensa corresponde a un individuo cautivo o transportado desde fuera de su lugar de origen, toda vez que en aquella zona la única especie de tamarín presente es *L. n. graellsii*.

Hacia el sur de su distribución existe poca información. Se tienen registros confirmados hasta las cercanías de Dayuma, aproximadamente en el kilómetro 40 de la vía Auca (Tirira, 2018b); a partir de este punto existe una amplia zona donde la especie no ha sido registrada, entre los ríos Cononaco alto y Nushiño, que además incluye las cuencas de los ríos Shiripuno y Tigüino. El registro más suroccidental conocido procede de un individuo en cautiverio observado en una comunidad Waorani a orillas del río Tzapino, un afluente alto del río Curaray (Thorington, 1988), registro que debe ser revisado pues resulta inusual. Los límites de distribución de *L. tripartitus* en la parte sur son poco conocidos, pues solo se dispone de cinco registros (2 % del total analizado).

Distribución potencial. Se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.04$ y delta AICc = 0). La variable que más contribuyó al modelo fue BIO 2 (rango diurno medio) (55 %); otras variables importantes fueron BIO 3 (isotermalidad) (25 %) y BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (18 %); las variables BIO 5 (temperatura máxima del mes más cálido) y BIO 14 (precipitación del mes más seco) también aportaron al modelo, aunque en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *L. tripartitus* en cuatro provincias: Sucumbíos, Napo, Orellana y Pastaza. El modelo presentó dos zonas de mayor idoneidad, una en el centro de la provincia de Orellana y en el centro-sur de Sucumbíos y otra zona hacia el suroriente de la provincia de Pastaza (figura 4.4.B). El área de distribución potencial alcanzó una superficie de 37 174 km²; el área de DPE fue de 12 568 km² (figura 4.4.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *L. tripartitus* alcanzó una superficie de 12 142 km², esto es una reducción de un 2 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido

dentro de la DPE (apéndice 4). El mapa (figura 4.4.D) muestra que el área de bosque perdido corresponde a una pequeña zona hacia el noroccidente de su distribución, en particular en la zona de influencia de la vía Auca. Áreas que el MNE no identificó como hábitat idóneo para la especie, tanto al oriente como al sur de la distribución propuesta, es posible que se deban a la falta de registros que a una ausencia de la especie. En resumen, casi toda el área de presencia de esta especie corresponde a la superficie del PN Yasuní y al extremo oriental de la Reserva Étnica Waorani.

Rango altitudinal. Este primate tiene un rango de distribución altitudinal restringido. En el Ecuador se lo encuentra entre 187 y 330 m (mediana = 220 m; variación = 143 m; N = 326); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 210 y 240 m de altitud (variación = 30 m) (figura 4.4.E). El registro a menor altitud corresponde a Tambococha (00°42'00"S, 76°52'00"W), parte baja del río Yasuní (Albuja V., 1994); mientras que el registro a mayor altitud procede de las cercanías de Dayuma (00°42'00"S, 76°52'00"W), a poca distancia de la vía Auca (Tirira, 2018b).

La menor altitud a la que se ha reportado *L. tripartitus* es 130 m, en la confluencia de los ríos Napo y Curaray, departamento de Loreto, Amazonía de Perú (Aquino & Encarnación, 1996); a pesar de ello, se ha comentado que la especie se puede encontrar a 100 m (Pacheco et al., 2020), información que se considera errada, ya que la mínima altitud posible para la especie es la indicada, que corresponde a su extremo oriental de distribución. También existe información equivocada sobre la altitud máxima a la que se puede encontrar este primate, con registros que van de 457 m (1500 pies en la fuente original) a 1200 m de altitud (Albuja V., 1983; Hill, 1957; Napier, 1976; Tirira & Azurduy Högström, 2011). Como se indicó, la máxima altitud confirmada para esta especie es 330 m y dada el área de distribución que ocupa es poco probable que alcance los 400 m.

Barreras naturales. Las barreras que limitan la distribución de *L. tripartitus* son: (1) físicas, los ríos Napo, por el norte, y Curaray, por el sur, barreras ya conocidas con anterioridad (Rylands & Mittermeier, 2013b; Tirira, 2017, 2018b); sin embargo, como se comentó, su límite de distribución suroccidental es poco conocido y se sospecha que algunos de los ríos en esta zona podría actuar como barrera; (2) biótica, en la parte occidental de su distribución existen áreas de solapamiento con *L. lagonotus*, cuya presencia parece limitar mutuamente la distribución de ambas especies, sugerencia que ya fue propuesta por Rylands et al. (2011); sin embargo, resta por conocer los límites de tolerancia entre ambos primates y las posibles zonas de interacción; además, de momento, no existen reportes de las dos especies en una misma localidad.

Vacíos de conocimiento. (1) Determinar el límite de distribución occidental, en particular hacia la parte sur, en el espacio comprendido entre los ríos Cononaco alto y Tzapino. (2) Entre los ríos Nashiño y Curaray se disponen de tres registros; se debe visitar esta zona para obtener más información sobre la presencia de la especie. (3) Estudiar la separación interespecífica y posible simpatria con poblaciones de *L. lagonotus* para determinar si existen localidades en donde las dos especies interactúen.

4.4.5. *Cebus aequatorialis* J. A. Allen, 1914

Se trata de una especie de primate casi endémica de la Costa del Ecuador, con excepción de una pequeña área en el noroccidente del Perú (Rylands & Mittermeier, 2013a). Para el análisis de distribución propuesto se obtuvieron 304 registros de *C. aequatorialis* en el Ecuador; de ellos, una vez eliminados los duplicados y los datos no confirmados, se trabajó con 182 registros distribuidos en ocho provincias de la Costa centro y sur: Pichincha (51), Manabí (48), Guayas (20), Esmeraldas (15), Cotopaxi (12), Santa Elena (11), El Oro (10), Azuay (7), Los Ríos (4) y Santo Domingo de los Tsáchilas (4). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 90 ubicaciones independientes del país, además de tres registros de Perú, para un total de 93 ocurrencias analizadas.

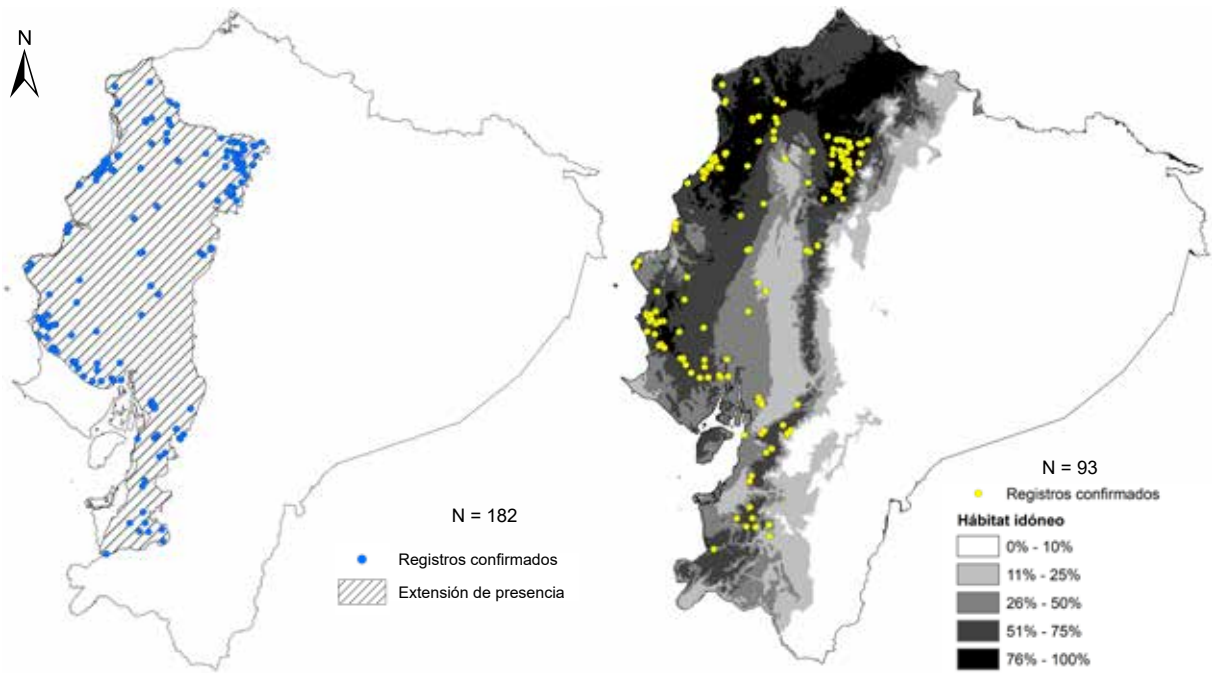
Extensión de presencia. *C. aequatorialis* se encuentra presente entre la ribera sur (margen izquierda) de los ríos Esmeraldas-Guayllabamba, por el norte, en las provincias de Esmeraldas y Pichincha, hasta la ribera norte (margen derecha) del río Puyango y la frontera con Perú, por el sur, dentro de la provincia de El Oro (figura 4.5.A). Ocupa cuatro pisos zoogeográficos: Tropical Noroccidental, Tropical Suroccidental, Subtropical Occidental y Templado Occidental.

Las cuencas hidrográficas con registros confirmados fueron: Tiaone, San Francisco, Esmeraldas (margen izquierda), Cupa, Cube, Mache y Quinindé (provincia de Esmeraldas); Guayllabamba, Mashpi, Alambí, Mindo, Blanco y Pilatón (Pichincha); Toachi (Santo Domingo de los Tsáchilas); Mongoya, Coaque, de Oro, Daule, Portoviejo, Guineal y Ayampe (Manabí); Olón, Manglaralto, Balsas y Piedras (Santa Elena); Daule, Colimes, Chongón, Bulubulu, Ruidoso, Bucay y Amazonas (Guayas); Quevedo y Vinces (Los Ríos); San Pablo (Cotopaxi); Norcay, Migüir, Chaucha y Pijilí y (Azuay); y Colorado, Chaguana, Chilola, Santa Rosa, Moromoro, Piñas, Amarillo y Puyango (margen derecha) (El Oro). La superficie total de la extensión de presencia en el Ecuador representó un área de 59 154 km².

En términos generales, la distribución propuesta ya era conocida para este especie y poco varió con otras fuentes (Cervera, Solórzano, et al., 2018; Tirira, 2017), con excepción de los registros en la provincia de Azuay, que fueron los primeros para este primate en esta parte del país (Tirira & Gallo-Viracocha, 2020).

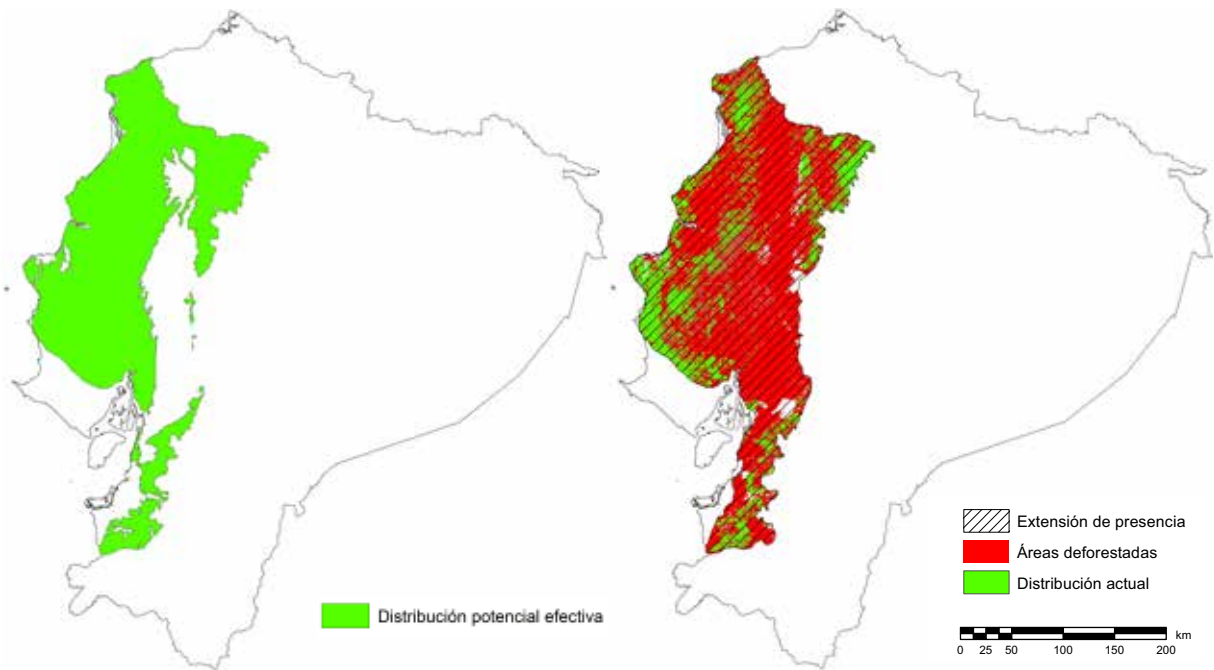
No se dispuso de registros para las provincias de Bolívar, Chimborazo y Cañar, en donde su presencia sería esperada. También se ignora si la especie habita en la provincia de Loja; a pesar de ello, un estudio taxonómico efectuado sobre esta especie incluye muestras procedentes de esta provincia (Ruiz-García, Sánchez-Castillo, et al., 2018). Si bien el estudio no indica las localidades de origen de estas muestras, se sospecha que corresponden a ejemplares en cautiverio.

Distribución potencial. Se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.04$ y delta AICc = 0). La variable que más contribuyó al modelo fue BIO 7 (rango anual de temperatura) (43 %); otras variables importantes fueron BIO 13 (precipitación del



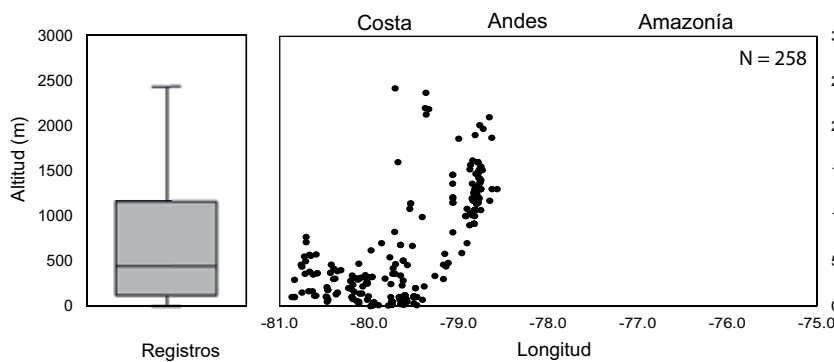
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal. Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.

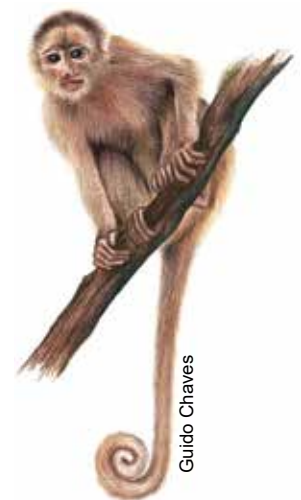


Figura 4.5. Distribución de *Cebus aequatorialis* en el Ecuador.

mes más húmedo) (29 %), BIO 10 (temperatura media del trimestre más cálido) (25 %) y BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (3 %); la variable BIO 4 (estacionalidad de la temperatura) aportó en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *C. aequatorialis* en 16 provincias ecuatorianas, todas las de la región Costa (Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y El Oro) y nueve de la región Sierra (Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja). El modelo presentó dos zonas de mayor idoneidad, en el norte del país. Una hacia las estribaciones occidentales de los Andes, en las provincias de Esmeraldas, Carchi, Imbabura, Pichincha, el oriente de Santo Domingo de los Tsáchilas y el extremo norte de Cotopaxi. Otra hacia la parte centro-sur y suroccidente de la provincia de Esmeraldas y el área contigua al norte de Manabí. También aparece una zona de alta idoneidad a lo largo de la cordillera de la Costa, en el sur de Manabí y el norte de Santa Elena (figura 4.5.B). El área de distribución potencial alcanzó una superficie de 77 232 km², mientras que la DPE fue de 44 699 km² (figura 4.5.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *C. aequatorialis* alcanzó los 10 701 km², esta es una reducción del 75 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE y del 83 % en relación con la extensión de presencia. Esta es la pérdida de bosque más alta registrada entre todas las especies de primates del Ecuador (apéndice 4). El mapa (figura 4.5.D) muestra una severa disminución de los bosques en toda su distribución. Las áreas de bosque más extensas para *C. aequatorialis* se encuentran en cuatro sectores. El fragmento más grande corresponde a la cordillera de la Costa en el segmento Chongón-Colonche, que incluye las provincias de Manabí, Guayas y Santa Elena. Otros fragmentos importantes constituyen la cordillera y RE Mache-Chindul, entre las provincias de Esmeraldas y Manabí, y las estribaciones occidentales del volcán Pichincha, en la provincia homónima.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *C. aequatorialis* en el Ecuador se encuentra entre 0 y 2420 m (mediana = 440 m; variación = 2420 m; N = 258); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 117 y 1150 m de altitud (variación = 1033 m) (figura 4.5.E). El registro a menor altitud provino del RVS Manglares Estuario del Río Muisne (00°32'00"N, 79°59'00"W), en la provincia de Esmeraldas (Navarrete, 2002, citado en ECOLAP & MAE, 2007); y el de mayor altitud procede de Yacuvíñay (03°34'30"S, 79°42'41"W), en El Oro (Brito et al., 2018). El rango altitudinal reportado para el Perú va de 354 a 745 m (Hurtado et al., 2016).

Barreras naturales. La principal barrera identificada para la especie forma su límite de distribución septentrional: el río Esmeraldas y su principal tributario, el Guayllabamba. Anteriormente, se pensó que esta especie habitaba en toda la Costa del Ecuador, incluida el área al norte del río Esmeraldas (Tirira, 2007); sin embargo, la propuesta de que dichos ríos limitan su distribución fue sugerida por primera vez por Tirira, Arcos, et al. (2011) y respaldada por otros investigadores (Albuja V. et al., 2018; Jack & Campos, 2012), propuesta que fue confirmada en el presente estudio. Todavía queda por verificar si esta especie habita en la Reserva Cambugán, un bosque privado en la margen derecha

del río Guayllabamba, al norte de la provincia de Pichincha, de donde proviene el registro de un ejemplar en cautiverio y reportes orales que afirman su presencia en esta zona.

La cordillera de los Andes y el océano Pacífico también fueron barreras importantes a todo lo largo de su distribución. En la cordillera destacaron dos ramales principales en el sur del país: el cerro Narihuiña y la cordillera de Chilla. También se identificaron barreras ecológicas, compuestas por vegetación xerofítica al oeste y al sur de la cordillera Chongón-Colonche, en las provincias de Santa Elena y Guayas, y al oeste de la provincia de El Oro.

Hacia el sur de su distribución, *C. aequatorialis* alcanza el límite entre las provincias de El Oro y Loja, que está conformado por el río Puyango, el cual podría actuar como barrera natural, al menos en su parte baja, no así hacia la parte alta, en donde este río y sus tributarios no son más grandes que otros que se incluyen dentro de su distribución. Si bien el MNE predice que esta especie podría habitar en el occidente y el sur de la provincia de Loja (figura 4.5.B), de momento no se disponen de registros que lo confirmen y quizá solo ocupe la cuenca alta del río Puyango, pues la vegetación xerofítica habría impedido su expansión hacia otras zonas. En esta parte también hay que considerar la presencia del contrafuerte Cabeza de Toro, que pudo limitar la expansión de la especie hacia el sur y el este.

Vacios de conocimiento. (1) Confirmar qué especie de *Cebus* habita en la Reserva Cambugán; de ser *C. aequatorialis*, sería el primer registro al norte del río Guayllabamba. (2) Levantar información sobre la presencia de *C. aequatorialis* en las estribaciones occidentales de los Andes, dentro de provincias sin registros (Bolívar, Chimborazo y Cañar), similar al estudio efectuado en la provincia de Azuay y que demostró, por primera vez para esta parte del país, su presencia en siete localidades (Tirira & Gallo-Viracocha, 2020). (3). Confirmar su ausencia en la parte alta de la cuenca del río Puyango y definir si este río actuó como barrera para limitar su distribución dentro de la provincia de Loja. (4) Realizar estudios específicos sobre su presencia en ecosistemas de manglar y en las áreas de transición hacia los ecosistemas vecinos.

4.4.6. *Cebus albifrons* (Humboldt, 1812)

Esta es una de las especies de primates de más amplia distribución en la Amazonía occidental, con registros también en Colombia, Venezuela, Brasil, Bolivia y Perú (De la Torre, Morales-Jiménez, et al., 2017). Para conocer su distribución en el Ecuador se recopilaron 803 registros; de ellos, una vez eliminados los duplicados y los datos dudosos o no confirmados se trabajó con 474 registros distribuidos en todas las provincias amazónicas: Orellana (189), Sucumbíos (96), Morona Santiago (63), Zamora Chinchipe (49), Pastaza (43), Napo (33) y Tungurahua (1). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 245 ubicaciones independientes del Ecuador, además de 85 registros de otros países dentro de su rango de distribución (69 de Perú y 16 de Colombia), para un total de 330 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. *C. albifrons* ocupa tres pisos zoogeográficos: Tropical Oriental, Subtropical Oriental y Templado Oriental. Se encuentra presente desde los ríos San Miguel y Putumayo, en la provincia de Sucumbíos y frontera con Colombia, por el norte; hasta los ríos Canchis, Chinchipe y San Francisco, en la provincia de Zamora Chinchipe y frontera con Perú, por el sur (figura 4.6.A).

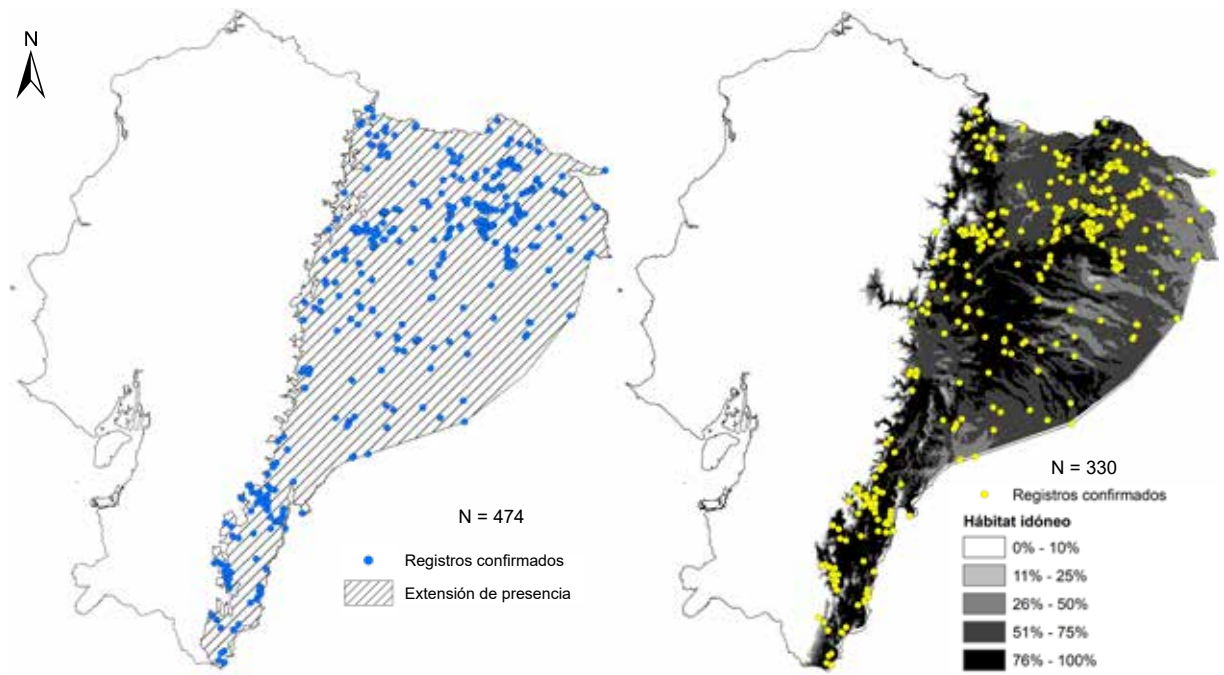
Los registros confirmados de su presencia aparecen en prácticamente todos los ríos principales a lo largo de su área de distribución, entre ellos, destacan los siguientes: Cofanes, Chingual, Bermejo, San Miguel, Putumayo, Güepí, Cuyabeno, Lagartococha, Dué, Aguarico, Eno, Shushufindi, Jivino Verde y Pañayacu (provincia de Sucumbíos); Quijos, Cosanga, Hollín, Pucuno, Huataracu, Mulatos, Misahuallí, Jatun Yacu, Napo y Anzú (provincia de Napo); Bigal, Payamino, Coca, Bueno, Pucuno, Suno, Jivino Rojo, Napo, Indillama, Tiputini, Tivacuno, Yasuní, Shiripuno, Tigüino, Nashiño, Cononaco (provincia de Orellana); Pastaza (provincia de Tungurahua); Anzú, Arajuno, Pastaza, Bobonaza, Villano, Curaray, Pintoyacu, Conambo, Corrientes, Copataza y Capahuari (provincia de Pastaza); Llushín, Sangay, Upano, Abanico, Pastaza, Makuma, Cangaime, Cushuimi, Mangosiza, Morona, Paute, Negro, Tayusa, Yunganza, Cuchibamba, Cuyes, Bomboiza y Coangos (provincia de Morona Santiago); Nangaritzá, Zamora, Bombuscaro, Shaime, Numpatakaimé, Numbala, Mayo y San Francisco (provincia de Zamora Chinchipe). Toda la extensión de presencia ocupa una superficie de 104 299 km².

Dentro de todas las especies de primates del Ecuador, esta es la que menos variación presentó en su distribución de acuerdo con los mapas documentados en fuentes recientes (Álvarez-Solas, Silva, et al., 2018; Tirira, 2007, 2017), lo cual demuestra su amplia extensión de presencia y los numerosos registros que se dispone.

Distribución potencial. Se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.03$ y delta AICc = 0). La variable que más contribuyó fue BIO 6 (temperatura mínima del mes más frío) (50 %); otras variables importantes fueron BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (27 %) y BIO 12 (precipitación anual) (23 %); las variables BIO 2 (rango diurno medio) y BIO 7 (rango anual de temperatura) poco aportaron (tabla 4.1; apéndice 3).

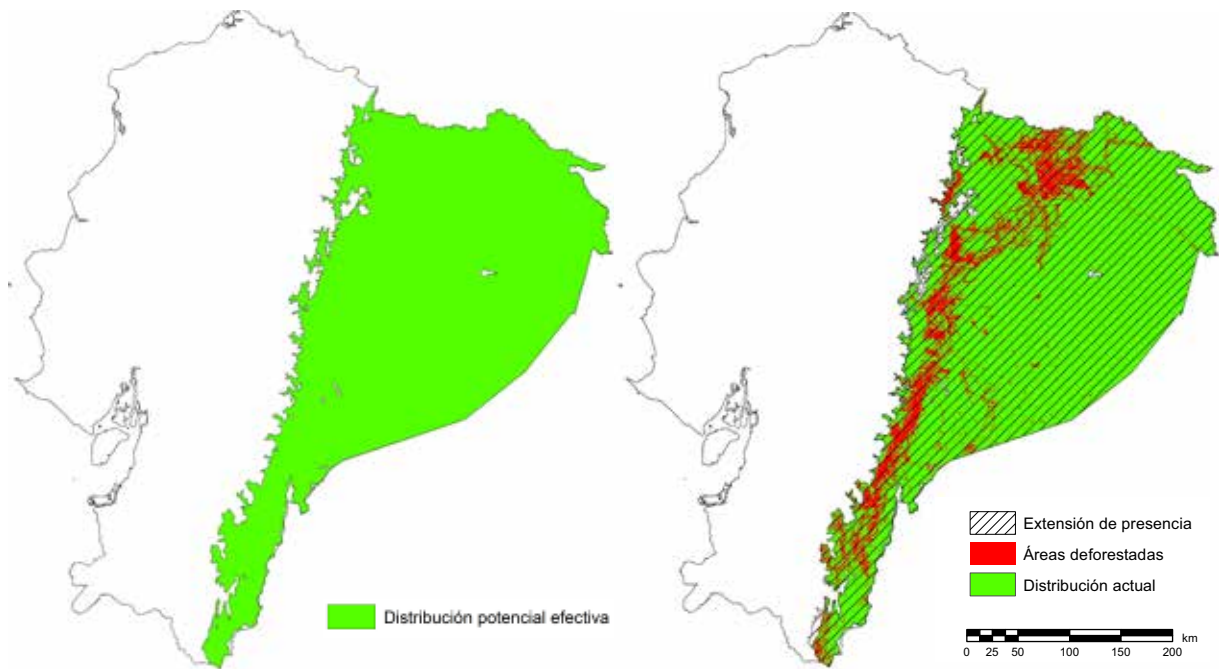
El MNE indicó idoneidad de hábitat para *C. albifrons* en todas las provincias amazónicas. Las zonas con mayor idoneidad se presentaron en diferentes secciones, entre ellas destacan los bosques de piedemonte de casi todas las estribaciones orientales de los Andes, además de importantes áreas en las zonas céntricas de las provincias de Sucumbíos, Orellana y Pastaza; y las estribaciones de las cordilleras del Kutukú y del Cóndor (figura 4.6.B). El área de distribución potencial en el Ecuador alcanzó una superficie de 106 290 km², mientras que la DPE fue de 102 498 km² (figura 4.6.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *C. albifrons* alcanza una superficie de 84 603 km², esto es una reducción del 16 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). El mapa muestra dos áreas con alta disminución de bosque nativo (figura 4.6.D), una en la Amazonía nororiental, en el eje que comprende las ciudades de Lago Agrio y



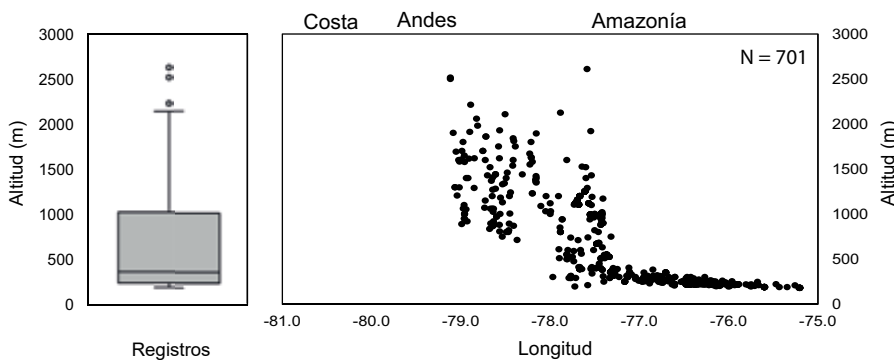
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.

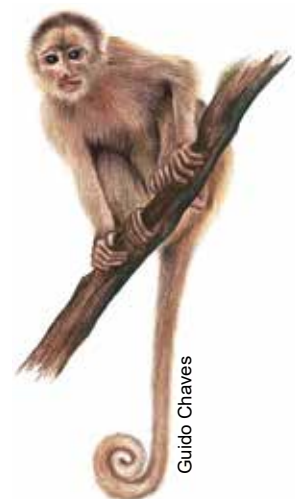


Figura 4.6. Distribución de *Cebus albifrons* en el Ecuador.

Coca, y otra a lo largo de la carretera Troncal Amazónica, entre las ciudades de Archidona y Zamora. También aparecen otras zonas deforestadas, aunque de menor extensión, entre las poblaciones de Baeza y El Chaco, en el nororiente, y a lo largo de las carreteras Lago Agrio-Quito, Coca-Loreto-Hollín, en la vía Auca y en el extremo sur de su distribución, dentro de la cuenca del río Mayo.

Por el contrario, existe una extensa área forestada homogénea a todo lo largo de su distribución oriental, entre el río Putumayo, en la frontera con Colombia, hasta el límite sur de la provincia de Pastaza. Otras áreas extensas con buena cobertura vegetal son evidentes en la parte noroccidental de su distribución, en los espacios que comprenden la RE Cofán-Bermejo y los parques nacionales Sumaco-Napo Galeras y Cayambe-Coca; también en las estribaciones del PN Sangay y de las cordilleras del Kutukú y del Cóndor, en particular hacia la cuenca alta del río Nangaritza y en la RB Cerro Plateado.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *C. albifrons* en el Ecuador se encuentra entre 180 y 2610 m (mediana = 350 m; variación = 2430 m; N = 701); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 230 y 1000 m de altitud (variación = 770 m) (figura 4.6.E). El registro a menor altitud provino de la boca del Aguarico (00°57'55"S, 75°12'12"W), en la provincia de Orellana (Tirira & Azurduy Högström, 2011); mientras que el de mayor altitud procede de Alto La Bonita (00°29'18"N, 77°35'12"W), provincia de Sucumbíos (Vriesendorp et al., 2009) y constituye en el registro más alto para cualquier primate en el Ecuador. El rango altitudinal reportado para la especie va de 0 a 2600 m (Defler, 2004; Pacheco et al., 2020); por lo tanto, la mayor altitud para este primate es la aquí indicada.

Barreras naturales. La altitud, generada por la cordillera Oriental de los Andes, fue la principal barrera que limitó la distribución de *C. albifrons*. Por esta misma razón, acompañada por el cambio en la estructura vegetal (barrera ecológica), la especie está ausente en las partes altas de las cordilleras del Kutukú y del Cóndor. Otras barreras físicas identificadas son el contrafuerte Muralla, las estribaciones de los volcanes El Reventador y Sumaco, la cordillera de los Guacamayos y los cerros Negro y Pan de Azúcar.

Vacíos de conocimiento. Ninguna en cuanto a su distribución, aunque existen áreas con pocos registros que valdría la pena revisar, como las estribaciones orientales de la cordillera del Kutukú y la parte baja del río Santiago; sin embargo, dada la amplia distribución de esta especie, es probable que esa ausencia se deba a deficiencias en el muestreo.

4.4.7. *Cebus capucinus capucinus* (Linnaeus, 1758)

Este es un taxón propio de los bosques húmedos de la ecorregión del Chocó, cuya presencia se extiende hasta Colombia y Panamá (Rylands & Mittermeier, 2013c). Para conocer su distribución en el Ecuador se recopilaron 78 registros; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y no confirmados se trabajó con 51 registros distribuidos en tres provincias de la Costa norte del país:

Esmeraldas (33), Imbabura (10) y Carchi (8). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 29 ubicaciones independientes; además, se incluyeron en el análisis 51 registros de Colombia y 22 de Panamá, para un total de 102 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. *C. c. capucinus* se encuentra entre la frontera con Colombia (río San Juan, en la provincia de Carchi), por el norte, y la margen derecha de los ríos Esmeraldas-Guayllabamba, en las provincias de Esmeraldas e Imbabura, por el sur (figura 4.7.A). Ocupa dos pisos zoogeográficos: Tropical Noroccidental y Subtropical Occidental.

Las cuencas hidrográficas de donde provienen los registros son las siguientes: San Juan y Mira (provincia de Carchi), Cachabí, Negro, Santiago, San Miguel, Agua Clara, Cayapas, Hoja Blanca, Bravo Grande, Verde, Canandé, Barbudo y Esmeraldas (margen derecha) (provincia de Esmeraldas); y Mira y Guayllabamba (margen derecha) (provincia de Imbabura). La extensión de presencia ocupa una superficie estimada en 6709 km².

Aunque en términos generales, la distribución propuesta cambia poco con aquella sugerida en anteriores revisiones (Alfonso-Cortes et al., 2018; Tirira, 2007, 2017), existe una importante disminución en cuanto a los límites occidentales y a la superficie considerada. De forma tradicional, se atribuyó que esta especie ocupaba buena parte de la provincia de Esmeraldas, al norte de los ríos Esmeraldas y Guayllabamba; sin embargo, al realizar una revisión detallada de los registros, se determinó que dos localidades en la parte baja de la provincia eran incorrectas: Borbón (Tirira, 2008) y Cerro Mutilos (Parker & Carr, 1992), con lo cual la extensión de presencia sospechada tuvo una reducción importante en su extensión. Con esta nueva evidencia, se sugiere que en el Ecuador su límite de distribución noroccidental corresponde al río Mira, que además separa las provincias de Esmeraldas y Carchi. Hacia el suroriente de su distribución, se sospecha que esta especie podría alcanzar la parte norte de la provincia de Pichincha, en una pequeña área al norte del río Guayllabamba y colindante con la provincia de Imbabura.

Distribución potencial. Se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.03$ y $\Delta AICc = 0$). La variable que más contribuyó al modelo fue BIO 2 (rango diurno medio) (38 %); otras variables importantes fueron BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (26 %), BIO 5 (temperatura máxima del mes más cálido) (22 %) y BIO 3 (isotermalidad) (14 %); la variable BIO 12 (precipitación anual) poco aportó (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *C. c. capucinus* en cuatro provincias: Esmeraldas, Carchi, Imbabura y Pichincha. Las zonas con mayor idoneidad se distribuyen entre las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes y el centro-occidente de la provincia de Esmeraldas; también aparece una zona de alta idoneidad en el suroccidente de la provincia de Imbabura (figura 4.7.B). El área de distribución potencial en el Ecuador alcanzó una superficie de 21 010 km², mientras que la DPE fue de 6700 km² (figura 4.7.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *C. c. capucinus* alcanzó una superficie de 4944 km², esto es una reducción del 26 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). El mapa de distribución actual muestra tres zonas con una importante pérdida de cobertura forestal (figura 4.7.D). La más grande aparece en el suroccidente de su distribución, dentro de la provincia de Esmeraldas y parte de Imbabura. Otra área deforestada aparece hacia el norte, a lo largo de la carretera Ibarra-San Lorenzo, en particular hacia la parte sur de la población de Lita, que involucra las provincias de Imbabura y Esmeraldas. La tercera zona corresponde al valle de Intag, en el suroriente de su distribución, dentro de la provincia de Imbabura.

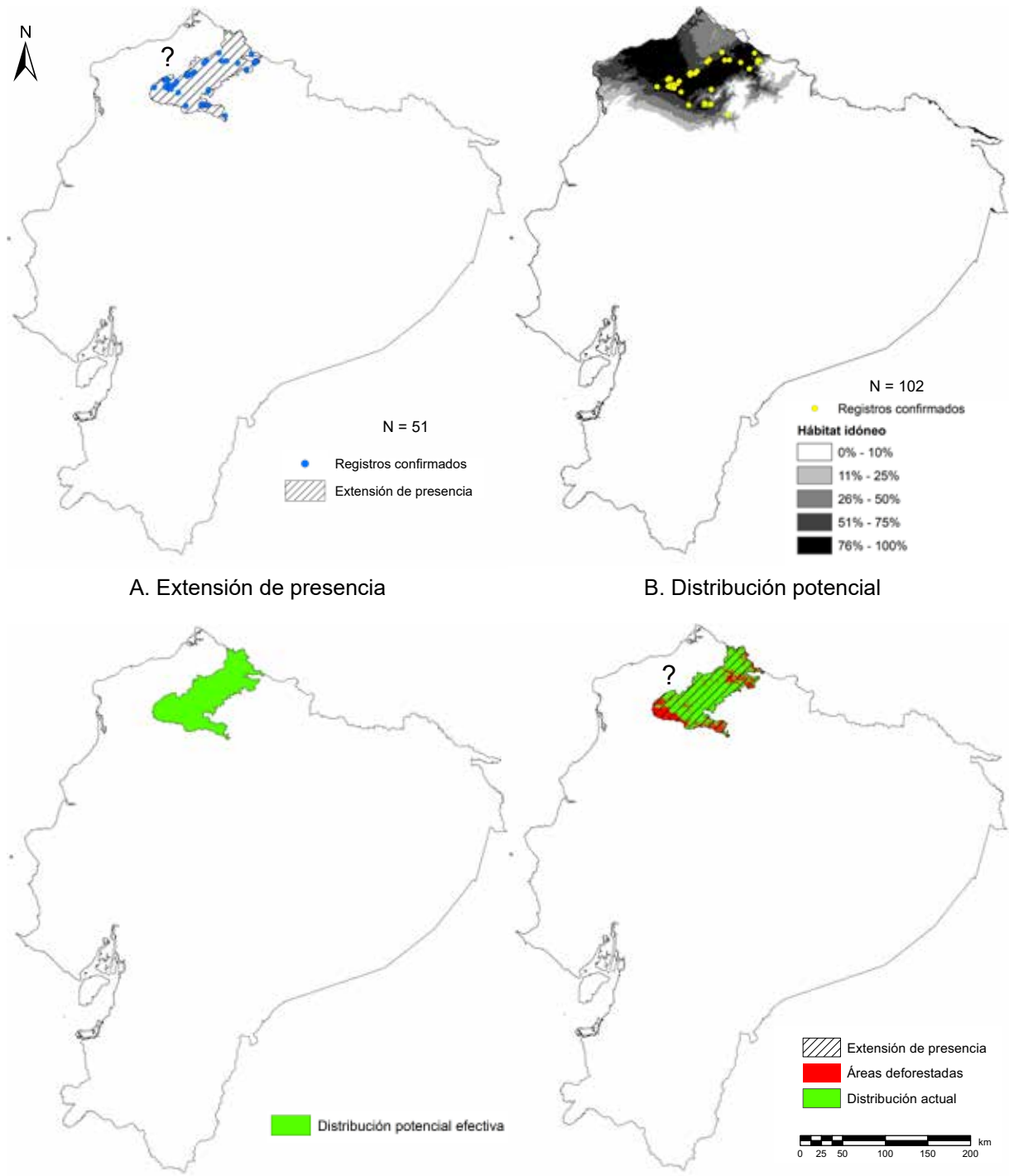
Los bosques nativos remanentes para *C. c. capucinus* se concentran en dos sectores principales. El más grande fragmento comprende las estribaciones occidentales del PN Cotacachi-Cayapas. Otro fragmento importante está dentro de la Reserva Étnica y Forestal Awá. Fragmentos menores aparecen en bosques privados, como son los bosques protectores Drácula y Cerro Golondrinas, en la provincia de Carchi; y Los Cedros, en Imbabura.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *C. c. capucinus* en el Ecuador se encuentra entre 110 y 1960 m (mediana = 593 m; variación = 1850 m; N = 62); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 341 y 1436 m de altitud (variación = 1095 m) (figura 4.7.E). El registro a menor altitud provino del Valle del Sade (00°31'04"N, 79°20'29"W), en la provincia de Esmeraldas (Tirira, 2008); y el de mayor altitud procede de Santa Rosa de Golondrinas (00°49'46"N, 78°07'03"W), Bosque Protector Golondrinas, provincia de Carchi (Tirira, 2021b). El rango altitudinal reportado para la especie va de 0 a 2100 m (Defler, 2004; Rylands & Mittermeier, 2013c).

Barreras naturales. La principal barrera identificada para *C. c. capucinus*, que forma su límite de distribución meridional, es el río Esmeraldas y su tributario, el río Guayllabamba. Anteriormente, se pensó que esta especie habitaba en toda la provincia de Esmeraldas (Tirira, 2001d), distribución que más tarde fue restringida para el norte de los ríos indicados (Tirira, Arcos, De la Torre, et al., 2011; Tirira, 2007), propuesta que fue confirmada durante el presente estudio.

Hacia la parte noroccidental, se propone que el río Mira también actúa como barrera en su distribución, con base en el hecho de que no existen registros en la parte norte de la provincia de Esmeraldas, entre las cuencas de los ríos Bogotá y Mataje. Si bien el MNE propone que esta especie habita en esta zona, no existen reportes que lo confirmen. Otra barrera importante, como en todos los primates, es la altitud, que esta representada por la cordillera Occidental de los Andes y un ramal secundario en la provincia de Imbabura, la cordillera de Toisán.

Vacios de conocimiento. (1) Confirmar la especie de *Cebus* que habita en la Reserva Cambugán; de ser *C. capucinus*, su área de presencia se extendería a la provincia de Pichincha. (2) Confirmar si este primate está ausente en el norte y oeste de la provincia de Esmeraldas, entre los ríos Bogotá y Mataje, lo que respaldaría la idea de que el río Mira actúa como barrera en su distribución; y también en las cuencas bajas de los ríos Santiago, Cayapas y Esmeraldas y en la zona de manglares de Mataje.

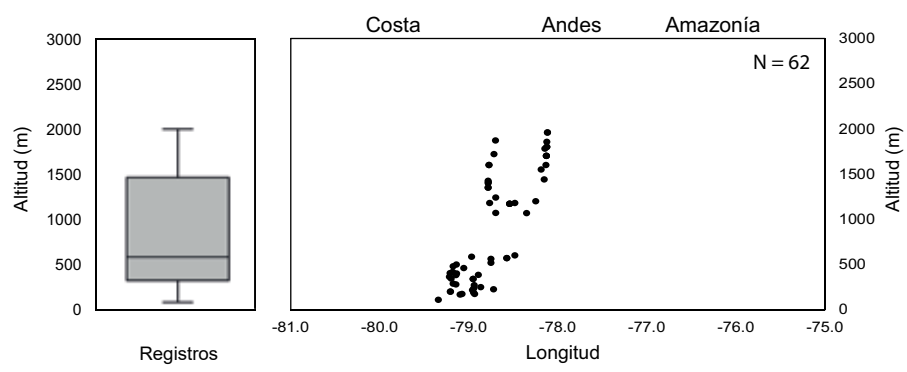


A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial

C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal. Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.



Figura 4.7. Distribución de *Cebus capucinus capucinus* en el Ecuador.

4.4.8. *Sapajus apella* Linnaeus, 1758

Esta es una de las especies de primates de más amplia distribución en Sudamérica, con registros en todos los países de la cuenca amazónica, además de las Guayanas (Boubli et al., 2020). Dentro del Ecuador se obtuvieron 98 registros; de ellos, una vez eliminados los duplicados y los datos no confirmados se trabajó con 61 registros distribuidos en cuatro provincias amazónicas: Pastaza (31), Zamora Chinchipe (13), Sucumbíos (9) y Morona Santiago (8). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 40 ubicaciones independientes procedentes de Ecuador y 128 de otros países dentro de su rango de distribución (71 de Perú, 51 de Colombia, 3 de Bolivia y 3 de Brasil), para un total de 168 ocurrencias analizadas.

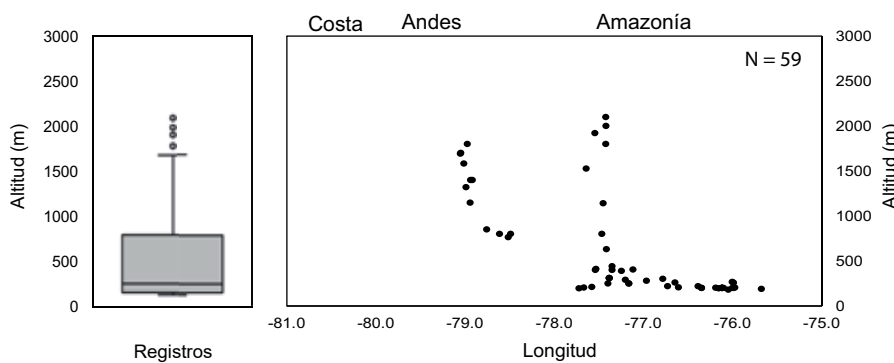
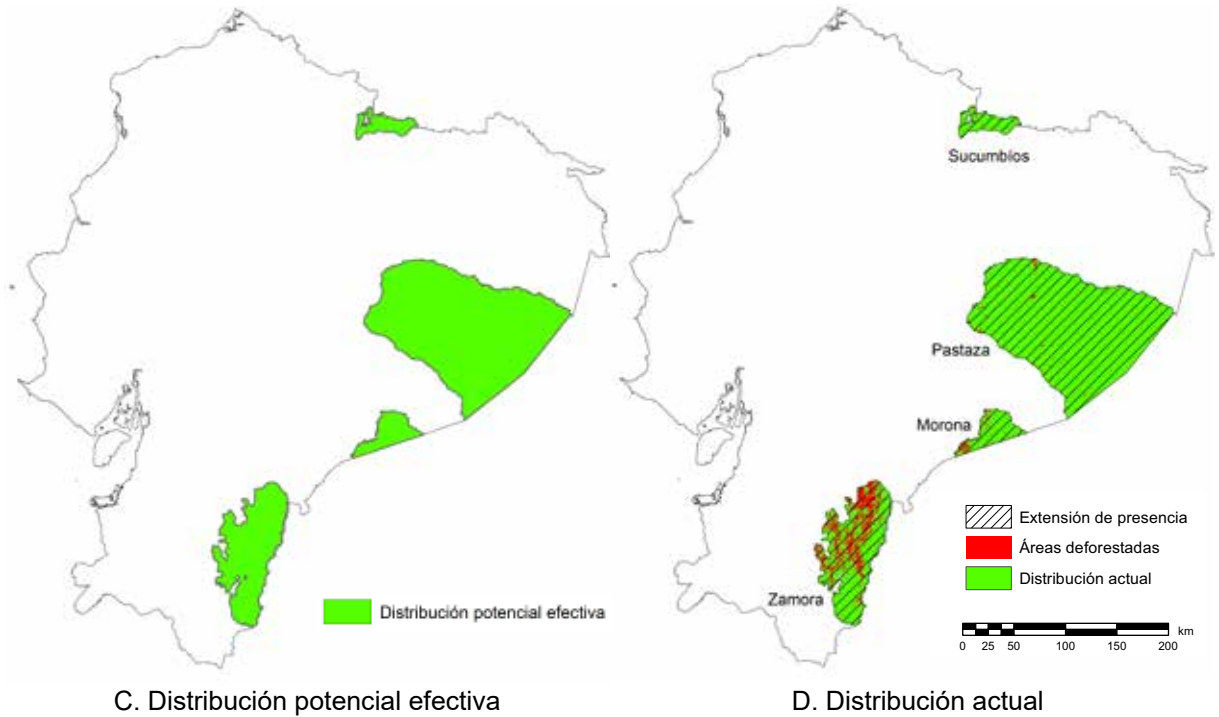
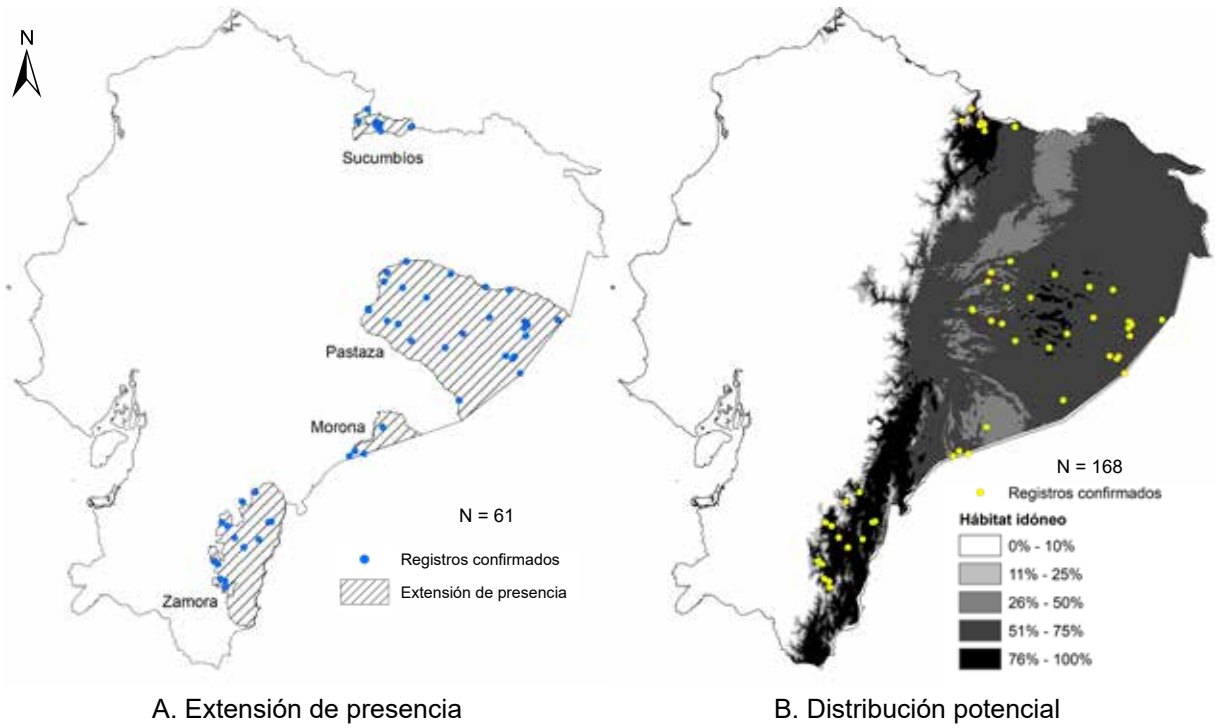
Extensión de presencia. La distribución de *S. apella* en el Ecuador es poco conocida y los mapas de distribución generados se han baso principalmente en información sospechada (Tirira & De la Torre, 2018a); al parecer, debido a su amplia área de presencia en la cuenca amazónica, se supuso que algo similar podría ocurrir en el Ecuador; sin embargo, la evidencia sugiere que existen cuatro poblaciones separadas entre sí y que se encuentran en contacto con los países vecinos. Estas poblaciones corresponden a cuatro provincias: Sucumbíos, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe (figura 4.8.A). En conjunto, *S. apella* presenta registros dentro de dos pisos zoogeográficos del país: Tropical Oriental y Subtropical Oriental. La superficie total de estas cuatro poblaciones fue de 30 819 km².

Población Sucumbíos: Se encuentra entre la frontera con Colombia, ríos Chingual y San Miguel, hasta la margen izquierda del río Bermejo; también en la cuenca del río Cofanes. Esta es la población más pequeña de las cuatro identificadas, con una superficie de 1175 km² (4 %).

Los primeros registros confirmados de esta población corresponden a la parte alta de la RE Cofán-Bermejo (Pitman et al., 2002), lo cual fue confirmado durante el presente estudio en base a entrevistas con pobladores locales. La existencia de esta población era desconocida y no ha sido documentada en otras publicaciones.

Población Pastaza: Los registros confirmados se encuentran entre los ríos Cononaco (margen derecha) y Bobonaza (margen izquierda); hacia la parte oriental limita con Perú. La evidencia indica que esta población también ocupa las cuencas de los ríos Shiripuno (margen derecha), Tzapino, Curaray, Villano, Maratuyacu, Pintoyacu, Conambo y Corrientes, todas dentro de la provincia de Pastaza, aunque se sospecha que también puede ocupar una pequeña sección de la provincia de Orellana, al sur del río Shiripuno. La población ocupa una superficie de 20 906 km² (68 %), que la convierten en la más grande de las cuatro identificadas en el Ecuador.

Esta es la única población de *S. apella* de la cual se tuvo certeza y siempre apareció incluida en los distintos mapas de distribución producidos (De la Torre, 2000; De la Torre, Tirira, et al., 2011; Tirira



La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.



Figura 4.8. Distribución de *Sapajus apella* en el Ecuador.

& De la Torre, 2018a; Tirira, 2001c, 2007, 2017); de igual manera, la mayoría de los ejemplares de museo proceden de esta zona (Tirira, 2021b). En la literatura existen reportes que han documentado su presencia más hacia el norte, hasta la orilla sur del río Napo (Mena-Valenzuela & Cueva, 2001; Tirira, Reid, et al., 2019), e incluso en la orilla norte (Emmons, 1984; Orellana-Vásquez, 2018), los que se consideran incorrectos.

También, con base en un cráneo almacenado en colecciones (QCAZ 756), se pensó que *S. apella* podría estar presente al norte del río Aguarico, en la zona de la RPF Cuyabeno (De la Torre, Tirira, et al., 2011; Tirira, 2007). Sin embargo, luego de revisar este material y de visitar la localidad de procedencia se llegó a la conclusión de que el cráneo correspondía a un macho viejo de *C. albifrons*. Al parecer, este ha sido un error recurrente en varios avistamientos, pues se ha observado que ciertos machos adultos de *C. albifrons* (en ejemplares preservados en museos de historia natural, en animales en cautiverio o en individuos cazados por indígenas) presentan una coloración marrón oscura hacia la espalda, la cabeza y en las extremidades, lo cual podría llevar a una identificación incorrecta. Es posible que esta sea la justificación para la observación del grupo de ocho individuos efectuada por Robert Ridgely en el área del Yasuní y que fue documentada en Tirira, Reid, et al. (2019).

Población Morona: Se cuenta con registros entre los ríos Wichimi, Makuma y Morona (margen izquierda), hacia la parte oriental de la provincia de Morona Santiago, desde donde se extiende hacia el Perú. Esta es una población pequeña y de la que no se tenían evidencias concretas; sin embargo, en el trabajo de campo efectuado resultó ser una especie bien conocida por las comunidades indígenas locales. Esta población ocupa una superficie de 1644 km² (5 %); sin embargo, se sospecha que su área de presencia debe ser más extensa y podría alcanzar hasta la orilla meridional del río Pastaza.

La existencia de esta población era sospechada, pues todos los mapas de distribución de la especie la incluían (De la Torre, 2000; De la Torre, Tirira, et al., 2011; Tirira & De la Torre, 2018a; Tirira, 2001c, 2007, 2017). También existen registros previos que han documentado su presencia al oriente de la cordillera del Kutukú (Freile & Santander, 2005; Orellana-Vásquez, 2018; Zapata Ríos et al., 2006); sin embargo, ninguno presenta evidencia concreta ni localidades específicas.

Población Zamora: Esta población se encuentra en las cuencas de los ríos Zamora y Nangaritza, entre las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe, tanto en las estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes como en la cordillera del Cóndor; se conecta con Perú por la depresión de Shaime. Esta es una población de la que no se tenían evidencias concretas; sin embargo, su presencia es conocida por los pobladores de ciertas localidades, aunque la mayoría de los registros levantados son antiguos (hace 30 o más años). Esta población ocupa una superficie de 7094 km² (23 %).

Los primeros reportes de esta población corresponden al avistamiento de varios individuos cautivos en la parte baja de la cordillera del Cóndor (De la Torre, Tirira, et al., 2011; Narváez-Romero et al., 2012; Tirira & De la Torre, 2018a). Durante el estudio de campo también se confirmaron

algunas localidades de donde se habían extraído individuos en cautiverio. Además, se obtuvieron comunicaciones personales de ancianos en la zona y que recordaban haber visto esta especie.

Distribución potencial. Se obtuvieron tres modelos estadísticamente significativos (mediana: ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.04$ y delta $AIC_c = 1.3$). La variable que más contribuyó al mejor modelo fue BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (45 %); otras variables importantes fueron BIO 10 (temperatura media del trimestre más cálido) (29 %) y BIO 16 (precipitación del trimestre más húmedo) (26 %); las variables BIO 4 (estacionalidad de la temperatura) y BIO 6 (temperatura mínima del mes más frío) poco aportaron al modelo (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *S. apella* en las seis provincias amazónicas, además de una parte en el centro-oriental de Tungurahua. Las zonas con mayor idoneidad de hábitat se distribuyen en tres secciones, entre ellas dos corresponden a bosques de las estribaciones orientales de los Andes, tanto al norte (provincia de Sucumbíos y área contigua de Napo) como al sur del país (provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe, incluida la cordillera del Cóndor); otra zona de alta idoneidad aparece en el centro de la provincia de Pastaza (figura 4.8.B). El área de distribución potencial en el Ecuador alcanzó una superficie de 105 236 km², mientras que la DPE fue de 30 709 km² que se reparten en los cuatro polígonos determinados (figura 4.8.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *S. apella* alcanza una superficie de 27 740 km², esto es una reducción del 9 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). Un análisis para cada población identificada es el siguiente:

Población Sucumbíos: La cantidad de bosque remanente fue de 1096 km² (tiene una reducción del 3 % con relación al MNE). Las áreas de pérdida forestal se limitan a cuatro zonas específicas (figura 4.8.D). La más grande tiene relación con la carretera Lumbaqui-La Bonita, que avanza paralela al río Aguarico-Chingual. Otra zona deforestada aparece a orillas del río San Miguel, en la frontera con Colombia, y en los alrededores de las poblaciones de La Bonita y La Sofía. La mayor parte del área forestal para esta población se encuentra en la RE Cofán-Bermejo, que ocupa la parte oriental del área propuesta. Otra área protegida dentro de la distribución de *S. apella* corresponde a las estribaciones del Área Ecológica de Conservación Municipal La Bonita-Cofanes Chingual.

Población Pastaza: La cantidad de bosque remanente fue de 20 564 km² (tiene una reducción inferior al 1 % con relación al MNE). Las áreas deforestadas en esta población son reducidas y se limitan a espacios alrededor de ciertas comunidades dentro de la provincia de Pastaza, con excepción del área de influencia de la vía Auca, en su extremo noroccidental (figura 4.8.D). Esta población está compuesta por un solo polígono. El único espacio protegido corresponde al área que se incluye dentro del PN Yasuní, en el extremo nororiental de su distribución.

Población Morona: La cantidad de bosque remanente fue de 1428 km² (tiene una reducción del 12 % con relación al MNE). Esta población presenta algunas zonas deforestadas, en particular hacia

su extremo suroccidental, en los alrededores de San José de Morona (figura 4.8.D). Otras áreas deforestadas aparecen en las cercanías de los ríos Makuma, Panki y Cangaime. No existen áreas protegidas dentro de esta población y, en términos generales, la mayor parte de la superficie de bosque todavía forma un gran polígono de bosque.

Población Zamora: La cantidad de bosque remanente fue de 4651 km² (tiene una reducción del 33 % con relación al MNE). Esta es la población con la mayor pérdida de cobertura forestal (figura 4.8.D). La mayor pérdida de bosque se encuentra entre las ciudades de Zamora y Gualaquiza, a lo largo de la carretera Troncal Amazónica. Otras áreas deforestadas aparecen en la cuenca media y baja del río Nangaritza y a lo largo de los ríos Yacuambi y Bombuscaro. Las áreas que conservan bosque nativo dentro de esta población se encuentran en su mayoría en las estribaciones de la cordillera del Cóndor, en particular hacia las cabeceras del río Nangaritza, en donde se encuentra la RB Cerro Plateado.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *S. apella* en el Ecuador se encuentra entre 180 y 2100 m (variación = 1920 m; mediana = 300 m; N = 59); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 203 y 825 m de altitud (variación = 622 m) (figura 4.8.E). El registro a menor altitud se encontró en la provincia de Pastaza, en la localidad Río Tigre (02°07'03"S, 76°02'49"W), cerca de la frontera con Perú (catálogo MEPN); y el de mayor altitud procede de Cordillera de los Osos (00°19'45"N, 77°25'18"W), ladera del cerro Sur Pax, RE Cofán-Bermejo, provincia de Sucumbíos (Pitman et al., 2002).

Los rangos de altitud para cada población identificada en el Ecuador son los siguientes: 630–2100 m para la población Sucumbíos; 175–440 m para la población Pastaza; 195–250 m para la población Morona; y 763–1800 m para la población Zamora (Pitman et al., 2002; Tirira, 2021b: datos de campo). El rango altitudinal reportado para la especie en toda su distribución va de 50 a 3751 m (Defler, 2004; Pacheco et al., 2020; catálogo FMNH).

Barreras naturales. La evidencia indica que la presencia de *S. apella* en el Ecuador está en expansión y su incursión podría ser relativamente reciente. Por este motivo, su distribución se limita a cuatro zonas y en las que se han identificado barreras específicas, algo contrario a su extensa distribución dentro de la cuenca amazónica. Las barreras naturales identificadas se deben considerar como provisionales, pues en la mayoría de ellas será necesario llevar a cabo estudios de campo que lo confirmen:

Población Sucumbíos: Por el sur los ríos Bermejo y Cofanes; por el oeste, las estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes; por el este el río San Miguel. Tiene conectividad hacia el norte, con Colombia.

Población Pastaza: Por el norte, los ríos Shiripuno-Cononaco; por el sur, el río Bobonaza (o quizá se extienda hasta el Pastaza). Tiene conectividad hacia el este, con Perú, mientras que hacia el oeste no existe una barrera que limite su distribución conocida.

Población Morona: Por el norte no está definida, aunque se sospecha que podría alcanzar la orilla sur del río Pastaza; por el sur y el oeste, podría ser el río Morona-Cangaime. Tiene conectividad hacia el este, con Perú.

Población Zamora: Por el oeste, las estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes; por el sur, al parecer los contrafuertes de Tzunantza y San Francisco han limitado su expansión; por el este, la parte alta de la cordillera del Cóndor, con excepción de la depresión de Shaime, cuya baja altitud conecta con la Amazonía peruana. No tiene barrera que limite su distribución hacia el norte.

Vacios de conocimiento. Son necesarios estudios específicos para conocer mejor los límites de distribución de estas poblaciones: Población Sucumbíos: (1) realizar estudios en la parte baja de la RE Cofán-Bermejo y en el espacio comprendido entre los ríos Chingual y las cabeceras del río Bermejo. Población Pastaza: (2) confirmar el límite septentrional, con estudios de campo al norte y al sur de los ríos Shiripuno-Cononaco; (3) confirmar si el río Bobonaza es su límite austral; (4) determinar el límite occidental. Población Morona: (5) confirmar si la especie alcanza hasta la orilla sur del río Pastaza; (6) confirmar si los ríos Cangaime-Morona forman su límite austral; (7) confirmar si habita en las estribaciones orientales de la cordillera del Kutukú. Población Zamora: (8) confirmar el área de extensión hacia el norte de su distribución; (9) confirmar su presencia en la cuenta alta del río Nangaritza.

4.4.9. *Saimiri cassiquiarensis macrodon* (Elliot, 1907)

Esta es una de las especies de primates más comunes de la Amazonía ecuatoriana (Solórzano et al., 2018) y una de las de mayor distribución en la Amazonía occidental, cuya distribución también abarca bosques tropicales y subtropicales de Colombia, Venezuela, el oeste de Brasil y el norte de Perú (Lynch-Alfaro et al., 2015; Rylands & Mittermeier, 2013c). Para el estudio propuesto se recopilaron 845 registros de *S. c. macrodon* procedentes del Ecuador; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y no confirmados, se trabajó con 535 registros distribuidos en todas las provincias amazónicas: Orellana (234), Sucumbíos (151), Napo (55), Pastaza (42), Morona Santiago (29), Zamora Chinchipe (23) y Tungurahua (1). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 236 ubicaciones independientes del Ecuador y otras 209 provenientes de otros países dentro de su rango de distribución (118 de Colombia, 81 de Perú, 6 de Venezuela y 4 de Brasil), para un total de 445 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. *S. c. macrodon* ocupa dos pisos zoogeográficos: Tropical Oriental y Subtropical Oriental. Su distribución comprende desde los ríos San Miguel y Putumayo, en la provincia de Sucumbíos y frontera con Colombia, por el norte; hasta los contrafuertes de Tzunantza y San Francisco, en la provincia de Zamora Chinchipe, por el sur (figura 4.9.A).

Los registros confirmados de su presencia aparecen en la mayoría de los ríos principales a lo largo de su área de distribución. Las cuentas que ocupa son las siguientes: Cofanes, Chingual, Bermejo, San

Miguel, Putumayo, Güepí, Cuyabeno, Lagartococha, Dué, Aguarico, Eno, Shushufindi, Jivino Verde, Itaya y Pañayacu (provincia de Sucumbíos); Hollín, Pucuno, Huataracu, Misahuallí, Napo y Anzú (provincia de Napo); Bigal, Payamino, Coca, Pucuno, Suno, Jivino Rojo, Napo, Indillama, Rumiyacu, Tiputini, Tivacuno, Yasuní, Shiripuno, Nashiño, Cononaco (provincia de Orellana); Pastaza (provincia de Tungurahua); Anzú, Arajuno, Nushiño, Shiripuno, Tigüino, Puyo, Pastaza, Bobonaza, Villano, Curaray, Pintoyacu, Conambo, Corrientes, Copataza y Capahuari (provincia de Pastaza); Pastaza, Upano, Abanico, Makuma, Cangaiame, Mangosiza, Morona, Yaupi, Santiago, Negro, Yunganza y Cuchibamba (provincia de Morona Santiago); y Quimi, Machinaza, Nangaritzá, Zamora, Bombuscaro, Shaime y Numpatakaime (provincia de Zamora Chinchipe). Toda esta área ocupa una superficie de 92 384 km².

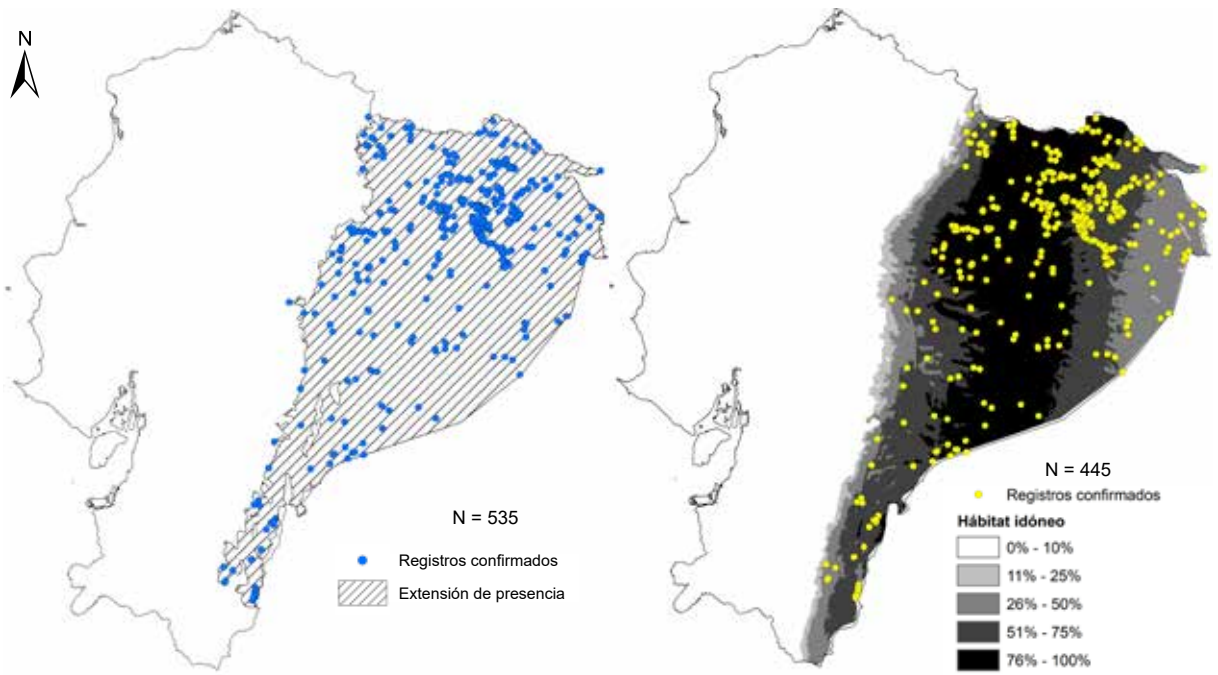
En términos generales, la distribución que se presenta es la misma que ha sido referida en otras publicaciones recientes (De la Torre, Pozo-Rivera, et al., 2011a; Solórzano et al., 2018; Tirira, 2007, 2017), aunque se realizaron algunos ajustes en cuanto a los límites occidentales encontrados debido a un incremento en la altitud del área de extensión de presencia.

Distribución potencial. Se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.04$ y delta $AIC_c = 0$). La variable que más contribuyó al modelo fue BIO 2 (rango diurno medio) (40 %); otras variables importantes fueron BIO 12 (precipitación anual) (26 %), BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (22 %) y BIO 4 (estacionalidad de la temperatura) (12 %); la variable BIO 14 (precipitación del mes más seco) aportó en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *S. c. macrodon* en las seis provincias amazónicas y en el este de Tungurahua. La zona con mayor idoneidad de hábitat se distribuye a lo largo de la Amazonía central del Ecuador, que incluye el centro de Sucumbíos, el este de Napo, el oeste de Orellana, el centro de Pastaza y el noreste de Morona Santiago (figura 4.9.B). El área de distribución potencial en el Ecuador alcanzó una superficie de 106 187 km², mientras que la DPE fue de 91 750 km² (figura 4.9.C).

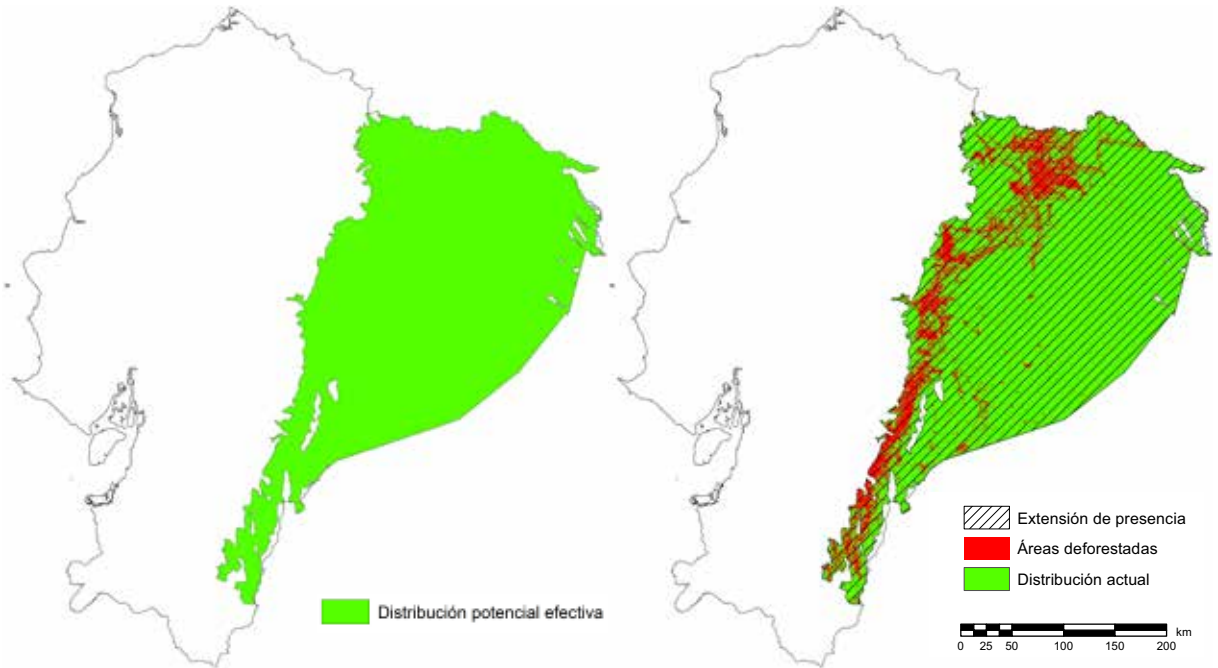
Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *S. c. macrodon* alcanza una superficie de 75 844 km², esto es una reducción del 16 %, en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). La distribución actual muestra dos áreas con una importante disminución de bosque nativo, una en la Amazonía nororiental, en el eje que comprende las ciudades de Lago Agrio y Coca, y otra a lo largo de la carretera Troncal Amazónica, entre las ciudades de Archidona y Zamora (figura 4.9.D). También aparecen otras zonas deforestadas, aunque de menor extensión, a lo largo de las carreteras Lago Agrio-Quito y Coca-Loreto-Hollín y en la vía Auca.

Por el contrario, existe una extensa área forestada homogénea a todo lo largo de su distribución oriental, entre el río Putumayo, en la frontera con Colombia, hasta el nororiente de la provincia de Morona Santiago. Otras áreas extensas con buena cobertura vegetal se evidencian en la parte noroccidental de su distribución, en los espacios que comprenden las estribaciones orientales de la



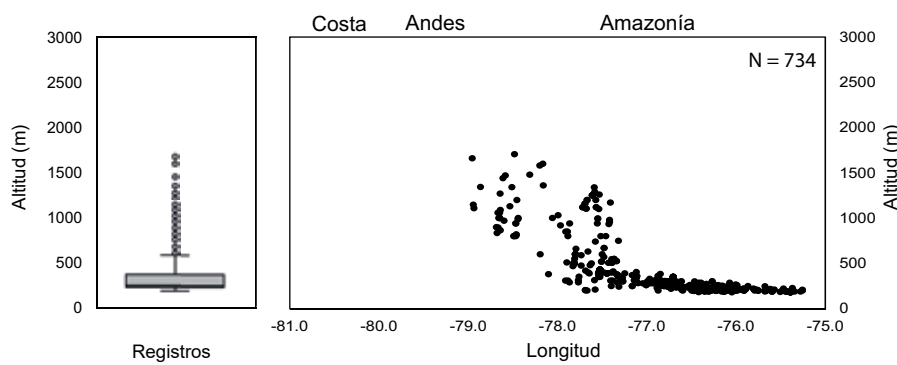
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.



Verónica Benítez

Figura 4.9. Distribución de *Saimiri cassiquiarensis macrodon* en el Ecuador.

RE Cofán-Bermejo y los parques nacionales Sumaco-Napo Galeras y Cayambe-Coca; también en las estribaciones del PN Sangay y en las cordilleras del Kutukú y del Cóndor.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *S. c. macrodon* en el Ecuador se encuentra entre 180 y 1706 m (mediana = 240 m; variación = 1526 m; N = 734); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 220 y 360 m de altitud (variación = 140 m) (figura 4.9.E). El registro a menor altitud proviene de la provincia de Pastaza, localidad de Río Tigre (02°07'15"S, 76°02'51"W), frontera con Perú (Freire, 1997); y el de mayor altitud procede de Plan de Milagro (03°00'54"S, 78°28'55"W), provincia de Morona Santiago (Tirira, 2021b: datos de campo). El rango altitudinal para este taxón en toda su distribución va de 80 a 1800 m (Defler, 2004; Pacheco et al., 2020).

Barreras naturales. La principal barrera identificada para *S. c. macrodon* son las cordilleras, que limitan su distribución hacia el oeste (la cordillera Oriental de los Andes) y al sur (los contrafuertes de Tzunantza y San Francisco), además de las partes altas de las cordilleras del Kutukú y del Cóndor, del contrafuerte Muralla, de los volcanes Sumaco, El Reventador, del cerro Sur Pax, Cerro Negro y Pan de Azúcar y la cordillera de los Guacamayos.

Una posible barrera que necesita ser confirmada es el área comprendida entre los ríos Paute (margen derecha) y Negro (margen izquierda), dentro de la provincia de Morona Santiago.

Vacios de conocimiento. Ninguno de importancia o que pueda presentar un cambio relevante en su mapa de distribución, aunque existen dos áreas en donde no existen registros y que valdría la pena revisar: (1) parte baja de la provincia de Pastaza, entre los ríos Pintoyacu (margen derecha) y Pastaza (margen izquierda), dentro de la provincia de Pastaza; (2) espacio comprendido entre los ríos Paute (margen derecha) y Negro (margen izquierda), dentro de la provincia de Morona Santiago.

4.4.10. *Aotus lemurinus* (I. Geoffroy, 1843)

Se trata de una especie de hábitos nocturnos que ocupa bosques subtropicales y templados, presencia que también es compartida con Colombia y se sospecha que puede alcanzar el área limítrofe con Venezuela (Fernández-Duque et al., 2013). Esta es una de las especies de primates menos conocidas en el país. Se obtuvieron 38 registros; de ellos, una vez eliminados los duplicados y los datos no confirmados se trabajó con 16 localidades distribuidas en dos provincias de la Amazonía norte: Napo (11) y Sucumbíos (5). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 12 ubicaciones independientes procedentes del Ecuador; además, se incluyeron en el análisis 10 registros de la cordillera Oriental de los Andes de Colombia, para un total de 22 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. De acuerdo con la evidencia disponible, la distribución de *A. lemurinus* se restringe a las estribaciones nororientales de los Andes, entre el río Chingual (frontera con Colombia),

en la provincia de Sucumbíos, por el norte; hasta el río Jatun Yacu, en la provincia de Napo, por el sur (figura 4.10.A). Ocupa los pisos zoogeográficos Subtropical Oriental y Templado Oriental. Las cuencas hidrográficas en donde se disponen de registros confirmados son: Chingual, Cofanes y Coca (provincia de Sucumbíos); y Quijos, Cosanga, Pucuno y Tena (provincia de Napo). Esta área ocupa una superficie estimada en 4976 km².

La distribución propuesta presenta una modificación considerable con aquella que se ha indicado para la especie (Morales-Jiménez & De la Torre, 2008; Tirira, De la Torre, et al., 2011; Tirira & De la Torre, 2018b; Tirira, 2001e, 2007, 2017). Para definir esta distribución fueron determinantes los resultados genéticos (mediante la secuenciación del gen *Cyt-b*) realizados a dos individuos que habían sido identificados como *A. lemurinus*. El primero procedía del área próxima a la RE Antisana (QCAZ 8984), a 2080 m de altitud; y el segundo, del PN Llanganates (QCAZ 15249), a 1400 m de altitud y 100 km al sur de la primera localidad. La evidencia demostró que el segundo ejemplar se trataba de *A. vociferans* (véase el capítulo III: Diversidad, para más detalles sobre este taxón), lo cual demostró: (1) no se disponen de registros de *A. lemurinus* al sur del río Jatun Yacu; y (2) la altitud máxima a la que está presente *A. vociferans* superaba entre 300 y 500 m a las antes documentadas dentro las estribaciones occidentales de los Andes (Carrillo-Bilbao, Martin-Solano, De la Torre, et al., 2018a; Tirira, 2017), cambio que involucraba una nueva perspectiva en cuanto a su distribución, considerada anteriormente como una especie exclusivamente tropical (Tirira, 2017).

Al no existir evidencias sobre la presencia de *A. lemurinus* al sur del río Jatun Yacu, quedaron sin sustento los registros que se habían documentado (basados en observaciones o en entrevistas a pobladores locales) al sur del límite ahora propuesto, que incluye reportes en los parques nacionales Llanganates y Sangay, en la cordillera del Cóndor y en el nudo de Sabanilla, en las provincias de Tungurahua, Morona Santiago y Zamora Chinchipe, respectivamente (Brito & Ojala-Barbour, 2016; Castro-Revelo & Jácome Rivera, 1999; Castro-Revelo & Román, 2000; Freile & Santander, 2005; Ortiz, 2008; Rageot & Albuja V., 1994; Tirira & De la Torre, 2018b).

Tampoco se consideran válidos reportes de *A. lemurinus* a menor altitud dentro de la distribución ahora propuesta, en las zonas de Bermejo y Sinangüé (Pitman et al., 2002); mientras que registros de su congénere, *A. vociferans*, documentados entre los ríos Chingual-Aguarico-Dué (Mena-Valenzuela, 1997a; Vriesendorp et al., 2009) y en las estribaciones del volcán Sumaco (Mena-Valenzuela, 1996) se sospecha que podrían corresponder a este taxón. En Ramos Urcu, estribaciones orientales del volcán Sumaco, en la provincia de Napo (Paynter, 1993) existe un registro de *A. lemurinus* (MEPN 7918) que por error ha sido colocado en la provincia de Azuay (Ramírez-Chaves et al., 2020), casi 300 km más al sur y fuera de su área de distribución.

Distribución potencial. Se obtuvieron ocho modelos estadísticamente significativos (mediana: ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.00$ y delta AICc = 1.0). La variable que más contribuyó al mejor modelo fue BIO 5 (temperatura máxima del mes más cálido) (81 %); otras variables importantes fueron BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (12 %) y BIO 3 (isotermalidad) (4 %); las variables

BIO 6 (temperatura mínima del mes más frío) y BIO 7 (rango anual de temperatura) aportaron en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

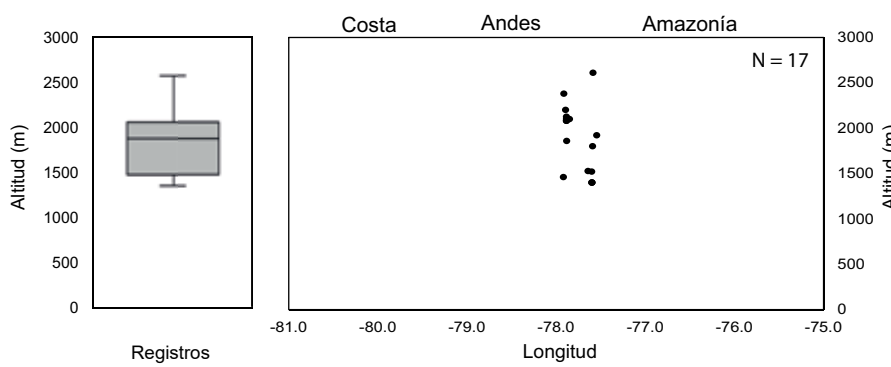
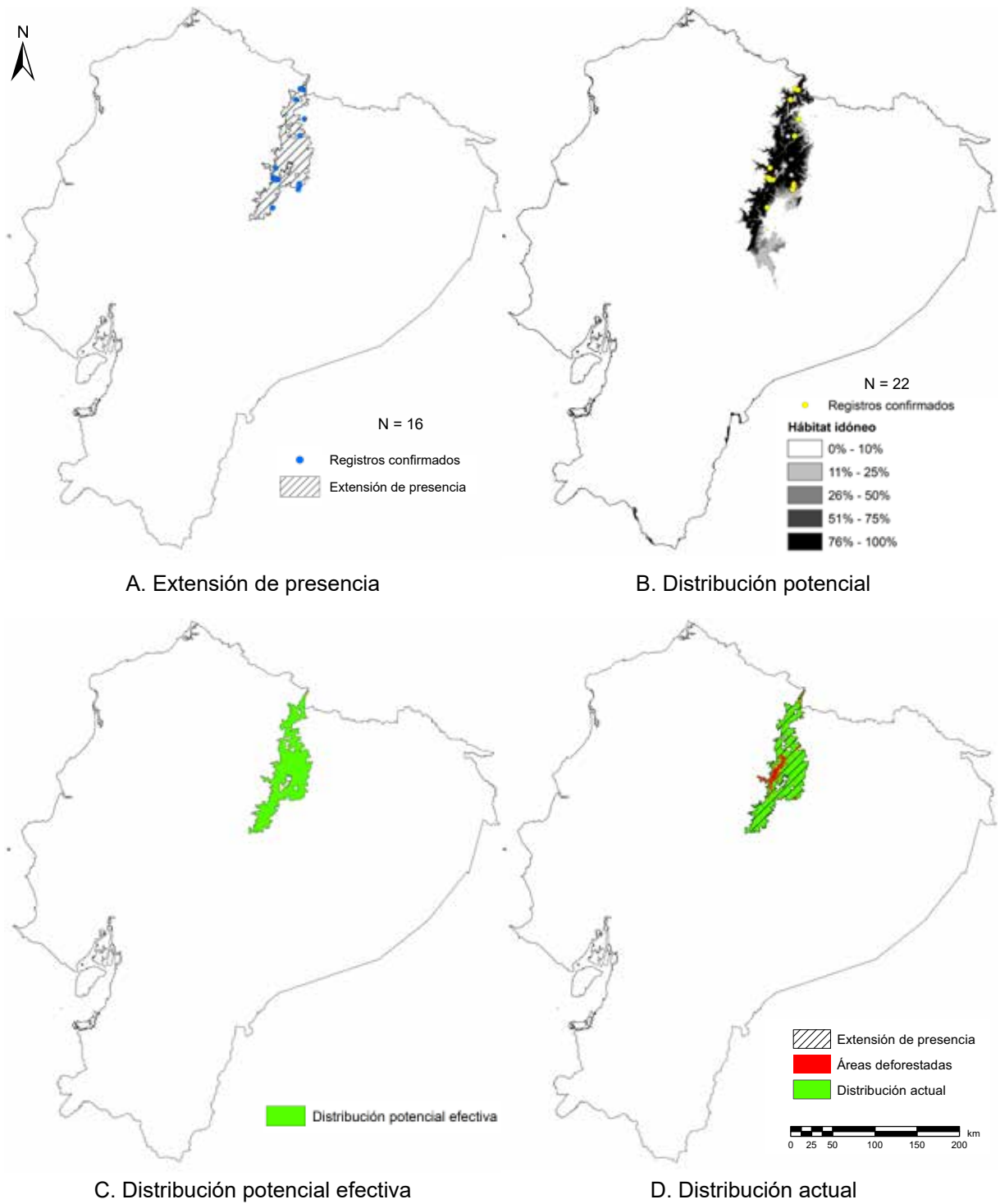
El MNE indicó idoneidad de hábitat para *A. lemurinus* en tres provincias amazónicas: Sucumbíos, Napo y Pastaza, con alta idoneidad de hábitat en las estribaciones orientales de los Andes (figura 4.10.B). El área de distribución potencial en Ecuador alcanzó una superficie de 10 642 km², mientras que la DPE fue de 4930 km² (figura 4.10.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *A. lemurinus* alcanzó 4458 km², una reducción del 9 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). La zona con la mayor pérdida forestal para *A. lemurinus* aparece a lo largo de la carretera Cosanga-Baeza-El Chaco-El Reventador. Otra zona con pérdida forestal se observa hacia la parte norte de su distribución, a lo largo de la carretera Lumbaqui-La Bonita. Un tercer segmento se observa en el área de influencia de la carretera Hollín-Loreto (figura 4.10.D).

La mayor extensión de bosque nativo para *A. lemurinus* corresponde al área del PN Sumaco-Napo Galeras. Otros segmentos importantes de bosque aparecen dentro de tres áreas protegidas, de norte a sur: Área Ecológica de Conservación Municipal La Bonita-Cofanes Chingual, PN Cayambe-Coca y RB Colonso-Chalupas.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *A. lemurinus* en el Ecuador se encuentra entre 1400 y 2610 m (mediana = 1920 m; variación = 1210 m; N = 17); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 1520 y 2100 m de altitud (variación = 620 m) (figura 4.10.E). El registro a menor altitud proviene de los alrededores de la Estación Biológica Wild Sumaco (00°40'18"N, 77°36'00"W), en las estribaciones del volcán Sumaco, PN Sumaco-Napo Galeras, provincia de Napo (iNaturalist, 2020; Tirira, 2021b: datos de campo; Vanderhoff & Nillson, 2010: identificado como *A. vociferans*); mientras que el registro de mayor altitud procede de Alto La Bonita (00°29'18"N, 77°35'12"W), provincia de Sucumbíos (Vriesendorp et al., 2009) y constituye en el registro más alto para cualquier primate en el Ecuador. El rango altitudinal reportado para esta especie en todo su rango de distribución va de 1000 a 3200 m (Fernández-Duque et al., 2013; Hernández-Camacho & Cooper, 1976).

Barreras naturales. Se identificaron tres barreras que se sospecha limitan la distribución de *A. lemurinus*, aunque el nivel de comprensión que se tiene sobre ellas es incompleto y necesita ser reforzado. Por una parte, existen barreras físicas: (1) la cordillera de los Andes, las partes altas del contrafuerte Muralla, la cordillera de los Guacamayos y los volcanes Sumaco y El Reventador, con la temperatura máxima del mes más cálido (BIO 5) como principal variable considerada, de acuerdo con el MNE; y (2) el río Jatun Yacu (el Napo alto); sin embargo, es probable que luego de futuros estudios se demuestre que este río no es una barrera y se compruebe que la especie habita más al sur. Otra barrera considerada es la biótica. Los monos nocturnos son territoriales y en condiciones naturales no se han reportado casos de simpatría interespecífica (Fernández-Duque et al., 2013);



La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal. Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.

Figura 4.10. Distribución de *Aotus lemurinus* en el Ecuador.

por lo tanto, es posible que exista una mutua separación de hábitat con *A. vociferans*, en particular en las estribaciones del volcán Sumaco, donde los registros confirmados de las dos especies son próximos entre sí.

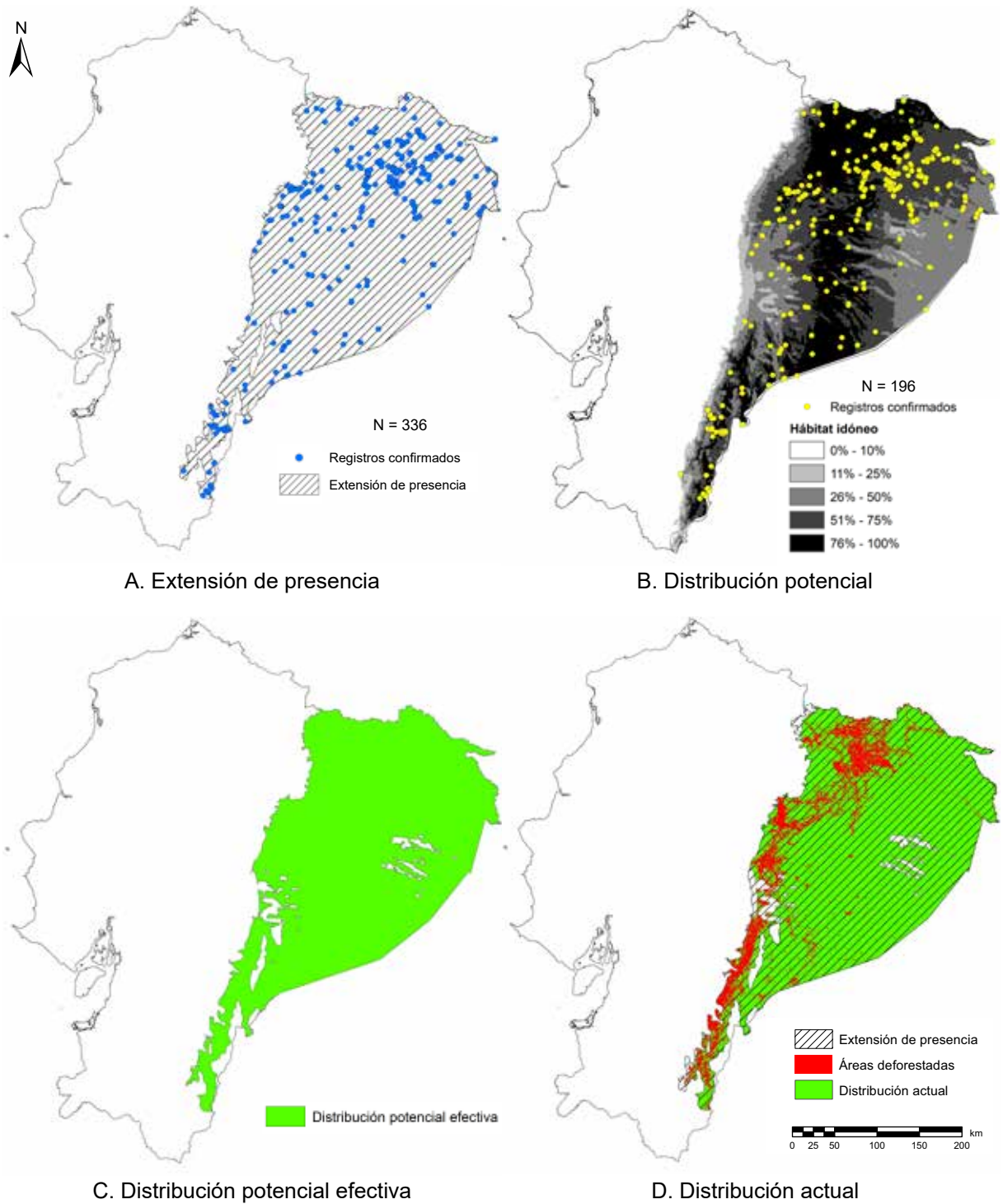
Vacios de conocimiento. (1) Verificar los límites de distribución propuestos, tanto altitudinales como geográficos. (2) Comprobar qué especie de mono nocturno habita en: (a) espacio entre los ríos Cofanes-Aguarico-Dué; (b) estribaciones sur y orientales del volcán Sumaco; y (c) estribaciones de los Andes, al sur del río Jatun Yacu. (3) Levantar información para comprender la barrera biótica que limita la distribución de ambas especies (*A. lemurinus* y *A. vociferans*) y buscar si existen áreas de solapamiento.

4.4.11. *Aotus vociferans* (Spix, 1823)

Esta especie tiene amplia distribución, la que también abarca áreas de la Amazonía del centro y suroriental de Colombia, el oeste de Brasil y el norte Perú (Fernández-Duque et al., 2013). Para el análisis propuesto se obtuvieron 546 registros de *A. vociferans* en el Ecuador; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y no confirmados se trabajó con 336 registros distribuidos en todas las provincias amazónicas: Orellana (131), Sucumbíos (85), Pastaza (38), Morona Santiago (34), Napo (26) y Zamora Chinchipe (22). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 145 ubicaciones independientes; además, se incluyeron 51 registros de otros países dentro su área de distribución (32 de Perú, 16 de Colombia y 3 de Brasil), para un total de 196 ocurrencias usadas.

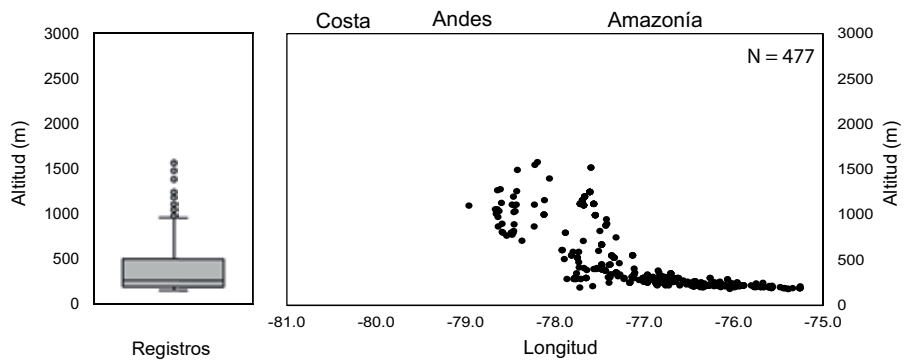
Extensión de presencia. De acuerdo con el conocimiento actual, *A. vociferans* es una especie de amplia distribución en el Ecuador. Ocupa los pisos zoogeográficos Tropical Oriental y Subtropical Oriental, entre los ríos San Miguel y Putumayo (frontera con Colombia), en la provincia de Sucumbíos, por el norte; y los contrafuertes de Tzunantza y San Francisco, en la provincia de Zamora Chinchipe, por el sur (figura 4.11.A).

Las cuencas hidrográficas en donde se han confirmado registros son: Aguarico, Bermejo, San Miguel, Putumayo, Güepí, Cuyabeno, Lagartococha, Eno, Shushufindi, Jivino Verde y Pañayacu (provincia de Sucumbíos); Hollín, Pucuno, Huataracu, Napo y Arajuno (provincia de Napo); Bigal, Payamino, Coca, Bueno, Pucuno, Suno, Huataracu, Jivino Rojo, Napo, Indillama, Tiputini, Tivacuno, Yasuní, Rumiayacu, Shiripuno, Nashiño y Cononaco (provincia de Orellana); Tigüino, Shiripuno, Tzapino, Anzú, Bobonaza, Villano, Curaray, Pintoyacu, Conambo, Corrientes, Bobonaza, Copataza y Capahuari y Pastaza (provincia de Pastaza); Upano, Pastaza, Makuma, Cushuimi, Mangosiza, Morona, Santiago, Yunganza, Cuchibamba, Chuchumbleza, Coangos y Cenepa (provincia de Morona Santiago); y Quimi, Nangaritzta, Zamora, Bombuscaro, Shaima y Numpatakaime (provincia de Zamora Chinchipe). Esta área de extensión de presencia ocupa una superficie de 89 834 km². No se obtuvieron registros en la provincia de Tungurahua, aunque su presencia es esperada en las cuencas de los ríos Pastaza y Negro.



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.

Figura 4.11. Distribución de *Aotus vociferans* en el Ecuador.



En términos generales, la mayor parte de la distribución que se presenta para *A. vociferans* es la misma que ha sido referida en publicaciones recientes (Carrillo-Bilbao, Martín-Solano, De la Torre, et al., 2018a; De la Torre, Arcos, Pozo-Rivera, Zapata Ríos, et al., 2011a; Tirira, 2007, 2017); sin embargo, existen algunos cambios importantes en su límite occidental, los que de momento se consideran provisionales.

Distribución potencial. Se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.00$ y delta $AIC_c = 0$). La variable que más contribuyó al modelo fue BIO 2 (rango diurno medio) (32 %); otras variables importantes fueron BIO 4 (estacionalidad de la temperatura) (28 %), BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (20 %) y BIO 14 (precipitación del mes más seco) (19 %); la variable BIO 6 (temperatura mínima del mes más frío) también aportó, aunque en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *A. vociferans* en las seis provincias amazónicas, además del extremo oriental de Tungurahua. La zona con mayor idoneidad de hábitat se distribuye a lo largo de la Amazonía central de Ecuador, que incluye el centro de Sucumbíos, el este de Napo, el oeste de Orellana, el centro de Pastaza y el noreste de Morona Santiago; además de las estribaciones bajas del pie de monte en las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe, incluidas las cordilleras del Cóndor y del Kutukú (figura 4.11.B). El área de distribución potencial en Ecuador alcanzó una superficie de 94 945 km², mientras que la DPE fue de 86 505 km² (figura 4.11.C). El MNE no predijo la presencia de la especie en algunos sectores de la parte baja de las provincias de Orellana y Pastaza ni en el norte de la provincia de Morona Santiago.

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *A. vociferans* alcanza una superficie de 71 754 km², esto es una reducción del 16 % con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). El mapa muestra dos áreas con alta disminución de bosque nativo a lo largo de su distribución, una en la Amazonía nororiental, en el eje entre las ciudades de Lago Agrio y Coca, y otra a lo largo de la carretera Troncal Amazónica, entre las ciudades de Archidona y Zamora. También aparecen zonas deforestadas de menor extensión a lo largo de las carreteras Lago Agrio-Quito, Coca-Loreto-Hollín y la vía Auca (figura 4.11.D).

Por el contrario, existe una extensa área forestada homogénea a todo lo largo de su distribución oriental, entre el río Putumayo, en la frontera con Colombia, hasta el nororiente de la provincia de Morona Santiago. Otras áreas con cobertura de bosque nativo se observan en la parte noroccidental de su distribución, en las estribaciones de la RE Cofán-Bermejo y los parques nacionales Sumaco-Napo Galeras y Cayambe-Coca; hacia el sur, también se observa una pequeña extensión que comprende la RB Cerro Plateado.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *A. vociferans* en el Ecuador se encuentra entre 180 y 1580 m (mediana = 290 m; variación = 1400 m; N = 477); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 220 y 525 m de altitud (variación = 305 m) (figura

4.11.E). El registro a menor altitud proviene de Río Tigre (02°07'03"S, 76°02'49"W), localidad cerca de la frontera con Perú, en la provincia de Pastaza (catálogo QCAZ); mientras que el registro de mayor altitud procede del Bosque Protector Abanico (02°15'30"N, 78°11'54"W), río Abanico, 15 km al oeste de Macas, en Morona Santiago (Lozano et al., 2008). El rango altitudinal para este taxón en toda su distribución va de 80 a 2000 m (Defler, 2004; Pacheco et al., 2020).

Barreras naturales. Se han identificado dos barreras que han limitado la distribución de *A. vociferans* y se las relaciona con la presencia de su congénere (*A. lemurinus*), aunque el nivel de comprensión que se tiene sobre la separación interespecífica entre estas especies es limitado. Una barrera actúa de forma física: las estribaciones de las cordilleras de los Andes, de los Guacamayos, del Kutukú y del Cóndor y la presencia del volcán Sumaco y de los cerros Sur Pax, Negro y Pan de Azúcar. El incremento de la altitud como una barrera física está reforzada con el MNE, que determinó a variables asociadas con la temperatura (BIO 2 y BIO 4) como las que más aportaron al modelo.

La segunda barrera, asociada a la anterior, es la biótica. Se conoce que los monos nocturnos son territoriales y en condiciones naturales no se han reportado casos de simpatria interespecífica (Fernández-Duque et al., 2013); por lo tanto, es posible que exista una mutua separación de hábitat entre ambas especies.

Vacios de conocimiento. (1) Verificar el límite de distribución occidental propuesto, tanto altitudinal como geográfico. (2) Comprobar la identidad de los monos nocturnos presentes en: (a) espacio entre los ríos Cofanes-Aguarico-Dué; (b) estribaciones sur y orientales del volcán Sumaco; y (c) estribaciones de los Andes, al sur del río Jatun Yacu. (3) Levantar información para comprender la barrera biótica que limita la distribución de ambas especies (*A. lemurinus* y *A. vociferans*) y buscar si existen áreas de solapamiento.

4.4.12. *Cheracebus lucifer* (Thomas, 1914)

Esta es una especie de primate poco conocida en el Ecuador y cuya distribución se extiende hasta las áreas vecinas de Colombia y Perú, además de alcanzar una pequeña área en el noroeste de Brasil, dentro del sistema interfluvial conformado por los ríos Caquetá-Japurá, por el norte, y Aguarico-Napo-Amazonas, por el sur (Ferrari et al., 2013). Para el estudio propuesto se recolectaron 68 registros de *C. lucifer* procedentes del Ecuador; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y no confirmados se trabajó con 47 registros repartidos dentro de la provincia de Sucumbíos, en la Amazonía norte del país. Luego de excluir los datos anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 27 ubicaciones independientes; además, en el análisis se incluyeron 43 registros de otros países dentro de su rango de distribución (22 de Perú y 21 de Colombia), para un total de 70 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. En el Ecuador *C. lucifer* habita en el piso Tropical Oriental, solo dentro de la provincia de Sucumbíos. Se identificaron dos poblaciones, una al oeste, entre los ríos San Miguel

y Bermejo (denominada Bermejo); y otra al este, entre los ríos San Miguel-Putumayo y Aguarico (denominada Cuyabeno) (figura 4.12.A). Dentro de la población Bermejo se dispone de registros solo en la cuenca del río Bermejo (margen izquierda), aunque se espera que también habite en las cuencas de los ríos San Miguel, Bobachica y Betano, estos últimos al interior de la RE Cofán-Bermejo. Sobre la población Cuyabeno se disponen de registros en las cuencas de los ríos San Miguel, Putumayo, Güepí, Cuyabeno (ambas márgenes en su cauce superior; margen izquierda en su cauce medio e inferior), Cuyabeno Chico, Tarapuy, Lagartococha y Aguarico (margen izquierda). La extensión de presencia que ocupa esta especie fue 7387 km², 285 km² (4 %) corresponden a la población Bermejo y 7102 km² (96 %) a la población Cuyabeno.

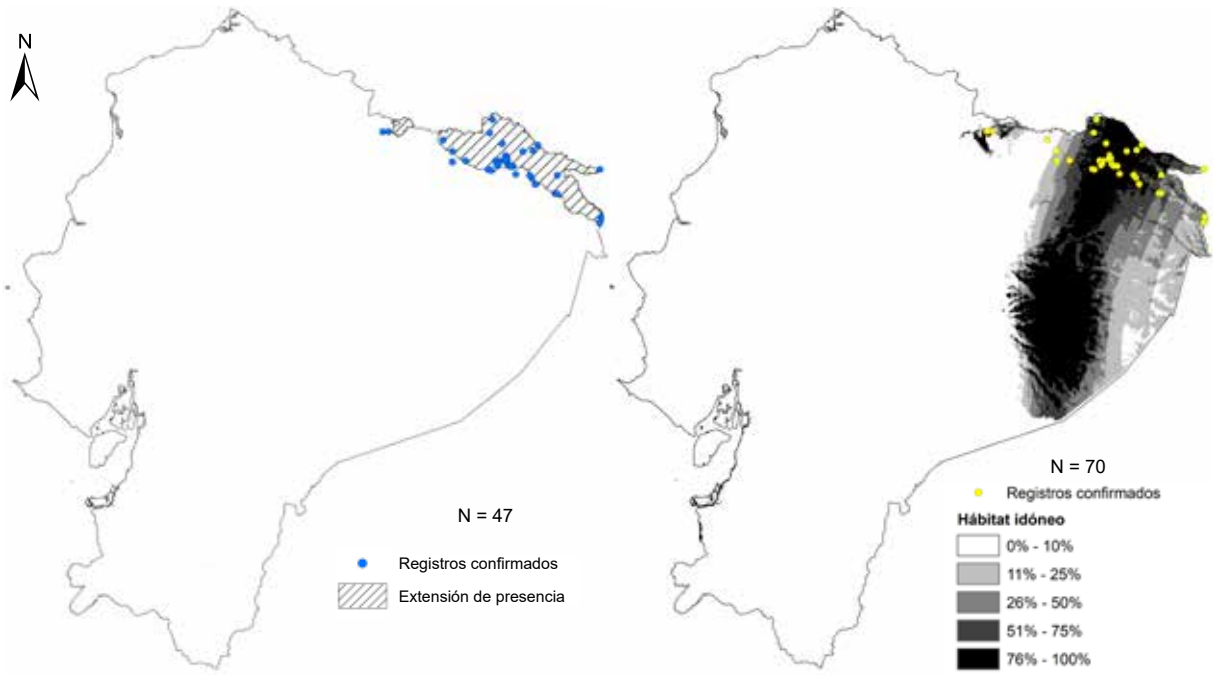
El área de distribución propuesta es diferente a la que de forma tradicional ha sido indicada para la especie, que solo ha considerado la población Cuyabeno (Cornejo, Martins, et al., 2018; De la Torre, 2000; De la Torre, Pozo-Rivera, et al., 2011b; Tirira, Campos Y., et al., 2018; Tirira, 2007, 2017). La población Bermejo fue documentada por Pitman et al. (2002), aunque no fue considerada en mapas de distribución posteriores por considerarse un registro inusual que debía ser verificado; durante el presente estudio de campo se confirmó que esta especie habita en la margen izquierda del río Bermejo sobre la base de entrevistas a indígenas de las etnias Cofán y Shuar que habitan en la zona.

El límite occidental de la población Cuyabeno también fue modificado; de forma tradicional, las referencias arriba indicadas consideraban que la distribución de *C. lucifer* alcanzaba hasta las inmediaciones del río Cuyabeno; sin embargo, durante la actual revisión se identificaron registros en las zonas de Tarapoa, Pacayacu, Dureno y Charapa (al noreste de Lago Agrio) que extienden en más de 60 km al límite antes considerado.

Distribución potencial. Se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.04$ y delta AIC_c = 0). La variable que más contribuyó fue BIO 2 (rango diurno medio) (31 %); otras variables que aportaron al modelo fueron BIO 4 (estacionalidad de la temperatura) (27 %), BIO 6 (temperatura mínima del mes más frío) (18 %), BIO 3 (isotermalidad) (17 %) y BIO 12 (precipitación anual) (6 %) (tabla 4.1; apéndice 3).

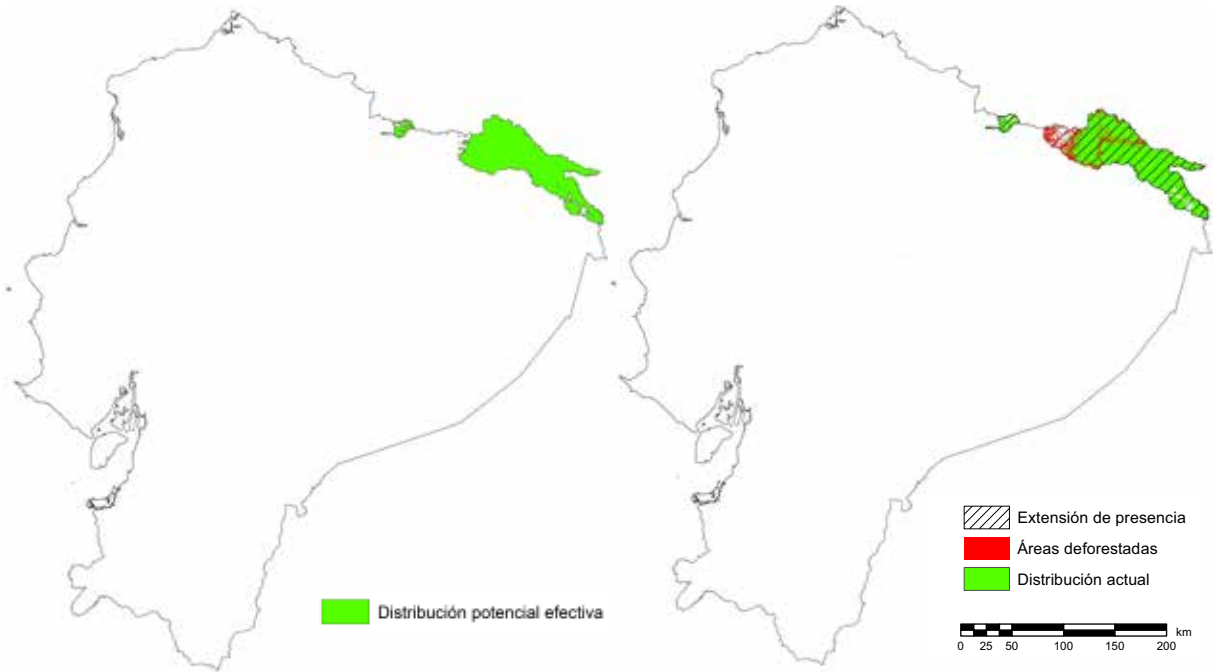
El MNE indicó idoneidad de hábitat para *C. lucifer* en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Pastaza. La zona con mayor idoneidad de hábitat aparece hacia la parte central de las tres provincias indicadas, además de una pequeña sección hacia el oeste de Sucumbíos (figura 4.12.B). El área de distribución potencial en el Ecuador alcanzó una superficie de 37 150 km², mientras que la DPE fue de 6555 km² (figura 4.12.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *C. lucifer* alcanza una superficie de 5793 km², esto es una reducción del 10 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). La población Cuyabeno tiene una superficie de bosque nativo de 5559 km² (una reducción del 10 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo propuesto por el MNE), que en su mayor parte se encuentra dentro de los límites de la RPF Cuyabeno. Dentro de



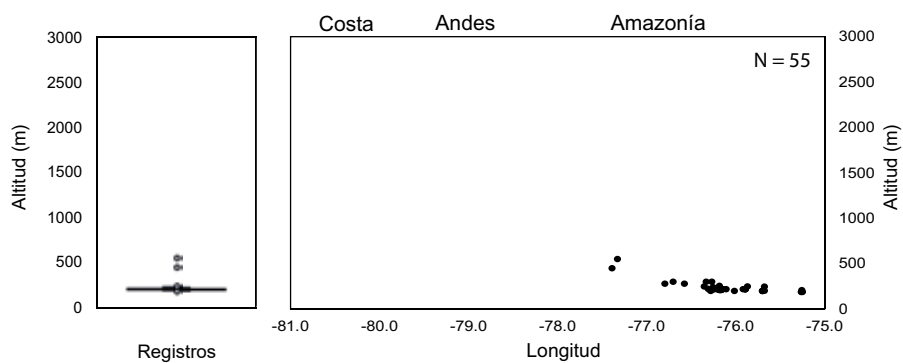
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.



Figura 4.12. Distribución de *Cheracebus lucifer* en el Ecuador.

su distribución actual, el mapa muestra una importante pérdida de bosque en la parte occidental y a lo largo de la carretera Tarapoa-Puerto El Carmen de Putumayo; otra zona deforestada, aunque con menor intensidad, aparece en el ramal que conduce a Cantagallo, entre los ríos San Miguel y Putumayo, al norte de su distribución (figura 4.12.D).

La población Bermejo tiene una superficie de 234 km² (una reducción del 3 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo propuesto por el MNE). Presenta una pequeña área deforestada, hacia la parte norte de su distribución, a orillas del río San Miguel y en la frontera con Colombia. Esta población se encuentra dentro de la RE Cofán-Bermejo.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *C. lucifer* en el Ecuador se encuentra entre 190 y 550 m (mediana = 220 m; variación = 360 m; N = 55); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 210 y 223 m de altitud (variación = 13 m) (figura 4.12.E). Los registros a menor altitud provienen de la laguna de Imuya (00°35'16"S, 75°14'56"W) y de otras localidades en el sistema lacustre del río Lagartococha (catálogos AMNH e INABIO), en el límite oriental de la RPF Cuyabeno y frontera con Perú; mientras que el registro de mayor altitud procede de la RE Cofán-Bermejo, margen izquierda del río Bermejo (00°15'04"N, 77°19'43"W) (Tirira, 2021b: datos de campo), ambos en la provincia de Sucumbíos. Registros en el país a mayor altitud (Sinangüé, 940 m) (Pitman et al., 2002) se consideran un error y no han sido considerados. El rango altitudinal reportado para este taxón en otros países dentro de su distribución va de 70 a 300 m (Defler, 2004; GBIF, 2020; Pacheco et al., 2020). Se ha mencionado que *C. lucifer* puede alcanzar los 1000 m de altitud (Ferrari et al., 2013), pero no se dispone de evidencia que lo confirme.

Barreras naturales. Se identificaron barreras físicas y bióticas que han limitado la distribución de *C. lucifer*. La población Bermejo tiene dos barreras físicas: la cordillera de los Andes, hacia la parte occidental, y el río Bermejo, hacia el sur. Mientras que dentro de la población Cuyabeno se identificaron como barreras físicas los ríos Cuyabeno (desde la bocana del Cuyabeno Chico hasta su desembocadura en el río Aguarico) y Aguarico (que forma su límite austral).

En la población Cuyabeno no es evidente que la cordillera de los Andes actúe como barrera; por el contrario, la distribución de esta población, hacia su flanco occidental, parece estar limitada por la presencia de otra especie de primate cercana (*P. discolor*). Al ser esta una barrera biótica, la distribución de ambas especies estaría limitada de forma mutua. Sin embargo, esta separación no es estricta, pues al parecer existiría una separación de nicho relacionada con el uso del estrato, en donde *C. lucifer* ocuparía la parte alta y *P. discolor* el estrato medio (Ferrari et al., 2013).

Vacios de conocimiento. (1) Confirmar los límites de distribución de la población Bermejo, en particular hacia el oeste. (2) Verificar los límites de distribución occidental de la población Cuyabeno y definir las áreas de separación y simpatria con *P. discolor*.

4.4.13. *Plecturocebus discolor* (I. Geoffroy y Deville, 1848)

En el Ecuador, esta es la especie más común y de más amplia distribución dentro de la familia Pitheciidae (Carrillo-Bilbao, Martín-Solano, De la Torre, et al., 2018b). También está presente en una pequeña superficie en la Amazonía suroccidental de Colombia, al sur de los ríos Guamués-Putumayo, por el norte; y en el norte de Perú, dentro de áreas contiguas a Ecuador, hasta los ríos Santiago y Marañón, por el sur (Ferrari et al., 2013). Para el estudio propuesto se obtuvieron 510 registros de *P. discolor* en Ecuador; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y no confirmados se trabajó con 333 registros repartidos en cinco provincias de la Amazonía norte y centro del país: Orellana (199), Sucumbíos (79), Pastaza (40), Morona Santiago (13) y Napo (1). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 146 ubicaciones independientes; además, se incluyeron 23 registros procedentes de Perú y cinco de Colombia, para un total de 174 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. *P. discolor* habita entre las provincias de Sucumbíos y Morona Santiago, dentro del piso Tropical Oriental. Su límite norte, al norte del río Aguarico, no ha sido establecido con claridad. Se han identificado tres poblaciones que al parecer están separadas entre sí: una población aparece en el extremo noroccidental de su distribución, entre los ríos Bermejo y Aguarico; otra población está limitada entre los ríos Cuyabeno y Aguarico; y la tercera corresponde a la zona de Lagartococha, en la frontera con Perú.

Al sur del río Aguarico, hacia la parte occidental, su límite de distribución tampoco ha sido aclarado. No existen registros de la especie entre los ríos Jivino Rojo y Jivino Verde y hacia el norte de esta zona; mientras que hacia el este su distribución es mejor conocida y estaría presente entre los ríos Aguarico y Napo. Más al sur, la distribución se muestra continua hasta el oriente de la provincia de Morona Santiago, en donde estaría presente al este de la cordillera del Kutukú y alcanzaría hasta la margen izquierda (norte) del río Santiago (figura 4.13.A).

Los registros confirmados de *P. discolor* ocupan las siguientes cuencas hidrográficas: Bermejo (margen derecha, curso medio y bajo), Aguarico (ambas márgenes en algunos sectores, pero solo la margen derecha o izquierda en otros), Cuyabeno (ambas márgenes en la parte alta, hasta el ingreso a la Laguna Grande y la desembocadura del río Cuyabeno Chico; más al suroriente, solo en la margen derecha), Tarapuy, Lagartococha, Eno (curso medio y bajo), Shushufindi, Jivino Verde (margen izquierda) y Napo (todos en la provincia de Sucumbíos); Payamino (en la provincia de Napo); Payamino, Suno, Coca, Napo, Jivino Rojo (margen derecha), Aguarico (curso inferior), Indillama, Yuturi, Tiputini, Tivacuno, Yasuní, Nashiño y Cononaco (en la provincia de Orellana); Nushiño, Shiripuno, Tigüino, Cononaco, Curaray, Pintoyacu, Conambo, Villano, Maratiyacu, Bobonaza, Pastaza y Capahuari (en la provincia de Pastaza); y Pastaza, Makuma, Panki, Mangosiza, Morona y Santiago (margen izquierda) (en la provincia de Morona Santiago). Esta área ocupa una superficie estimada en 56 958 km².

La distribución propuesta es diferente a cualquiera otra documentada para la especie en el Ecuador (Carrillo-Bilbao, Martín-Solano, De la Torre, et al., 2018b; De la Torre, 2000; Pozo-Rivera, Arcos, et al., 2011; Tirira, 2007, 2017). Las principales variaciones aparecen en dos sectores: hacia la parte norte, al norte del río Aguarico y al noroccidente de la provincia de Orellana, en donde su distribución conocida ha tenido un cambio considerable; hacia la parte sur, se ha restringido su distribución a las tierras bajas de la provincia de Morona Santiago y se han excluido los límites anteriormente propuestos, como es el oeste de la cordillera del Kutukú y al sur del río Santiago.

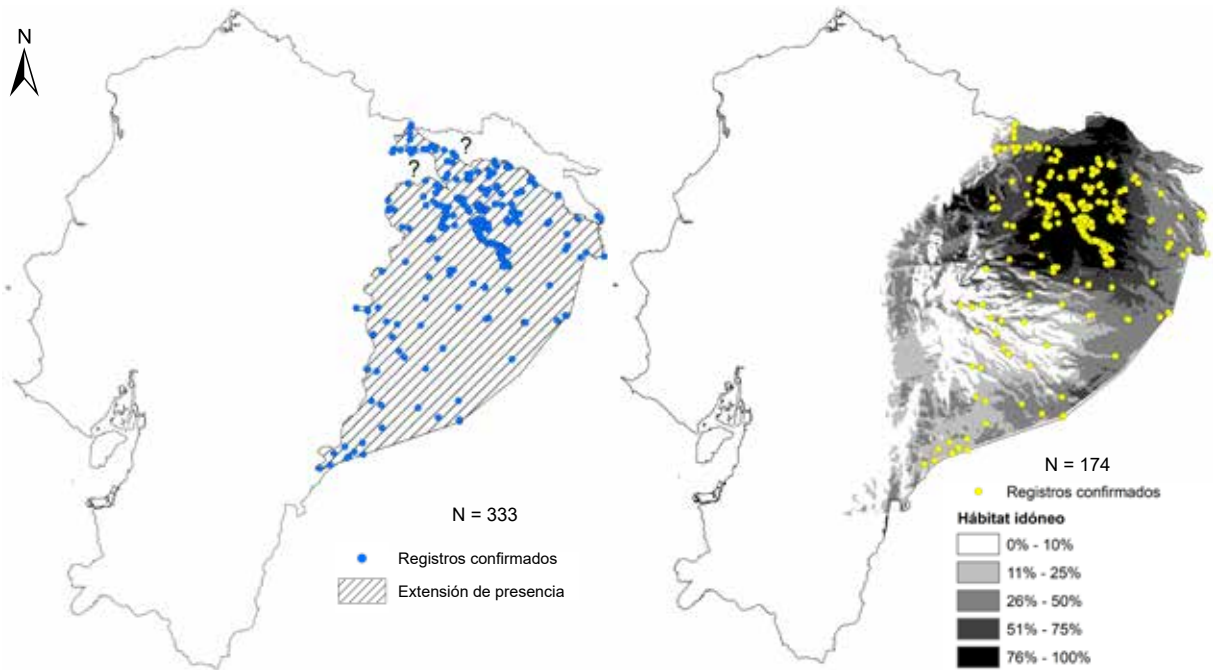
Distribución potencial. Se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.03$ y $\Delta AIC_c = 0$). La variable que más contribuyó fue BIO 14 (precipitación del mes más seco) (33 %); otras variables importantes fueron BIO 3 (isotermalidad) (24 %), BIO 12 (precipitación anual) (22 %), BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (20 %); la variable BIO 1 (temperatura media anual) aportó en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *P. discolor* en seis provincias: Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza, Tungurahua y Morona Santiago. La zona con mayor idoneidad de hábitat aparece hacia la parte central de las Amazonía norte, dentro de las provincias de Sucumbíos y Orellana; además de una pequeña sección en el nororiente de Napo (figura 4.13.B). El área de distribución potencial en el Ecuador alcanzó una superficie de 71 779 km², mientras que la DPE fue de 47 433 km² (figura 4.13.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *P. discolor* alcanza una superficie de 42 076 km², esto es una reducción del 10 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). El área con la mayor pérdida de cobertura forestal aparece hacia la parte noroccidental de su distribución (figura 4.13.D), en el espacio que comprende el eje de expansión de las ciudades de Lago Agrio, Shushufindi y Coca, dentro de las provincias de Sucumbíos y Orellana; al sur de Coca, esta zona deforestada se extiende, aunque con menor intensidad, a lo largo de la vía Auca.

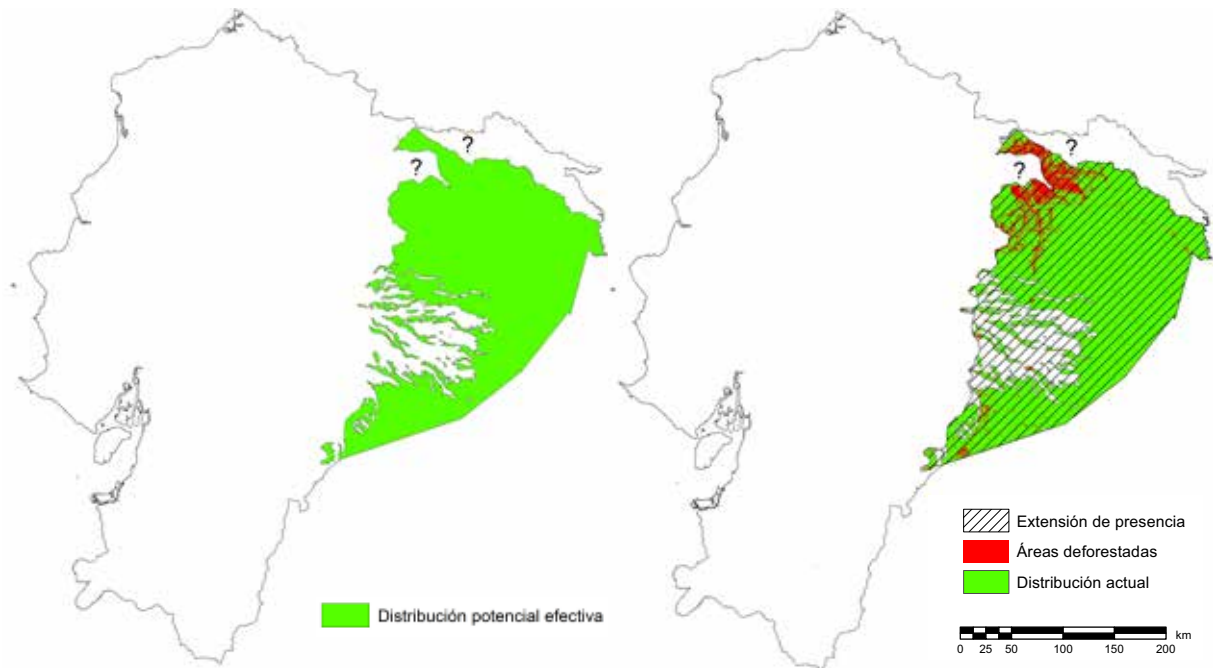
Por el contrario, existe una extensa área forestada homogénea a todo lo largo de su distribución oriental, entre los ríos Cuyabeno y Aguarico, en la provincia de Sucumbíos, por el norte, hasta el nororiente de la provincia de Morona Santiago, por el sur.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *P. discolor* en el Ecuador se encuentra entre 180 y 560 m (mediana = 231 m; variación = 380 m; N = 440); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 220 y 290 m de altitud (variación = 70 m) (figura 4.13.E). El registro a menor altitud proviene de la confluencia de río Aguarico en el Napo (00°57'58"S, 75°12'49"W), provincia de Orellana (Tirira, 2021b); mientras que el registro de mayor altitud procede de Chuyayacu (01°28'28"S, 77°39'02"W), afluente del río Villano, provincia de Pastaza (Tirira, 2021b: datos de campo). Registros a mayor altitud (Álvarez-Solas, Ramis, et al., 2018; Mena-Valenzuela, 1997a; Pitman et al., 2002) no han sido considerados válidos por corresponder a entrevistas con



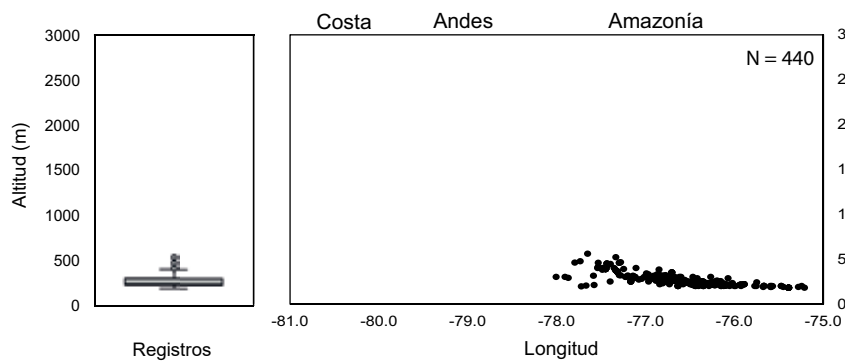
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.



Figura 4.13. Distribución de *Plecturocebus discolor* en el Ecuador.

pobladores locales y no ser verificados. El rango altitudinal reportado para esta especie en otros países dentro de su distribución va de 100 a 980 m (Ferrari et al., 2013; Vermeer et al., 2018); sin embargo, para la Amazonía de Perú se han reportado registros a mayor altitud, hasta 1700 m (Pacheco et al., 2020; Pitman et al., 2012; S. Shanee et al., 2013), información que no se considera válida debido a que, en unos casos, las altitudes indicadas no son precisas, y en otros, la información se basa en entrevistas a pobladores locales y los datos no han sido confirmados.

Barreras naturales. La distribución de *P. discolor* muestra un patrón complejo hacia la parte norte, el cual está influenciado por barreras físicas y biológicas. Una barrera física común para todos los primates de la Amazonía del Ecuador es la cordillera de los Andes; en el caso de *P. discolor*, al ser una especie tropical, su distribución no ha superado más allá del pie de monte, en la Amazonía baja.

Como barreras físicas también se han identificado a los siguientes ríos:

- Bermejo, la especie está presente solo en la margen derecha del río; aunque existen reportes no confirmados que indican que ocupa la margen izquierda (Pitman et al., 2002; Tirira, 2021b: datos de campo).
- Aguarico, con un patrón complejo que puede dividirse en seis secciones, desde su cauce superior hasta su desembocadura en el río Napo: (1) en su cauce superior, y hasta la altura de Lago Agrio, la especie ha sido registrada solo en la margen izquierda; (2) en ambas márgenes en su cauce medio (zona de Lago Agrio); (3) solo en la margen derecha en el espacio frente a Dureno y Chiritza; (4) ambos márgenes a lo largo del río Cuyabeno y hasta su desembocadura en el Aguarico; (5) solo su margen derecha entre la bocana del río Cuyabeno y su desembocadura en el Napo (incluye la parte peruana), con excepción de (6) la cuenca del río Lagartococha, afluente septentrional del Aguarico y limítrofe con Perú (con registros en ambos lados de la frontera).
- Cuyabeno, con registros de *P. discolor* a ambos lados del río entre sus cabeceras y la confluencia del río Cuyabeno Chico (ingreso a la Laguna Grande), para solo ocupar la margen derecha desde este punto y hasta su desembocadura en el Aguarico.
- Jivino Verde, con registros confirmados solo en su margen izquierda.
- Jivino Rojo, con registros confirmados solo en su margen derecha.
- Santiago, con registros confirmados solo en la margen izquierda en el área próxima a la frontera con Perú.

En el sur de su distribución la evidencia indica que la especie estaría ausente al oriente de las cordilleras del Kutukú y de Shaimi, en donde existen dos barreras a considerar, las mismas

estribaciones de las cordilleras indicadas y el río Mangosiza, que avanza paralelo a las cordilleras en buena parte de su extensión.

Además, al norte del río Aguarico se identificó que la presencia de otra especie de primate cercana (*C. lucifer*) actúa como una barrera biológica. La evidencia indica que ambas especies ha limitado la distribución de la otra especie. Hasta donde se conoce, estos dos primates pueden encontrarse en simpatría en la cuenca alta del río Cuyabeno y en otras localidades de la provincia, aunque se desconoce si interactúan o existe una separación de nicho ecológico entre ellas.

En resumen, las barreras naturales que actúan sobre *P. discolor* deben considerarse preliminares y necesitan ser verificadas, lo que demuestra el poco conocimiento que se tiene sobre la distribución de esta especie.

Vacíos de conocimiento. (1) Confirmar si los ríos mencionados actúan como barreras dentro de la distribución de *P. discolor*. (2) Realizar estudios de campo para verificar si la especie está presente: (a) al noroccidente de la provincia de Orellana; (b) al oriente de la provincia de Napo, en la cuenca del río Napo; y (c) en los tributarios mayores del río Morona, al este de la cordillera del Kutukú. (3) Analizar la separación interespecífica entre *P. discolor* y *C. lucifer* y determinar si existen zonas de simpatría o interacción.

4.4.14. *Pithecia aequatorialis* Hershkovitz, 1987

Esta es una de las especies de primates menos conocidas en el Ecuador y la de más reciente inclusión dentro de su fauna (Tirira & De la Torre, 2018c; Tirira, 2017). Su distribución es compartida con Perú, dentro del sistema interfluvial conformado por los ríos Curaray-Napo, por el norte; y Tigre-Marañón, por el sur (Marsh, 2014). Para el estudio propuesto se obtuvieron 32 registros de esta rara especie de primate en el Ecuador; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y los no confirmados se trabajó con 17 registros repartidos dentro de la provincia de Pastaza, en la Amazonía centro del país. Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con siete ubicaciones independientes; además, se incluyeron 18 registros procedentes de Perú (25 ocurrencias analizadas en total).

Extensión de presencia. Esta es la primera vez que se presenta un mapa de distribución para esta especie de primate en el Ecuador (luego del arreglo taxonómico de Marsh, 2014). Aunque la información disponible todavía es escasa, el descubrimiento de varios registros históricos depositados en museos y el hallazgo de fotografías tomadas por colegas en el campo permitió confirmar su presencia en el país y proponer la siguiente distribución hipotética:

P. aequatorialis habita en el piso Tropical Oriental, dentro de la provincia de Pastaza, entre los ríos Curaray (margen derecha), por el norte; y Bobonaza (margen izquierda, curso medio) y Conambo (margen izquierda, curso medio y bajo) por el sur. Otras cuencas hidrográficas en donde se

confirmaron registros fueron Manderoyacu, Pintoyacu y Alto Corrientes (figura 4.14.A). Esta área de distribución alcanza una superficie estimada en 10 284 km².

La distribución propuesta mantiene los límites sugeridos para el Perú por Marsh (2014), con la variante de que uno de los tributarios importantes del río Tigre, el Conambo, actuaría como límite; en este caso, *P. aequatorialis* estaría presente solo en la ribera izquierda de dicho río, dentro de sus cursos medio y bajo; mientras que, hacia el curso alto, su distribución alcanzaría una pequeña sección del río Bobonaza.

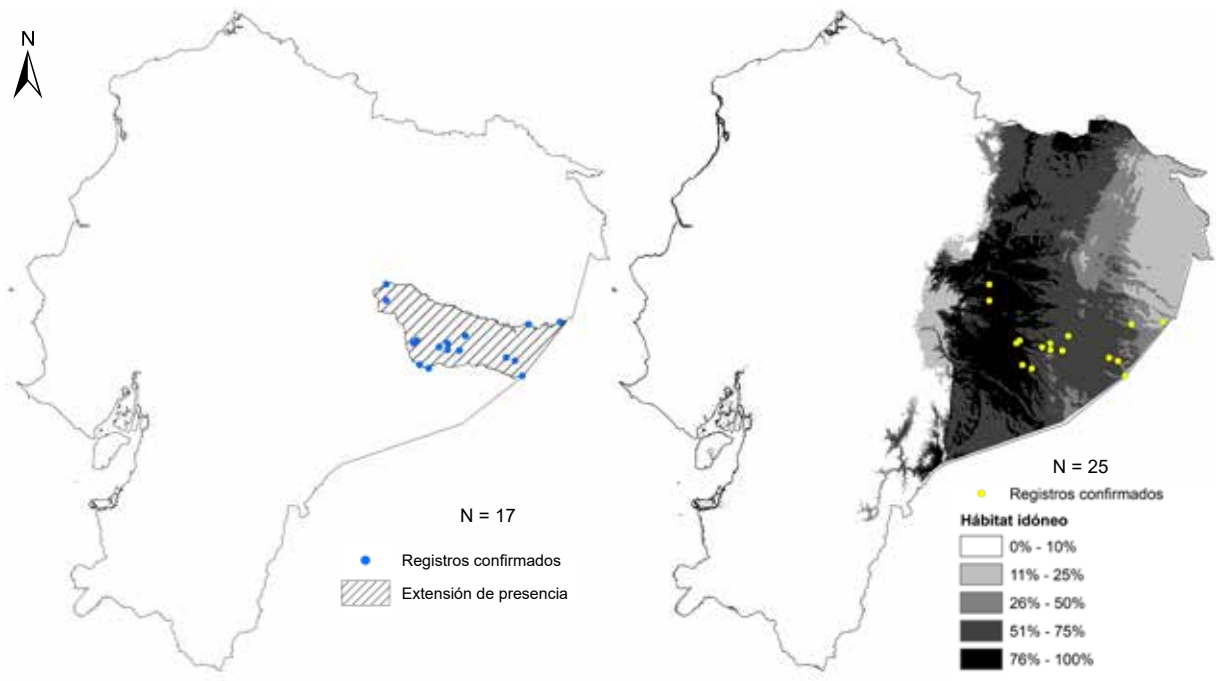
El límite occidental tampoco ha sido definido, una zona que al parecer tendría un solapamiento con la distribución de *P. napensis*; por lo tanto, es probable que ambas especies se encuentren en simpatria en esta zona, una posibilidad que se ha mencionado puede ocurrir con especies del género *Pithecia* (Lehtonen, 2017; Marsh, 2014).

Distribución potencial. No se obtuvo un modelo estadísticamente significativo; el mejor modelo (ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.14$ y delta AICc = 0) indica que la variable BIO 5 (temperatura máxima del mes más cálido) fue la que más aportó (50 %); otras variables importantes fueron BIO 2 (rango diurno medio) (25 %) y BIO 14 (precipitación del mes más seco) (15 %); las variables BIO 13 (precipitación del mes más húmedo) y BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) aportaron en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *P. aequatorialis* en cinco provincias: Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza y Morona Santiago. La zona con mayor idoneidad de hábitat aparece hacia la parte central de la provincia de Pastaza, con secciones hacia las áreas contiguas de las provincias de Orellana y Napo, por el norte, y Morona Santiago, por el sur (figura 4.14.B). El área de distribución potencial en el Ecuador alcanzó una superficie de 53 312 km²; la DPE fue de 9505 km² (figura 4.14.C).

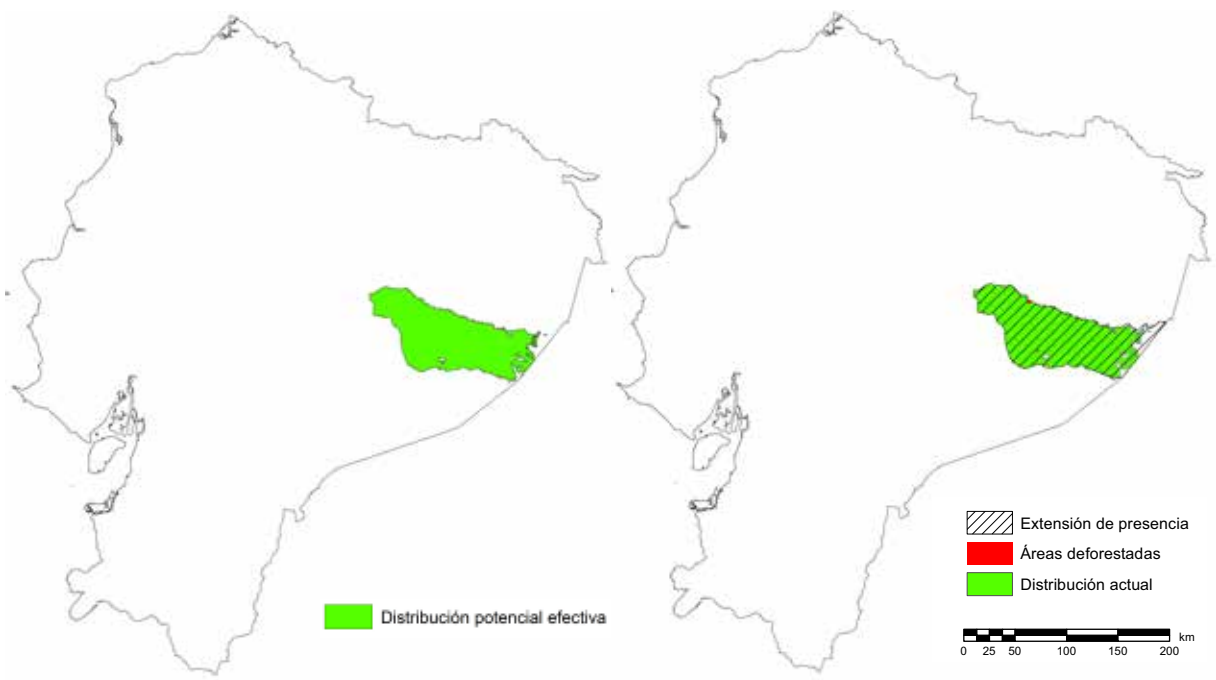
Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *P. aequatorialis* alcanza una superficie de 9403 km², esto es una reducción del 0.4 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). Su distribución actual muestra un polígono continuo (figura 4.14.D). Dentro de las pequeñas áreas identificadas de pérdida de bosques nativos, la de mayor extensión corresponde al espacio circundante a la población de Curaray, en el noroccidente de su distribución.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *P. aequatorialis* en el Ecuador se encuentra entre 180 y 430 m (mediana = 211 m; variación = 250 m; N = 14); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 200 y 296 m de altitud (variación = 96 m) (figura 4.14.E). El registro a menor altitud proviene de Río Tigre (02°07'03"S, 76°02'49"W), cerca de la frontera con Perú (Freire, 1997); mientras que el registro a mayor altitud proviene de Enkerido (01°23'00"S, 77°23'00"W), entre los ríos Ácaro y Tarangaro, territorio Waorani (Tirira, 2017), ambos en la provincia de Pastaza. El rango altitudinal reportado para la especie en Perú va de 110 a 215 m (Marsh, 2014; Vriesendorp et al., 2007).



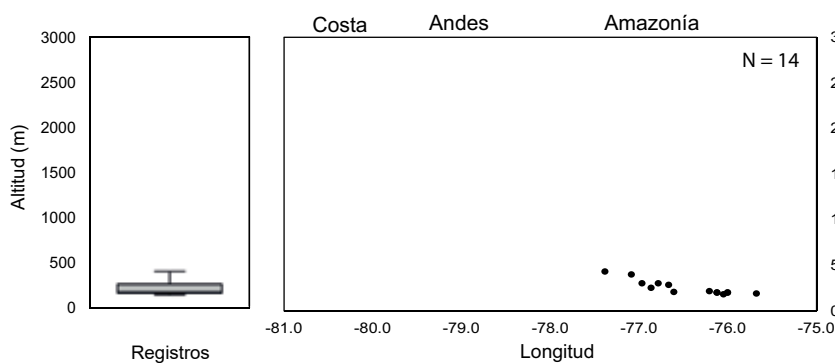
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50 % de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal. Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.



Figura 4.14. Distribución de *Pithecia aequatorialis* en el Ecuador.

Barreras naturales. La principal barrera definida es el río Curaray, que limita su distribución septentrional; por el contrario, hacia la parte sur, se sospecha que los ríos Conambo, Bobonaza y Villano cumplen esta función, algo que debe ser comprobado. Hacia la parte occidental los límites son desconocidos y no se han identificado barreras, aunque se sospecha que el pie de monte de la cordillera Oriental de los Andes actuaría como tal, al ser esta una especie tropical.

Vacios de conocimiento. (1) Definir su límite de distribución austral y comprobar si los ríos Villano, Bobonaza y Conambo actúan como barreras naturales para esta especie. (2) Establecer su límite de distribución occidental y verificar si existen poblaciones en simpatria con *P. napensis*.

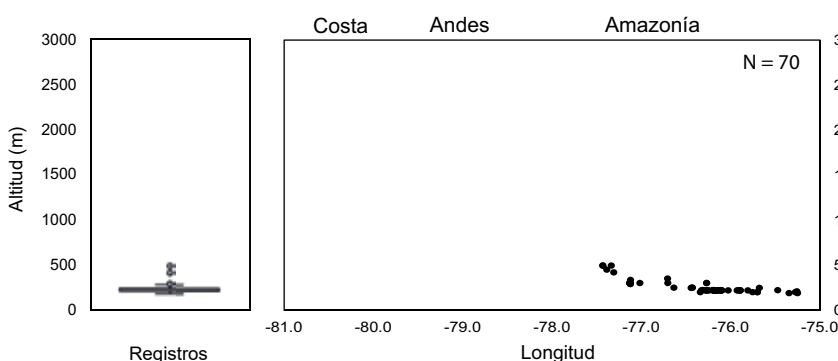
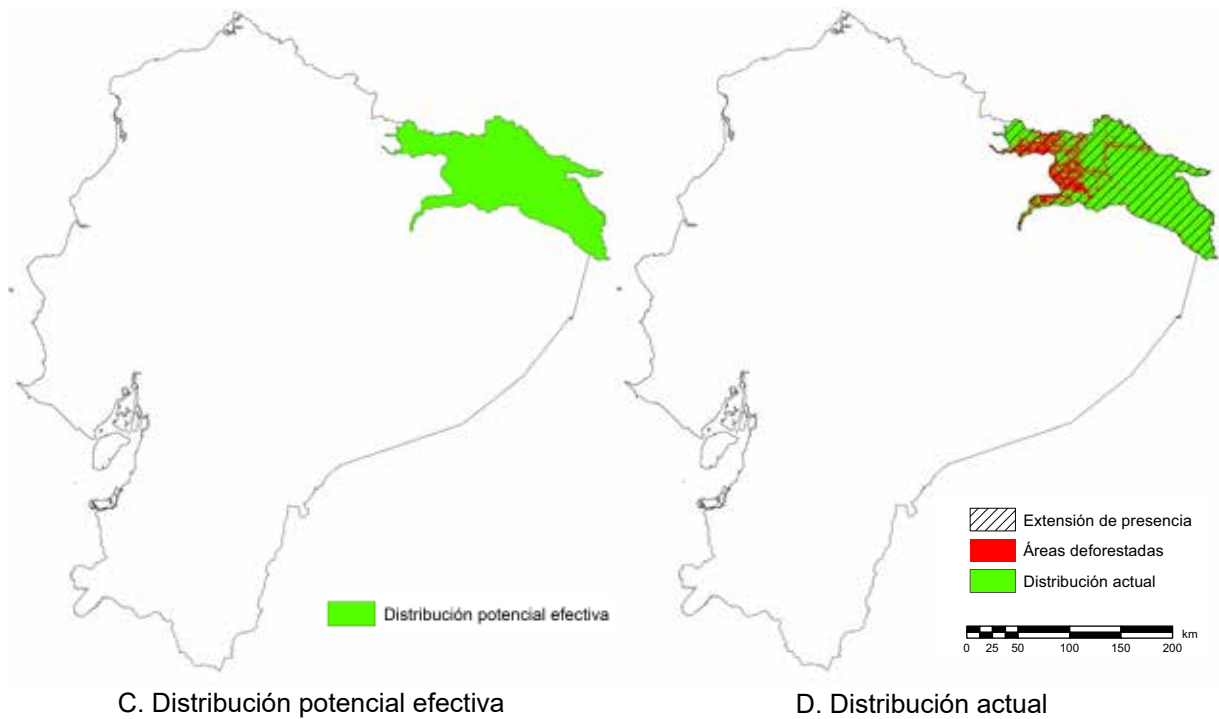
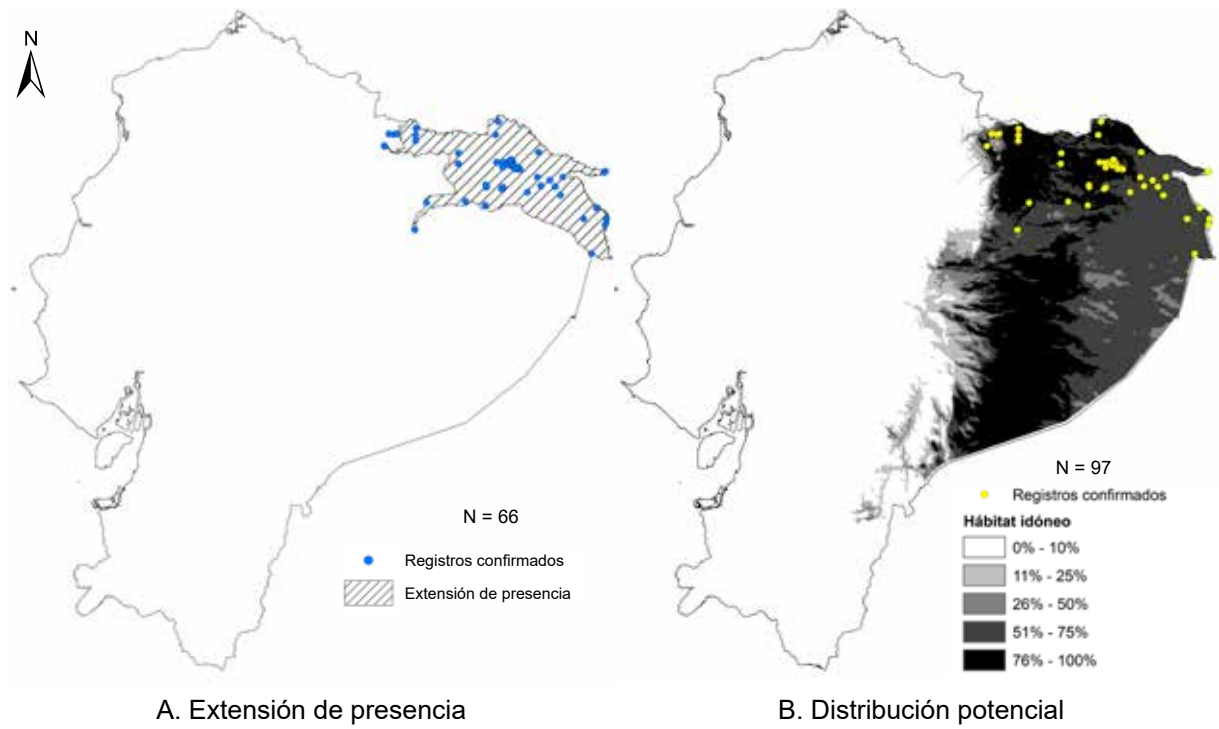
4.4.15. *Pithecia milleri* J. A. Allen, 1914

Esta es otra especie de primate poco conocida en el Ecuador (Tirira, Navarrete Z., et al., 2018). Su distribución extraterritorial se extiende hasta Colombia, por el norte, hasta los alrededores de Florencia, al este del área de La Macarena y al sur del río Caquetá, hasta al menos Puerto Leguizamó; y por el sur, a lo largo del río Napo (margen izquierda) hasta el extremo norte de Perú, aunque sus límites en este sector son poco conocidos (Marsh, 2014). Para el estudio propuesto se obtuvieron 82 registros de *P. milleri* procedentes de Ecuador; de ellos, una vez eliminados los duplicados y los datos no confirmados se trabajó con 66 registros repartidos en dos provincias de la Amazonía norte: Sucumbíos (62) y Orellana (4). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 37 ubicaciones independientes; además, en el análisis se incluyeron 29 registros procedentes de Colombia y ninguno de Perú, para un total de 97 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. *P. milleri* habita en el piso Tropical Oriental, entre los ríos San Miguel y Putumayo (frontera con Colombia) y la ribera norte del río Napo, dentro de las provincias de Sucumbíos y Orellana (figura 4.15.A). Las cuencas hidrográficas en donde se confirmó su presencia son las siguientes: Bermejo, San Miguel, Putumayo, Güepí, Cuyabeno, Lagartococha, Aguarico (margen izquierda en sus cabeceras y curso superior) y Jivino Verde (provincia de Sucumbíos); y Payamino y Napo (margen izquierda) (provincia de Orellana). Este espacio ocupa una superficie de 15 984 km².

La distribución propuesta es similar a la que aparece en publicaciones recientes (Tirira, Navarrete Z., et al., 2018; Tirira, 2017), con excepción del límite occidental que ha sido modificado. Al revisar los registros de *P. milleri* y realizar el ajuste con el rango altitudinal encontrado para la especie fue evidente que una amplia zona al sur del río Aguarico y al noroccidente de la provincia de Orellana carece de información. Por lo tanto, existe la duda de si *P. milleri* ocupa dichos espacios, en particular al oeste del río Coca (margen derecha), en donde solo se han encontrado tres registros históricos de especímenes recolectados en la década de 1930 (MEPN 7786, MEPN 10988 y MINM 52).

Distribución potencial. Se obtuvieron 10 modelos estadísticamente significativos (mediana: ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.05$ y delta AIC_c = 1.3). La variable que más contribuyó al mejor modelo



La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son outliers (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.

Figura 4.15. Distribución de *Pithecia milleri* en el Ecuador.

fue BIO 11 (temperatura media del trimestre más frío) (71 %); otras variables importantes fueron BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (14 %), BIO 2 (rango diurno medio) (9 %) y BIO 5 (temperatura máxima del mes más cálido) (5 %); la variable BIO 12 (precipitación anual) aportó en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *P. milleri* en cinco provincias: Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza y Morona Santiago. La zona con mayor idoneidad de hábitat aparece en tres sectores, dos en la provincia de Sucumbíos, hacia el norte del río San Miguel y en toda el área central de la provincia para extenderse a las áreas colindantes de las provincias de Napo y Orellana; otro sector con alta idoneidad aparece en el centro de la provincia de Pastaza, para extenderse hacia las áreas vecinas de las provincias de Napo y Orellana, por el norte, y Morona Santiago, por el sur (figura 4.15.B). El área de distribución potencial en el Ecuador alcanzó una superficie de 71 520 km², mientras que el área de DPE fue de 15 947 km² (figura 4.15.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *P. milleri* alcanza una superficie de 12 244 km², esto es una reducción del 20 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4).

El área con la mayor pérdida de cobertura forestal aparece hacia la parte occidental de su distribución, en el espacio que comprende el eje de expansión de las ciudades de Lago Agrio, Shushufindi y Coca, dentro de las provincias de Sucumbíos y Orellana; otra esta zona deforestada, aunque con menor intensidad se extiende a lo largo de la carretera Tarapoa-Puerto El Carmen de Putumayo (figura 4.15.D). Por el contrario, la mayor extensión de bosque continuo aparece hacia el oriente de su distribución, entre el río Putumayo, en la frontera con Colombia, y el río Napo, dentro de las provincias de Sucumbíos y Orellana. Otra zona con bosque nativo continuo aparece en el nororiente de su distribución, en el área que comprende la RE Cofán-Bermejo y los bosques aledaños.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *P. milleri* en el Ecuador se encuentra entre 190 y 495 m (mediana = 220 m; variación = 305 m; N = 70); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 220 y 250 m de altitud (variación = 30 m) (figura 4.15.E). Los registros a menor altitud provienen del sistema lacustre del río Lagartococha (00°35'16"S, 75°14'56"W) (Alverson et al., 2008; GBIF, 2020), en el límite oriental de la RPF Cuyabeno y frontera con Perú; mientras que el registro de mayor altitud procede de la margen izquierda del río Bermejo (00°14'34"N, 77°19'59"W), cerca de Bermejo, dentro de la RE Cofán-Bermejo (Tirira, 2021b: datos de campo), ambas en la provincia de Sucumbíos. El rango altitudinal reportado para esta especie en toda su distribución va de 100 a 760 m (Defler, 2004; Marsh, 2014).

Barreras naturales. Se identificó que los ríos Aguarico (solo en sus cabeceras y cauce superior) y Napo actúan como barreras físicas. También el pie de monte de la cordillera Oriental de los Andes actúa como barrera natural, en particular hacia el occidente de la provincia de Sucumbíos, toda vez

que esta es una especie de típicamente tropical. Es posible que el río Coca también actúe como barrera natural, pero no está confirmado.

Vacíos de conocimiento. Definir su límite de distribución occidental, en particular al norte y al occidente de la provincia de Orellana, a ambos lados del río Coca, y en el área contigua de la provincia de Sucumbíos, al sur del río Aguarico. Este estudio permitirá verificar si son correctos los registros de ejemplares históricos capturados al oeste del río Coca.

4.4.16. *Pithecia napensis* (Lönnerberg, 1938)

Dentro del poco conocido género *Pithecia*, esta es la especie de más amplia distribución en el Ecuador (Tirira, 2017). Su área de presencia se extiende hasta el Perú, cuyos límites se encuentran entre los ríos Napo y Curaray, por el norte; y Santiago y Marañón, por el sur (Marsh, 2014). Para el estudio propuesto se obtuvieron 269 registros de *P. napensis* procedentes de Ecuador; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y los no confirmados se trabajó con 156 registros provenientes de cuatro provincias amazónicas: Orellana (102), Pastaza (31), Morona Santiago (22) y Napo (1). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 73 ubicaciones independientes; además, se incluyeron 15 reportes procedentes del Perú, para un total de 88 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. La distribución de *P. napensis* es inusual entre los primates ecuatorianos, con dos secciones casi separadas entre sí debido a la presencia de *P. aequatorialis* entre ellas, ambas dentro del piso zoogeográfico Tropical Oriental (figura 4.16.A).

La distribución hipotética propuesta es la siguiente: la sección norte se encuentra entre la ribera sur del río Napo, por el norte, hasta la ribera norte del río Curaray, dentro de las cuencas de los ríos Napo (margen derecha), Indillama, Yuturi, Tiputini, Tivacuno, Nashiño, Shiripuno y Cononaco (provincia de Orellana); Gareno (provincia de Napo); y Shiripuno, Tigüino, Tzapino y Curaray (margen izquierda, aunque se sospecha que ocupa ambas riberas en el curso superior) (provincia de Pastaza). La sección sur corresponde al espacio entre el curso alto y medio del río Villano y el curso medio y bajo del río Bobonaza, por el norte, hasta la orilla norte del río Santiago, por el sur, dentro de las cuencas de los ríos Villano (ambos márgenes en sus cabeceras, pero solo la margen derecha en su curso medio), Runtun, Bobonaza (solo la margen derecha en su curso medio y bajo), Capahuari y Pastaza (provincia de Pastaza); y Huasaga, Wichimi, Makuma, Cushuimi, Mangosiza, Morona y Yaupi (provincia de Morona Santiago). El área de ambas secciones corresponde a una superficie estimada en 36 416 km².

La distribución propuesta para *P. napensis* es diferente a cualquiera otra publicada con anterioridad (Carrillo-Bilbao, Martín-Solano, Zapata Ríos, et al., 2018; De la Torre, 2000; Tirira, 2007, 2017), aunque de momento es hipotética y necesita confirmarse: (1) el límite occidental, tanto de las secciones norte y sur; y (2) el límite norte de la sección sur, en donde además existe un área entre los ríos Conambo y Bobonaza sin registros de cualquier especie del género *Pithecia*.

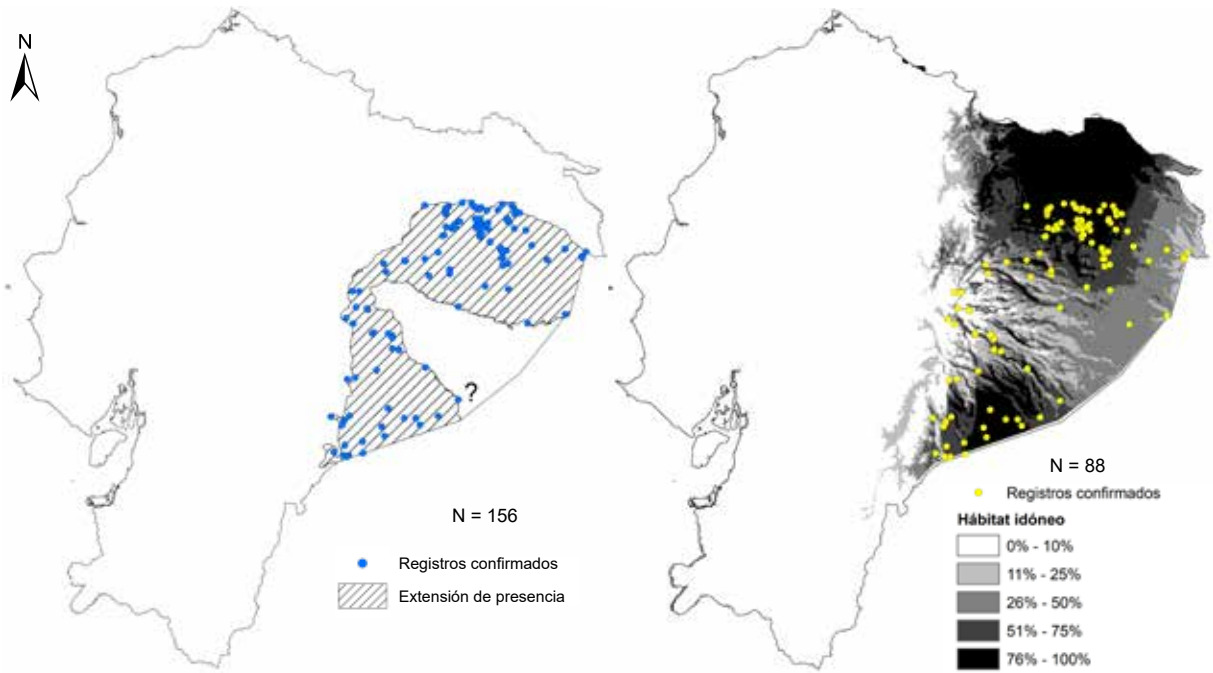
Distribución potencial. Se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.03$ y delta $AIC_c = 0$). La variable que más contribuyó fue BIO 14 (precipitación del mes más seco) (32 %); otras variables importantes fueron BIO 1 (temperatura media anual) (31 %), BIO 7 (rango anual de temperatura) (22 %) y BIO 3 (isotermalidad) (15 %); la variable BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) aportó en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *P. napensis* en cinco provincias: Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza y Morona Santiago. Las zonas con mayor idoneidad de hábitat aparecen en dos sectores, uno hacia la Amazonía norte, en toda el área central de la provincia de Sucumbíos para extenderse hacia las partes colindantes de las provincias de Napo y Orellana; otro sector con alta idoneidad aparece en la Amazonía sur, en el extremo sureste de la provincia de Pastaza y el área contigua del nororiente de Morona Santiago (figura 4.16.B). El área de distribución potencial en el Ecuador alcanzó una superficie de 67 792 km², mientras que el área de DPE fue de 32 030 km² (figura 4.16.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *P. napensis* alcanzó una superficie de 29 872 km², esto es una reducción del 5 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). El área con la mayor pérdida de cobertura forestal aparece en el noroccidente de su distribución, principalmente en el área de influencia de la vía Auca (figura 4.16.D). Otras zonas con pérdida de la cobertura forestal aparecen en la margen derecha del río Napo y en la parte baja de la provincia de Morona Santiago, entre los ríos Makuma y Cangaima, hasta la cuenca del río Morona y en los alrededores de San José de Morona. Por el contrario, la mayor extensión de bosque continuo aparece en dos secciones, una en la parte norte, en el área que comprende el PN Yasuní y la Reserva Étnica Waorani; y otra en la parte sur de la provincia de Pastaza y el norte de Morona Santiago.

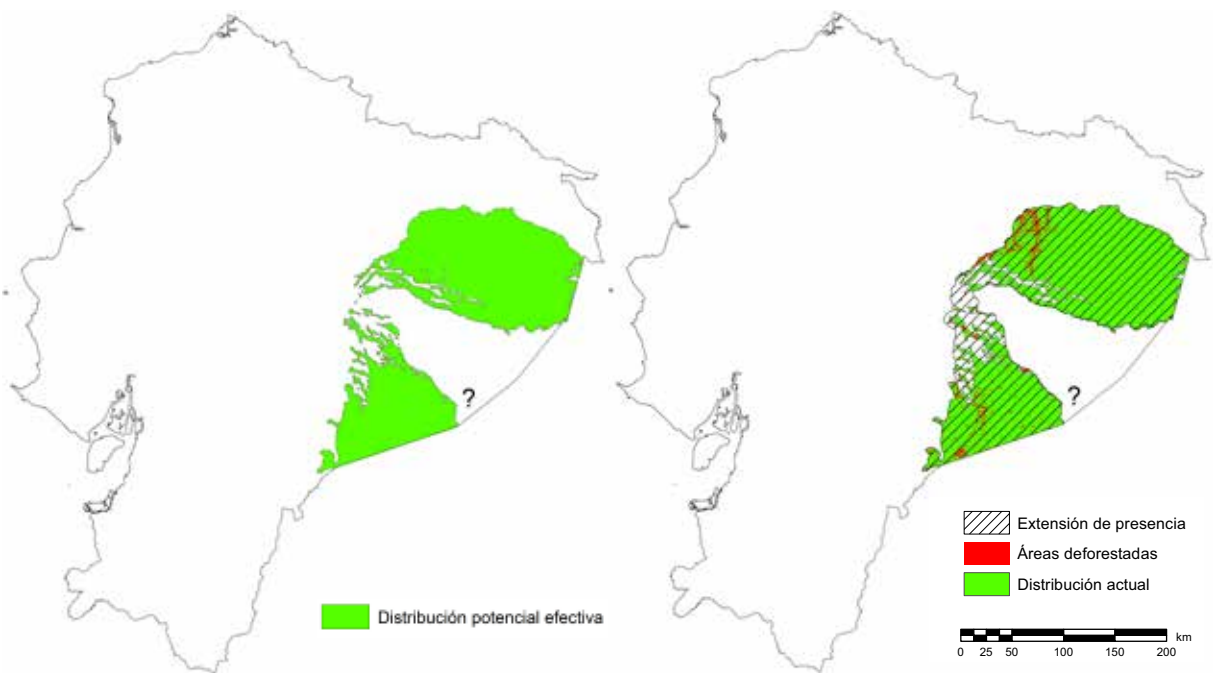
Rango altitudinal. El rango altitudinal para *P. napensis* en el Ecuador se encuentra entre 180 y 630 m (mediana = 232 m; variación = 450 m; N = 218); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 220 y 290 m de altitud (variación = 70 m) (figura 4.16.E). El registro a menor altitud proviene de “cerca de río Aguarico”, basado en un ejemplar depositado en el GNM e identificado inicialmente como *P. monachus*; sin embargo, existen dudas sobre si este registro procede del Ecuador, pues podría haber sido recolectado en territorio peruano (Tirira & Azurduy Högström, 2011); los registros a menor altitud confirmados para el Ecuador proceden de la desembocadura del río Yasuní y de las cercanías de Nuevo Rocafuerte (190 m) (00°59'25"S, 75°25'40"W) (iNaturalist, 2020; Peñaherrera, 1969), ambas localidades próximas entre sí, dentro de la provincia de Orellana y cerca de la frontera con Perú. El registro a mayor altitud procede del centro shuar Makuma (02°09'54"S, 77°39'31"W) (Morales Males & Schjellerup, 1998b), al este de la cordillera del Kutukú, en la provincia de Morona Santiago.

Reportes históricos en altitudes superiores a 630 m: Baeza (914–1500 m) y río Napo (762 m), en la provincia de Napo; y Macas (1000 m), en la provincia de Morona Santiago (Allen, 1916; Hershkovitz, 1977, 1979; Lönnberg, 1938; Marsh, 2014; Schlegel, 1876; Sclater, 1872) se consideran imprecisos y



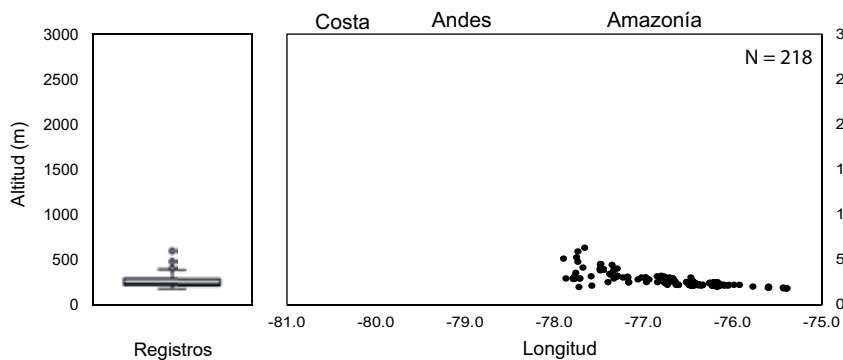
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.

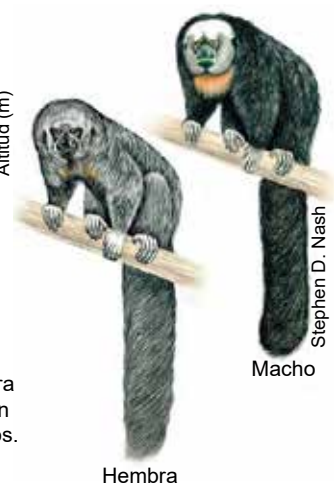


Figura 4.16. Distribución de *Pithecia napensis* en el Ecuador.

no han sido validados; además, el ejemplar de Baeza procede del norte del río Napo, fuera del área de distribución de la especie, y se ha indicado que la piel fue comprada a un comerciante local (Allen, 1916). El rango altitudinal reportado para esta especie en Perú va de 100 a 720 m (Marsh, 2014; Pitman et al., 2012). De igual manera, registros a mayor altitud, hasta 1500 m (Marsh, 2014; Pacheco et al., 2020), no se consideran válidos y deben ser verificados, en particular, debido a que el género *Pithecia* es típico de climas tropicales (Defler, 2004; Ferrari et al., 2013).

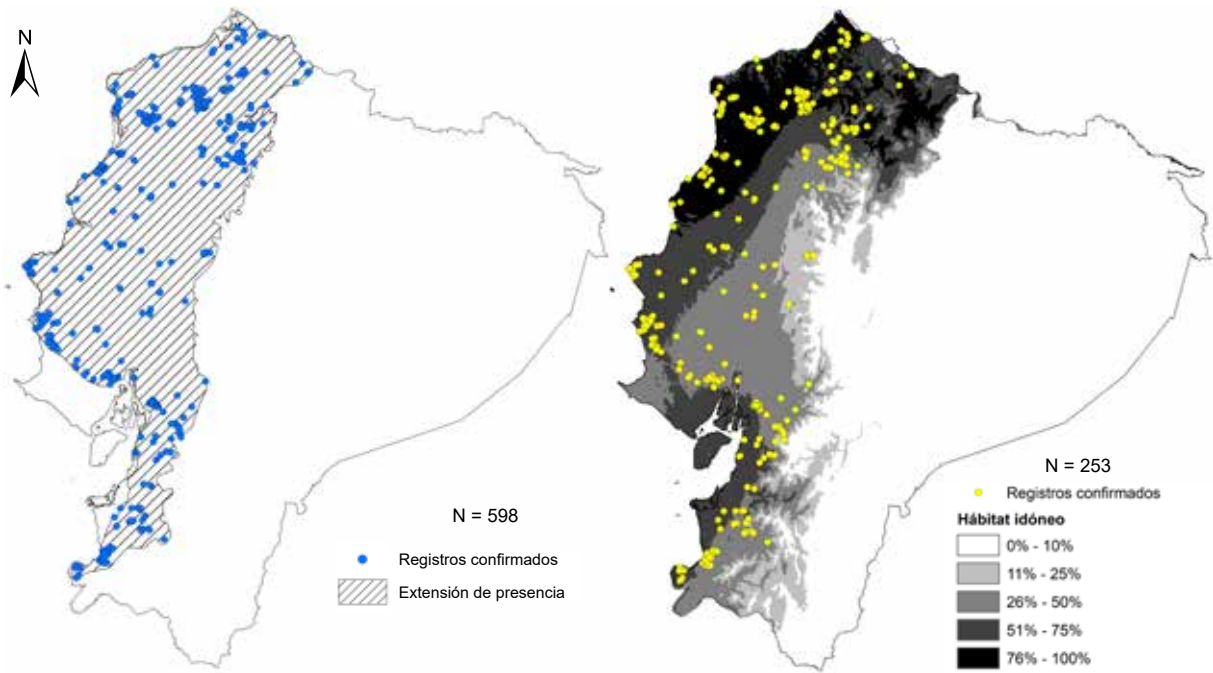
Barreras naturales. Las barreras naturales identificadas son: (1) en la sección norte, los ríos Napo y Curaray, ambas barreras confirmadas y que han limitado su distribución hacia el norte y el sur del área propuesta, respectivamente; (2) en la sección sur, los ríos Villano, Bobonaza y Santiago, aunque su acción como barreras debe ser verificada; (3) la altitud también está definida como barrera, aunque es poco evidente en la parte norte de su distribución, en la provincia de Pastaza, no así hacia la sección sur, en la provincia de Morona Santiago, donde resulta evidente que la presencia de las cordilleras del Kutukú y Shaimi limitaron su expansión hacia el oeste.

Vacíos de conocimiento. Es necesario verificar los límites de distribución hipotéticos propuestos: (1) límite occidental en la provincia de Pastaza, en el pie de monte de la cordillera Oriental de los Andes; (2) límite norte de la sección sur, entre las cabeceras del río Villano y la desembocadura del río Bobonaza, que además permitirá definir qué especie de *Pithecia* habita en el espacio comprendido entre los ríos Conambo y Bobonaza; (3) definir si existen áreas de simpatria entre *P. napensis* y *P. aequatorialis*.

4.4.17. *Alouatta palliata aequatorialis* (Festa, 1903)

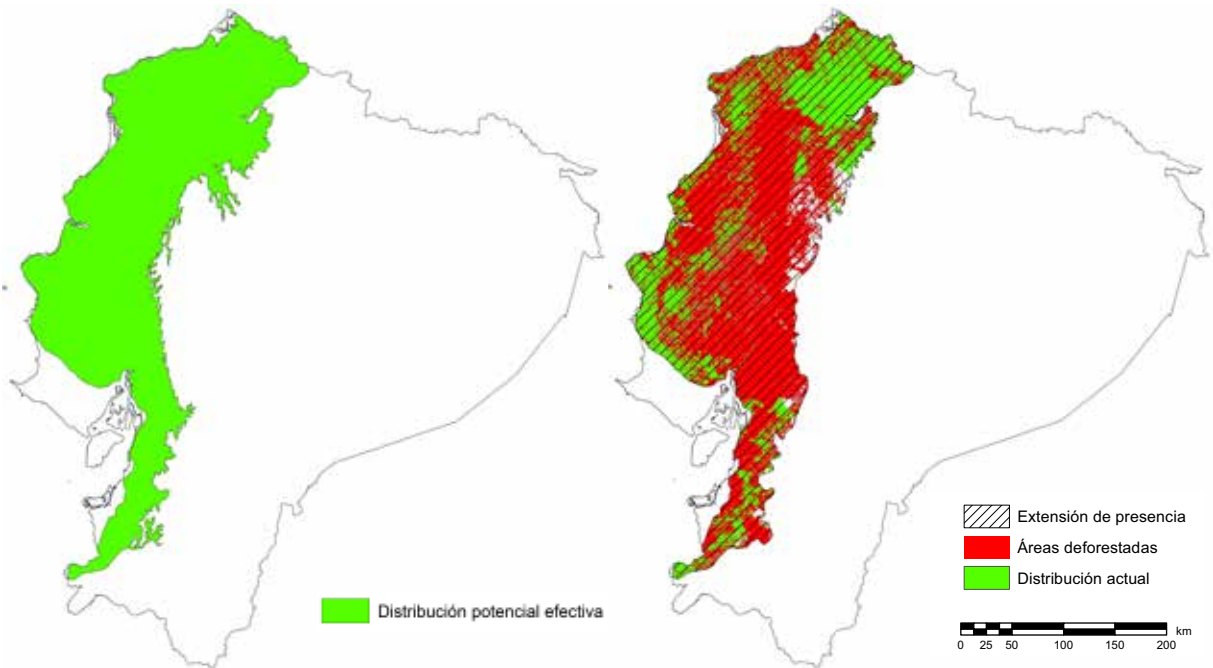
Se trata de la especie de primate con la distribución más amplia en la Costa del Ecuador (Fuentes, Alfonso-Cortes, Cervera, et al., 2018). También es una de las especies con mayor extensión de presencia en la región Neotropical, presente entre México y Perú (Rylands & Mittermeier, 2013a); la subespecie *aequatorialis* habita a lo largo de la costa pacífica de Colombia hasta el extremo noroccidental de Perú (Ruiz-García, Cerón, et al., 2018). Esta especie presentó el mayor número de registros (883) en el Ecuador; de ellos, para el estudio propuesto, una vez que se eliminaron los datos duplicados y los no confirmados, se trabajó con 598 registros repartidos en todas las provincias occidentales: Esmeraldas (215), Manabí (140), Guayas (60), El Oro (42), Pichincha (29), Santa Elena (27), Imbabura (23), Loja (18), Azuay (15), Los Ríos (12), Cotopaxi (8), Carchi (3), Cañar (2), Santo Domingo de los Tsáchilas (2), Bolívar (1) y Chimborazo (1). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 163 ubicaciones independientes; además, se incluyeron en el análisis 90 registros procedentes de otros países dentro del área de distribución de este taxón (49 de Panamá, 25 de Colombia, 14 de Costa Rica y 2 de Perú), para un total de 253 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. La distribución de *A. p. aequatorialis* es amplia, alcanza toda la Costa del Ecuador, entre las fronteras con Colombia y Perú (figura 4.17.A). Ocupa cuatro pisos zoogeográficos: Tropical Noroccidental, Tropical Suroccidental, Subtropical Occidental y Templado Occidental.



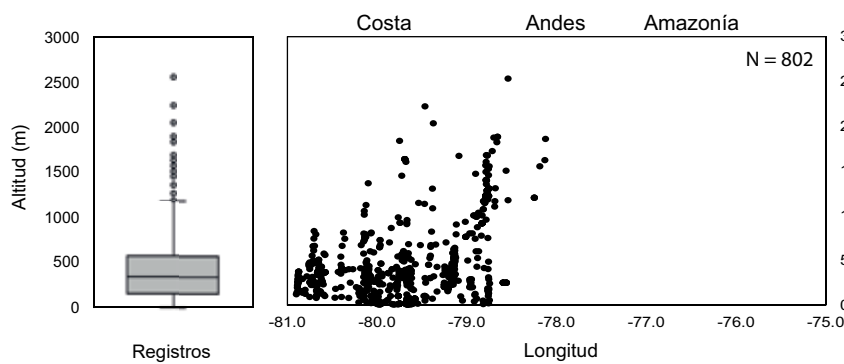
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.

Figura 4.17. Distribución de *Alouatta palliata aequatorialis* en el Ecuador.

Las cuencas hidrográficas en donde se confirmaron registros son: San Juan y Blanco (provincia de Carchi); Mira, Apuela y Guayllabamba (Imbabura); Mataje, Santiago, Cayapas, San Miguel, Hoja Blanca, San Francisco, Viche y Quinindé (Esmeraldas); Guayllabamba, Mindo y Blanco (Pichincha); Toachi (Santo Domingo de los Tsáchilas); Mache, Coaque, Jama, Carrizal, Chico, Portoviejo, Manta y Ayampe (Manabí); Olón, Manglaralto, Balsas y Piedras (Santa Elena); Daule, Pucán, Pedro Carbo, Chongón, Taura, Macul, Bulubulu, Ruidoso y Balao (Guayas); Quevedo y Vinces (Los Ríos); San Pablo (Cotopaxi); Soloma (Bolívar); Chimbo (Chimborazo); Bulubulu, Cañar y Patúl (Cañar); Norcay, Migüir, Chaucha, Pijilí y Gala (Azuay); Chaguana, Agustín, Saladillo, Santa Rosa, Arenillas, Piñas y Puyango (El Oro); y Puyango y Cazaderos (Loja). La extensión de presencia en el Ecuador representó 73 643 km².

En términos generales, la distribución propuesta ya era conocida para este especie (Fuentes, Alfonso-Cortes, Cervera, et al., 2018; Tirira, 2007, 2017) y poco ha cambiado con este estudio, con excepción de los registros en la provincia de Azuay, que fueron los primeros para este primate en esta parte del país (Tirira & Gallo-Viracocha, 2020).

Distribución potencial. Se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.03$ y delta AIC_c = 0). La variable que más contribuyó al modelo fue BIO 7 (rango anual de temperatura) (43 %); otras variables importantes fueron BIO 12 (precipitación anual) (37 %), BIO 6 (temperatura mínima del mes más frío) (12 %) y BIO 4 (estacionalidad de la temperatura) (7 %); la variable BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) aportó en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *A. p. aequatorialis* en 16 provincias ecuatorianas, todas las de la región Costa (Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y El Oro) y nueve de la región Sierra (Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja). El modelo presentó dos zonas de mayor idoneidad, ambas hacia la parte norte de país. Una en el norte de la provincia de Esmeraldas y se extiende hasta el norte de Manabí. Otra aparece en las estribaciones de los Andes de las provincias de Carchi e Imbabura y se extiende hasta el área contigua del norte de Pichincha (figura 4.17.B). El área de distribución potencial alcanzó una superficie de 87 039 km², mientras que la DPE fue de 62 598 km² (figura 4.17.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *A. p. aequatorialis* alcanza una superficie de 18 693 km², esto es una reducción del 69 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4) y del 75 % en relación con la extensión de presencia. El mapa muestra una severa disminución del bosque en toda su distribución (figura 4.17.D). Las áreas más extensas con hábitat para *A. p. aequatorialis* se encuentran en cuatro sectores. El fragmento más grande corresponde al PN Cotacachi-Cayapas y los bosques aledaños (provincias de Imbabura y Esmeraldas). Otros fragmentos importantes se encuentran en la Reserva Étnica Awá (provincia de Carchi), en la cordillera Chongón-Colonche (provincias de Manabí, Guayas y Santa Elena) y la RE Mache-Chindul (provincias de Esmeraldas y Manabí). Otros fragmentos menores con importante continuidad forestal aparecen en varios sectores de las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes y a lo largo de la Costa del Ecuador (figura 4.17.D).

Rango altitudinal. *A. p. aequatorialis* en el Ecuador se encuentra entre 5 y 2530 m (mediana = 340 m; variación = 2525 m; N = 802); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 157 y 565 m de altitud (variación = 408 m) (figura 4.17.E). Los registros a menor altitud provienen del RVS Manglares Estuario del Río Muisne (00°32'00"N, 79°59'00"W) (Navarrete 2002, citado en ECOLAP & MAE, 2007), en la provincia de Esmeraldas; y de la zona de Balao (02°54'27"S, 79°48'24"W) (GBIF, 2020; Terry, 1834; Tirira, 2021b: datos de campo), provincia de Guayas. El registro a mayor altitud procede de San Venancio (00°30'28"N, 78°32'25"W), cuenca del río Marañón (Mena-Valenzuela & Utreras, 1997), a poca distancia del límite del PN Cotacachi-Cayapas, provincia de Imbabura. El rango altitudinal reportado para la especie en toda su distribución va de 0 a 2500 m (Rylands & Mittermeier, 2013a).

Barreras naturales. Las barreras más importantes identificadas y que afectaron a todo lo largo de la distribución de *A. p. aequatorialis* fueron el océano Pacífico y la cordillera Occidental de los Andes. Dos ramales específicos de esta cordillera que limitaron la continuidad en su distribución fueron las cordilleras de Toisán, entre las provincias de Imbabura y Esmeraldas; y de Chilla, en la provincia de El Oro; además del cerro Narihuiña, en Azuay.

La altitud como barrera natural para la especie fue corroborada con el MNE, que indica que tres de las cuatro variables que más contribuyeron al modelo estuvieron relacionadas con la temperatura; entre ellas, la más importante fue BIO 7 (rango anual de temperatura). Un resultado similar se obtuvo para esta misma especie en un estudio realizado en las estribaciones occidentales de la provincia de Azuay (Tirira & Gallo-Viracocha, 2020).

Otras barreras identificadas, en donde la especie está ausente, fueron los ecosistemas xéricos, formaciones ecológicas que por lo general están conformados por arbustos y en donde la presencia de árboles es escasa (MAE, 2013a). Entre estos ecosistemas, la ausencia de *A. p. aequatorialis* más evidente fue en la parte occidental y sur de la península de Santa Elena, al oeste y sur de la cordillera Chongón-Colonche; y en las tierras bajas al oeste de la provincia de El Oro. Esta ausencia no fue predicha por el MNE.

Para terminar, en el límite sur de su distribución, dentro de la provincia de Loja, dos barreras actuaron de forma conjunta. Por un lado, la vegetación xérica, y por otro, el contrafuerte Cabeza de Toro, una pequeña cordillera que se levanta entre las poblaciones de Chaguarpamba y Celica y habría impedido la expansión de esta especie hacia el sur. La ausencia de *A. p. aequatorialis* en esta zona sí fue predicha por el MNE.

Vacíos de conocimiento. *A. p. aequatorialis* tiene la particularidad de ser una de las especies de primates más estudiadas del neotrópico (Neville et al., 1988), aunque sobre su distribución todavía persisten algunos vacíos de conocimiento que deben ser aclarados. En el caso del Ecuador, son necesarios los siguientes estudios: (1) Levantar información sobre su presencia en las estribaciones occidentales de los Andes, dentro de provincias con pocos registros (Santo Domingo de los Tsáchilas,

Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo y Cañar), similar al estudio efectuado en la provincia de Azuay y que demostró, por primera vez para esta parte del país, su presencia en 15 localidades (Tirira & Gallo-Viracocha, 2020). (2) Realizar estudios específicos sobre la presencia de *A. p. aequatorialis* en ecosistemas de manglar y en las áreas de transición hacia los ecosistemas vecinos.

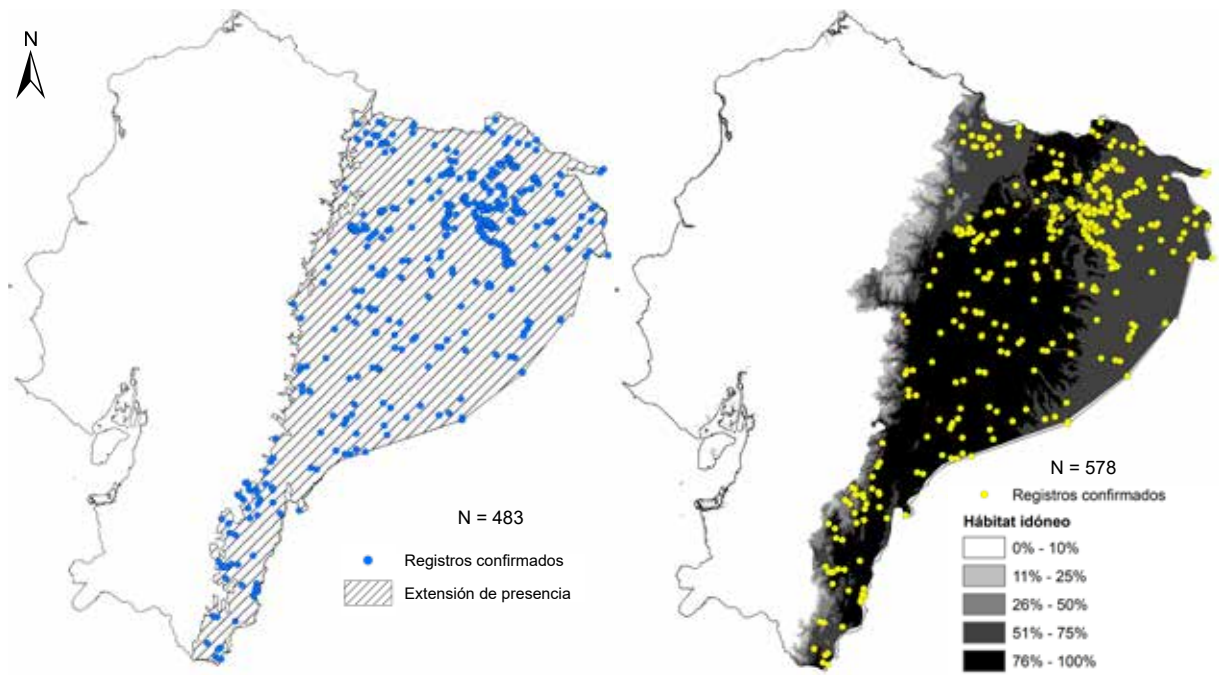
4.4.18. *Alouatta seniculus* (Linnaeus, 1766)

Esta es una de las especies de primates de más amplia distribución, con presencia, además de en Ecuador, en Colombia, Venezuela, Perú y Brasil (Rylands & Mittermeier, 2013a). Para el estudio propuesto se obtuvieron 825 registros de *A. seniculus* procedentes del Ecuador; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y no confirmados se trabajó con 483 registros repartidos en todas las provincias amazónicas: Orellana (185), Sucumbíos (123), Pastaza (65), Morona Santiago (59), Zamora Chinchipe (30), Napo (20) y Tungurahua (1). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 278 ubicaciones independientes; además, se incluyeron 300 registros provenientes de otros países dentro de su rango de distribución (246 de Colombia, 44 de Perú, 6 de Venezuela y 4 de Brasil), para un total de 578 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. *A. seniculus* es otra de las especies de primates con amplia distribución en el Ecuador, con registros en tres pisos zoogeográficos: Tropical Oriental, Subtropical Oriental y Templado Oriental, entre los ríos San Miguel y Putumayo, en la provincia de Sucumbíos y frontera con Colombia, por el norte; hasta los ríos Canchis, Chinchipe y San Francisco, en la provincia de Zamora Chinchipe y frontera con Perú, por el sur (figura 4.18.A).

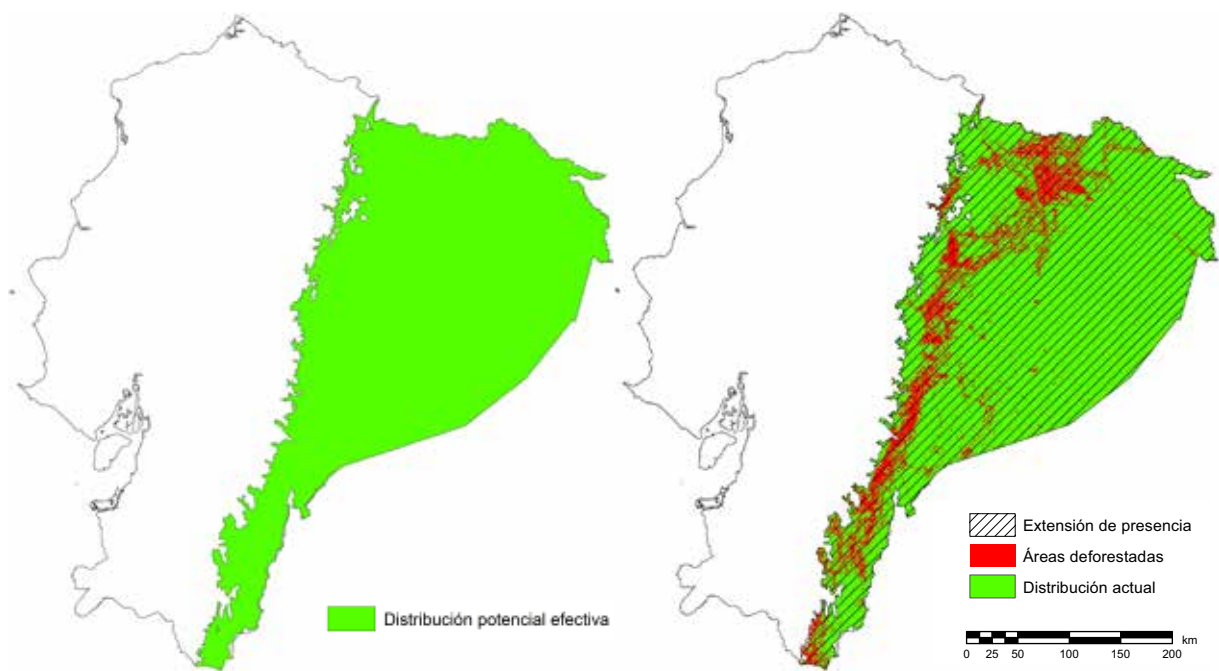
Los registros confirmados de su presencia aparecen en prácticamente todos los ríos principales a lo largo de su área de distribución, entre ellos, los siguientes: Cofanes, Dué, Aguarico, Bermejo, San Miguel, Putumayo, Güepí, Cuyabeno, Lagartococha, Eno, Shushufindi, Jivino Verde y Pañayacu (provincia de Sucumbíos); Quijos, Hollín, Pucuno, Huataracu, Jatun Yacu y Napo (provincia de Napo); Bigal, Payamino, Coca, Pucuno, Huataracu, Suno, Jivino Rojo, Cocaya, Napo, Indillama, Rumiyacu, Yuturi, Tiputini, Tivacuno, Yasuní, Shiripuno, Nashiño y Cononaco (provincia de Orellana); Pastaza (provincia de Tungurahua); Piatúa, Nushiño, Tzapino, Shiripuno, Tigüino, Cononaco, Curaray, Villano, Bobonaza, Pintoyacu, Conambo, Corrientes, Copataza, Capahuari y Pastaza (provincia de Pastaza); Llushín, Sangay, Abanico, Upano, Pastaza, Huasaga, Wichimi, Makuma, Cushuimi, Mangosiza, Morona, Yaupi, Santiago, Tayusa, Yunganza, Cuchibamba, Cuyes, Zamora, Chuchumbleza, Cenepa y Quimi (provincia de Morona Santiago); y Nangaritza, Zamora, Yacuambi, Bombuscaro, Shaime, Numpatakaime, Numbala, Mayo y San Francisco (provincia de Zamora Chinchipe). Esta área de extensión de presencia ocupa 104 344 km².

La distribución propuesta es similar a la mostrada en mapas que aparecen otras fuentes recientes (De la Torre, Arcos, Pozo-Rivera, Zapata Ríos, et al., 2011b; Martin-Solano et al., 2018; Tirira, 2007, 2017), con excepción de pequeñas variaciones relacionadas con los límites de altitud considerados.



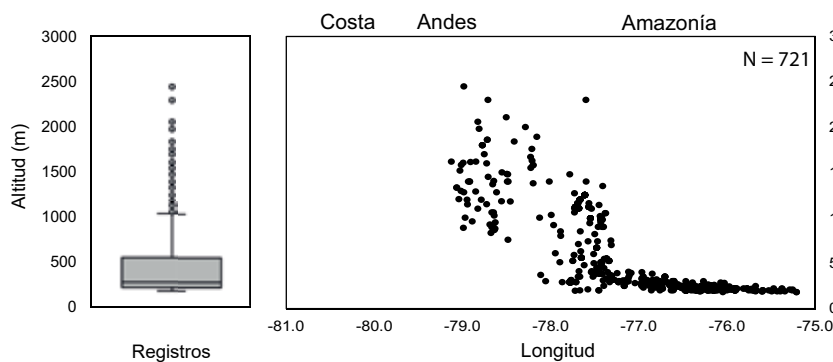
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.

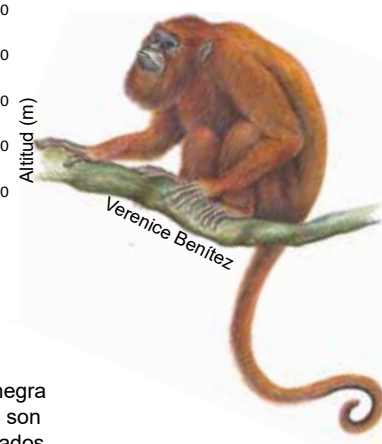


Figura 4.18. Distribución de *Alouatta seniculus* en el Ecuador.

Distribución potencial. Se obtuvo un modelo estadísticamente significativo (ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.04$ y delta $AIC_c = 0$). La variable que más contribuyó fue BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (39 %); otras variables importantes fueron BIO 7 (rango anual de temperatura) (26 %), BIO 6 (temperatura mínima del mes más frío) (20 %), BIO 12 (precipitación anual) (8 %) y BIO 3 (isotermalidad) (7 %) (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *A. seniculus* en las seis provincias amazónicas, además del centro y oriente de Tungurahua. La zona de mayor idoneidad de hábitat ocupa todo el centro de la región Amazónica, desde la frontera con Colombia, hacia el centro de la provincia de Sucumbíos, el sureste de Napo, el centro y suroccidente de Orellana, el occidente y centro de Pastaza, buena parte de Morona Santiago, excepto hacia los extremos oriental y occidental, y los valles de los ríos Nangaritza y Zamora, en Zamora Chinchipe, además de una pequeña área en el extremo suroccidental de esta última provincia (figura 4.18.B). El área de distribución potencial en Ecuador alcanzó una superficie de 108 275 km², mientras que la DPE fue de 104 034 km² (figura 4.18.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *A. seniculus* alcanza una superficie de 85 893 km², esto es una reducción del 16 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). La distribución actual muestra dos áreas con alta disminución de bosque nativo a lo largo de su distribución (figura 4.18.D), una en la Amazonía nororiental, en el eje entre las ciudades de Lago Agrio, Shushufindi y Coca, y otra a lo largo de la carretera Troncal Amazónica, entre las ciudades de Archidona y Zamora. También aparecen otras zonas deforestadas, aunque de menor extensión, entre las poblaciones de Baeza y El Chaco, en las carreteras Lago Agrio-Quito y Coca-Loreto-Hollín y la vía Auca y en el extremo sur de su distribución, dentro de la cuenca del río Mayo.

Por el contrario, existe una extensa área de bosque continuo a todo lo largo de su distribución oriental, entre el río Putumayo, en la frontera con Colombia, hasta el nororiente de la provincia de Morona Santiago. Otras áreas extensas con buena cobertura vegetal se evidencian en la parte noroccidental de su distribución, en el espacio que comprende la RE Cofán-Bermejo y los parques nacionales Sumaco-Napo Galeras y Cayambe-Coca; también en las estribaciones de los parques nacionales Llanganates y Sangay, en las cordilleras del Kutukú y del Cóndor, en particular hacia la cuenca alta del río Nangaritza, en el espacio que comprende la RB Cerro Plateado.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *A. seniculus* en el Ecuador se encuentra entre 180 y 2448 m (mediana = 278 m; variación = 2268 m; N = 721); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 220 y 548 m de altitud (variación = 96 m) (figura 4.18.E). Los registros a menor altitud provienen de la confluencia de río Aguarico en el Napo (00°57'58"S, 75°12'49"W) (Tirira, 2021b: datos de campo), en la provincia de Orellana; y de Río Tigre (02°07'03"S, 76°02'49"W) (Freire, 1997), en la provincia de Pastaza. El registro a mayor altitud procede del Área Ecológica de Conservación Yacuambi (03°34'16"S, 78°59'05"W) (Tirira, 2021b: datos de campo), en la provincia de Zamora Chinchipe. El rango altitudinal reportado para esta especie en toda su distribución va de 0 a 3200 m (Rylands & Mittermeier, 2013a).

Barreras naturales. La principal barrera identificada fue la altitud generada por la cordillera Oriental de los Andes y otras zonas de montaña (contrafuerte Muralla, volcán El Reventador, cerros Negro y Pan de Azúcar, cordillera de los Guacamayos y volcán Sumaco). Por esta misma razón, sumada a las singulares características de la vegetación (barrera ecológica), la especie estaría ausente en las partes altas de las cordilleras del Kutukú y del Cóndor.

Una zona sin registros, en donde se sospecha existe una barrera, es el espacio comprendido entre los ríos Paute (margen derecha) y Negro (margen izquierda), en la provincia de Morona Santiago.

Vacios de conocimiento. (1) Confirmar si la especie está presente en el espacio entre los ríos Paute y Negro. (2) Confirmar la altitud máxima que alcanza en las cordilleras del Kutukú y del Cóndor, localidades que, a pesar de encontrarse dentro de su rango altitudinal esperado, presentan particulares características en la vegetación que no corresponden con un tradicional ecosistema boscoso.

4.4.19. *Ateles belzebuth* E. Geoffroy, 1806

Esta es una de las especies de primates más grandes del Ecuador, también presente en Colombia, Venezuela, Brasil y Perú (Rylands & Mittermeier, 2013a). Para el estudio propuesto se obtuvieron 478 registros de *A. belzebuth* procedentes del Ecuador; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y los no confirmados se trabajó con 271 registros repartidos en todas las provincias amazónicas: Orellana (118), Pastaza (50), Morona Santiago (43), Napo (22), Zamora Chinchipe (21), Sucumbíos (16) y Tungurahua (1). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 170 ubicaciones independientes; además, se incluyeron 46 registros correspondientes a otros países dentro de su rango de distribución (24 de Colombia, 16 de Perú, 4 de Venezuela y 2 de Brasil), para un total de 216 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. *A. belzebuth* tiene un singular patrón de distribución, único entre los primates ecuatorianos, con registros en dos pisos zoogeográficos: Tropical Oriental y Subtropical Oriental. Por el norte, su distribución empieza en la frontera con Colombia, en el espacio comprendido entre los ríos Chingual y las cabeceras del río San Miguel, dentro de la provincia de Sucumbíos. Desde este punto, desciende hacia el sur, hasta la zona de confluencia de los ríos Chingual y Cofanes, en el nacimiento del río Aguarico. Sigue la margen derecha del río Aguarico hasta la desembocadura del río Dué, para remontar este río por su margen izquierda. Luego cruza hacia el sur hasta alcanzar el río Coca, para seguir por la margen derecha hasta su desembocadura en el Napo, para, desde este punto, continuar aguas abajo hasta ingresar en Perú, siempre por la margen derecha del Napo. Hacia el sur no existe mayor variación con respecto a la distribución observada en otras especies de primates grandes; su límite austral lo conforman los ríos Numbala-Mayo (margen izquierda) y San Francisco, dentro de la provincia de Zamora Chinchipe y en la frontera con Perú (figura 4.19.A).

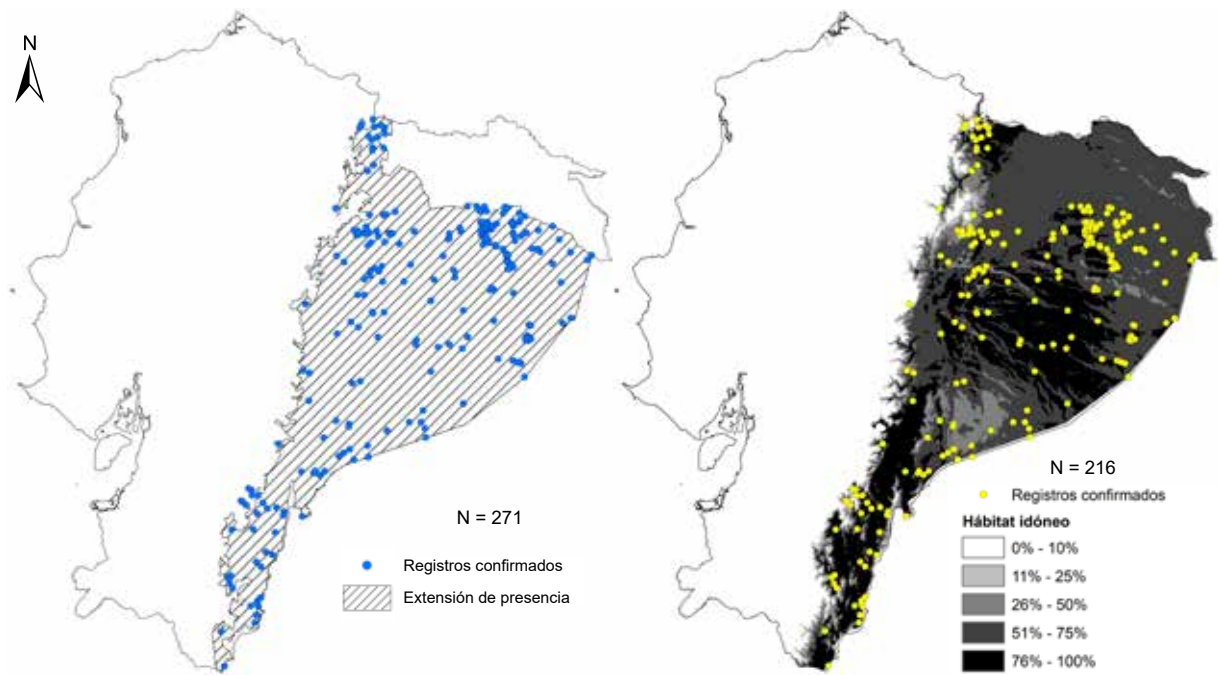
Registros confirmados de su presencia aparecen en las cuencas de los siguientes ríos: Cofanes, Chingual, Bermejo (margen izquierda, cuenta alta y media), Aguarico (margen derecha, cuenta alta), Dué (margen izquierda) y Coca (provincia de Sucumbíos); Quijos, Coca (ambos márgenes en cuenta alta; margen derecha en cuenca media), Hollín, Pucuno, Huataracu, Tena, Arajuno y Napo (provincia de Napo); Bigal, Pucuno, Huataracu, Chacayacu, Suno, Napo (a partir de la desembocadura del río Coca solo en la margen derecha), Indillama, Yuturi, Tiputini, Tivacuno, Yasuní, Shiripuno, Nashiño y Cononaco (provincia de Orellana); Pastaza (provincia de Tungurahua); Arajuno, Nushiño, Tzapino, Shiripuno, Tigüino, Cononaco, Curaray, Villano, Bobonaza, Pintoyacu, Conambo, Corrientes y Pastaza (provincia de Pastaza); Upano, Pastaza, Huasaga, Makuma, Cangaime, Mangosiza, Morona, Yaupi, Santiago, Tayusa, Cuchibamba, Cuyes, Bomboiza, Zamora, Cenepa, Coangos y Quimi (provincia de Morona Santiago); Machinaza, Nangaritza, Zamora, Yacuambi, Bombuscaro, Shaime, Numpatakaiame, Numbala (margen izquierda) y San Francisco (provincia de Zamora Chinchipe). Esta área ocupa una superficie de 81 715 km².

La distribución propuesta es similar a la mostrada en mapas que aparecen en fuentes recientes (Álvarez-Solas, Link, et al., 2018; Pozo-Rivera, De la Torre, et al., 2011; Tirira, 2017), con excepción de pequeñas variaciones relacionadas con la altitud y el incremento en su extensión hacia la parte sur de su distribución, en el espacio comprendido al sur de los contrafuertes de Tzunantza y San Francisco, entre los ríos Numbala (margen izquierda) y San Francisco, en la provincia de Zamora Chinchipe.

Distribución potencial. Se obtuvieron cinco modelos estadísticamente significativos (mediana: ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.01$ y delta $AIC_c = 0.8$). La variable que más contribuyó al mejor modelo fue BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (51 %); otras variables importantes fueron BIO 5 (temperatura máxima del mes más cálido) (27 %), BIO 14 (precipitación del mes más seco) (13 %) y BIO 4 (estacionalidad de la temperatura) (8 %); la variable BIO 7 (rango anual de temperatura) aportó en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

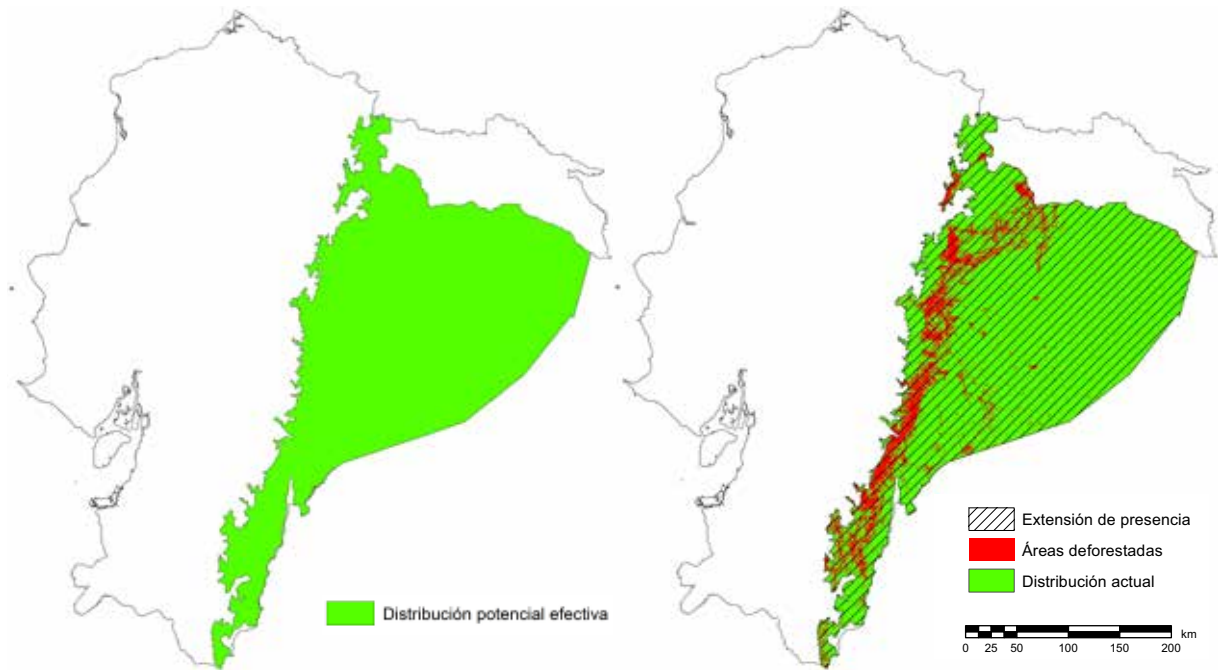
El MNE indicó idoneidad de hábitat para *A. belzebuth* en las seis provincias amazónicas. Las áreas con mayor idoneidad aparecen en tres sectores. Uno ocupa una amplia extensión de la provincia de Pastaza y se extiende hacia el norte hasta la provincia de Orellana y una pequeña sección de Napo. Los otros dos sectores corresponden a las estribaciones orientales de los Andes, uno en la parte norte, al oeste de la provincia de Sucumbíos, y otro al sur, en las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe (figura 4.19.B). El área de distribución potencial en el Ecuador alcanzó una superficie de 105 840 km², mientras que la DPE fue de 81 600 km² (figura 4.19.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *A. seniculus* alcanza una superficie de 69 111 km², esto es una reducción del 14 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). La distribución actual muestra un área con alta disminución de bosque nativo que aparece a lo largo de la carretera Troncal Amazónica, entre las ciudades de Archidona y Zamora (figura 4.19.D). Otras zonas deforestadas, aunque de menor extensión, aparecen entre las



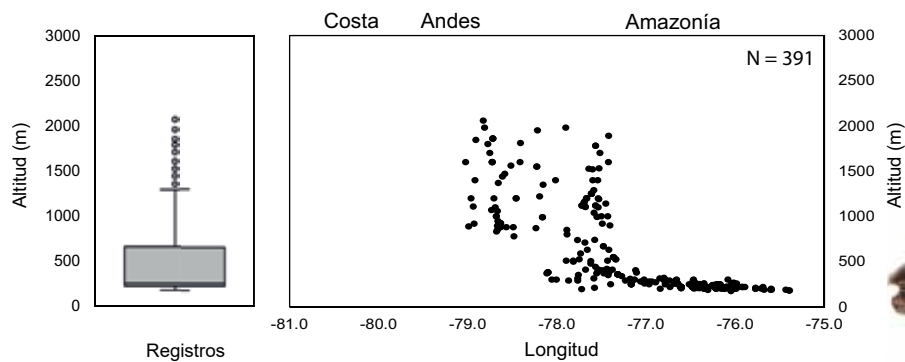
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



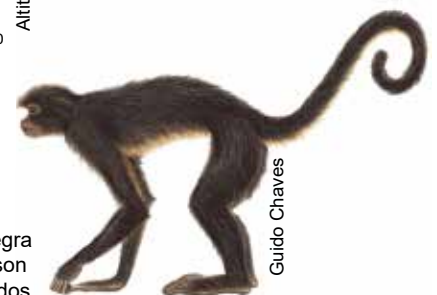
C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.



Guido Chaves

Figura 4.19. Distribución de *Ateles belzebuth* en el Ecuador.

poblaciones de Baeza y El Reventador, en las vías Coca-Loreto-Hollín y Auca, en la cuenca alta del río Napo, dentro de la misma provincia y en el extremo sur de su distribución, dentro de la cuenca del río Mayo.

Por el contrario, una extensa área de bosque continuo aparece a todo lo largo de su distribución oriental, entre el río Napo, en la provincia de Orellana, hasta el nororiente de la provincia de Morona Santiago. Otras áreas extensas con buena cobertura vegetal se evidencian en la parte noroccidental de su distribución, en los espacios que comprenden los parques nacionales Sumaco-Napo Galeras y Cayambe-Coca y la RE Cofán-Bermejo; también en las estribaciones de los parques nacionales Llanganates y Sangay, en las cordilleras del Kutukú y del Cóndor, en particular hacia la cuenca alta del río Nangaritza y en la RB Cerro Plateado.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *A. belzebuth* en el Ecuador se encuentra entre 180 y 2059 m (mediana = 250 m; variación = 1879 m; N = 391); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 220 y 650 m de altitud (variación = 430 m) (figura 4.19.E). El registro a menor altitud proviene de la localidad Río Tigre (02°07'03"S, 76°02'49"W) (Freire, 1997), próxima a la frontera con Perú, en la provincia de Pastaza; el registro a mayor altitud procede de San Miguel de Cuyes (03°20'12"S, 78°49'31"W) (Tirira, 2021b: datos de campo), en la provincia de Morona Santiago. El rango altitudinal reportado para esta especie en toda su distribución va de 77 a 2500 m (Link et al., 2019; S. Shanee et al., 2013).

Barreras naturales. Se identificaron algunas barreras naturales para *A. belzebuth*. Primero figura la altitud generada por la cordillera Oriental de los Andes; además de otras elevaciones secundarias: cerro Sur Pax, contrafuerte Muralla y volcán El Reventador, en Sucumbíos; cerros Negro y Pan de Azúcar y cordillera de los Guacamayos, en Napo; y volcán Sumaco, entre Napo y Orellana. La altitud de las cordilleras del Kutukú y del Cóndor también actuó como barrera, sumada a las particulares condiciones de la vegetación que tienen estas elevaciones hacia la parte alta (barrera ecológica).

Luego aparecen varios ríos, de norte a sur: Bermejo (la especie solo está presente en la margen izquierda y en las cabeceras del río), Aguarico (margen derecha en las cabeceras), Dué (margen izquierda, cursos medio y bajo), Coca (margen derecha en el curso medio y bajo), Napo (margen derecha en el curso medio y bajo) y Numbala-Mayo (margen izquierda).

También se identificó la falta de registros de *A. belzebuth* en dos áreas que vale la pena revisar, pues podrían ser zonas en donde la especie se encuentre ausente de forma natural: (1) entre los ríos Quijos-Coca (margen derecha), Bigal (parte baja, ambos márgenes) y Suno-Napo (margen izquierda), en las provincias de Napo y Orellana; y (2) entre los ríos Paute (margen derecha) y Negro (margen izquierda), en la provincia de Morona Santiago.

Vacios de conocimiento. (1) Verificar la presencia de *A. belzebuth* en dos sitios en donde se sospecha que la especie podría estar ausente de forma natural: (a) polígono entre los ríos Quijos-

Coca-Napo-Suno y curso medio y bajo del río Bigal; y (b) polígono entre los ríos Paute y Negro. (2) Realizar estudios de campo que confirmen su ausencia en la parte baja de la RE Cofán-Bermejo, en el espacio comprendido entre los ríos San Miguel (margen derecha) y Bermejo (margen izquierda). (3) Confirmar si el sistema de los ríos Numbala-Mayo ha limitado su distribución hacia las estribaciones suorientales de los Andes, en la provincia de Zamora Chinchipe.

4.4.20. *Ateles fusciceps fusciceps* Gray, 1866

Esta es la especie de primate más grande en la Costa del Ecuador y cuya distribución se extiende a los bosques húmedos de la ecorregión del Chocó, en Colombia y Panamá (Rylands & Mittermeier, 2013a); la subespecie *fusciceps* está restringida casi en su totalidad a Ecuador, aunque se ha especulado que puede alcanzar el suroccidente de Colombia, sin que existan datos que lo confirmen (Tirira, Méndez-Carvajal, et al., 2017). Para el estudio propuesto se obtuvieron 294 registros de *A. f. fusciceps*; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y no confirmados se trabajó con 205 registros distribuidos en 11 provincias de la Costa norte y centro del país: Esmeraldas (127), Manabí (25), Imbabura (24), Pichincha (16), Carchi (6), Bolívar (1), Chimborazo (1), Guayas (1), Los Ríos (1), Santa Elena (1) y Santo Domingo de los Tsáchilas (1). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 94 ubicaciones independientes, todas dentro de Ecuador.

Extensión de presencia. La distribución de *A. f. fusciceps* comprende entre la frontera con Colombia, por el norte; para extenderse hasta el norte de la cordillera Chongón-Colonche, hacia la parte suroccidental, y el río Chimbo, en su límite suoriental (figura 4.20.A). Los registros se encuentran dentro de cuatro pisos zoogeográficos: Tropical Noroccidental, Tropical Suroccidental, Subtropical Occidental y Templado Occidental.

Las cuencas hidrográficas en donde se confirmaron registros son: San Juan y Mira (provincia de Carchi); Mira, Lita, Cristopamba, Apuela, Llorimaguas y Guayllabamba (Imbabura); Mataje, Mira, Bogotá, Negro, Santiago, Cayapas, San Miguel, Agua Clara, Bravo Grande, Hoja Blanca, Barbudo, Las Piedras, Canandé, Esmeraldas, Cupa, Mache y Quinindé (Esmeraldas); Mashpi, Tulipe, Alambí, Pachijal, Mindo y Blanco (Pichincha); Toachi (Santo Domingo de los Tsáchilas); Chila, Quinindé, Peadillo, Monos, de Oro, Garza y Colimes (Manabí); Olón (Santa Elena); Daule (Guayas); Quevedo y Pita (Los Ríos); Caluma (Bolívar); y Chimbo (Chimborazo). La superficie total de la extensión de presencia en el Ecuador representó un área de 31 933 km². Dentro del área esperada de su distribución, no se obtuvieron registros en la provincia de Cotopaxi.

Los resultados aquí analizados presentan importantes cambios con la mapas de distribución que previamente se han generado para esta especie (Morelos-Juárez et al., 2018; Tirira, 2007, 2017). El principal cambio se encuentra en el límite occidental, que en buena parte de su área de distribución se consideró que alcanzaba el área próxima al océano Pacífico. Luego de la revisión de las localidades de referencia, se determinó que registros en la parte baja de la provincia de Esmeraldas

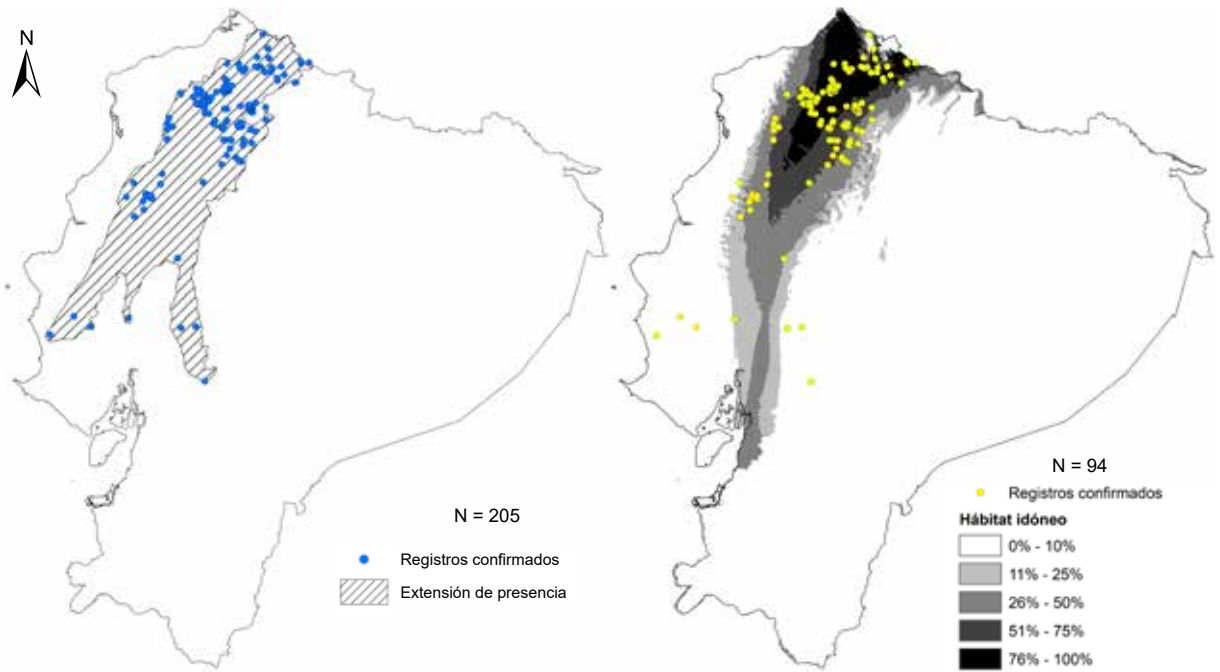
eran incorrectos o dudosos: Madre Vieja (Briones et al., 1997), Limón y montañas de Tachina (Baker, 1974). Al eliminar estos registros del análisis, se modificó el rango altitudinal de la especie y su área de distribución.

Distribución potencial. Se obtuvo cinco modelos estadísticamente significativos (mediana: ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.04$ y delta AICc = 1.5). La variable que más contribuyó al mejor modelo fue BIO 3 (isotermalidad) (53 %); otras variables importantes fueron BIO 17 (precipitación del trimestre más seco) (31 %) y BIO 4 (estacionalidad de la temperatura) (15 %); las variables BIO 2 (rango diurno medio) y BIO 6 (temperatura mínima del mes más frío) aportaron en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *A. f. fusciceps* en nueve provincias ecuatorianas, cinco de la región Costa (Esmeraldas, Manabí, Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas y Los Ríos) y cuatro de la región Sierra (Carchi, Imbabura, Pichincha y Cotopaxi). El modelo presentó una zona de alta idoneidad hacia la parte norte del país, desde el norte de la provincia de Esmeraldas, hacia las estribaciones bajas de los Andes, hasta alcanzar el noroccidente de Pichincha, además de una pequeña sección en la provincia de Carchi (figura 4.20.B). El área de distribución potencial alcanzó una superficie de 27 265 km², mientras que la DPE fue de 20 532 km² (figura 4.20.C).

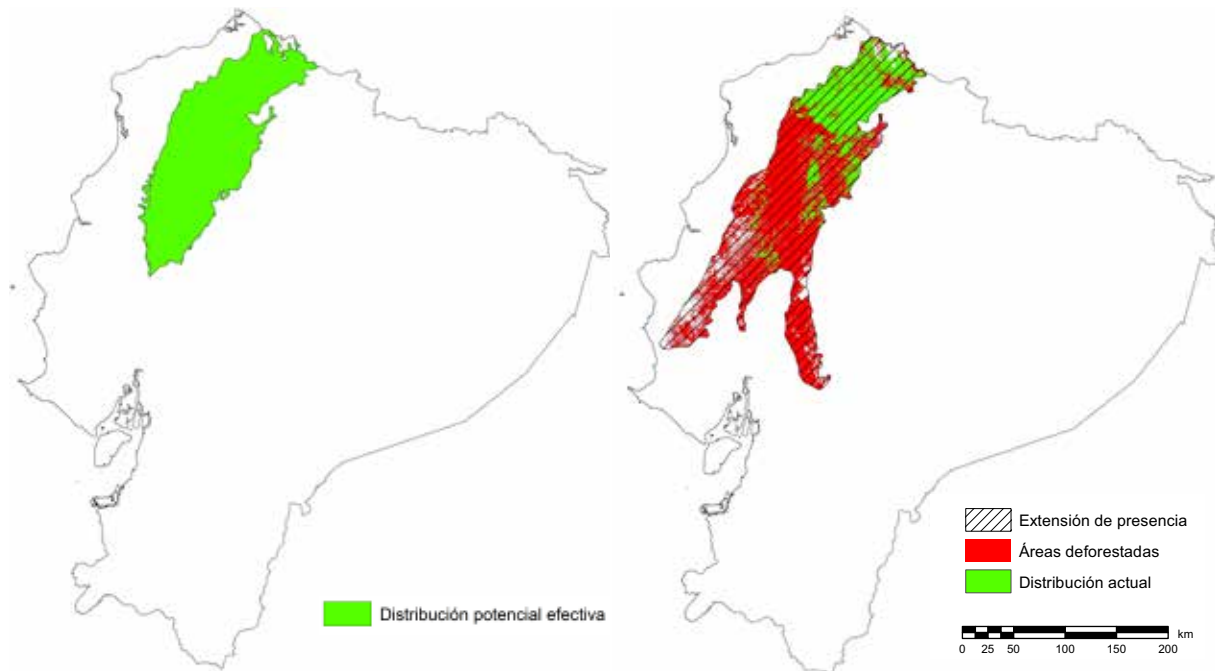
Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *A. f. fusciceps* alcanza una superficie de 7231 km², esto es una reducción del 64 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4) y del 77 % si se toma en consideración la extensión de presencia. El mapa muestra una severa disminución de los bosques nativos en la parte centro y sur de su distribución actual (figura 4.20.D). El área de bosque más extensa corresponde al PN Cotacachi-Cayapas y las zonas aledañas, en las provincias de Imbabura y Esmeraldas. Otros fragmentos con importante cobertura de bosque nativo se encuentran dentro de la Reserva Étnica Awá (provincia de Carchi) y en las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes, dentro de las provincias de Carchi y Pichincha.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *A. f. fusciceps* en el Ecuador se encuentra entre 20 y 2300 m (mediana = 374 m; variación = 2280 m; N = 266); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 220 y 1105 m (variación = 885 m) (figura 4.20.E). El registro a menor altitud procede de montañas de Mirador (01°35'00"S, 79°53'00"W) (Baker, 1974), en la provincia de Guayas; mientras que el registro a mayor altitud corresponde a San Venancio (00°29'17"N, 78°32'06"W), en la cuenca del río Marañón (Mena-Valenzuela & Utreras, 1997), a poca distancia del límite del PN Cotacachi-Cayapas, en la provincia de Imbabura. El rango altitudinal reportado para la especie en toda su distribución va de 100 a 2500 m (Rylands & Mittermeier, 2013a); algo que no es correcta, pues la máxima altitud a la que se conoce la especie es la aquí indicada. En el American Museum existe una piel (AMNH 63577) recolectada en 1922 en la ciudad de Alausí (2300 m), provincia de Chimborazo, una localidad que se encuentra fuera del área de distribución de la especie y que presenta características ecológicas diferentes (se



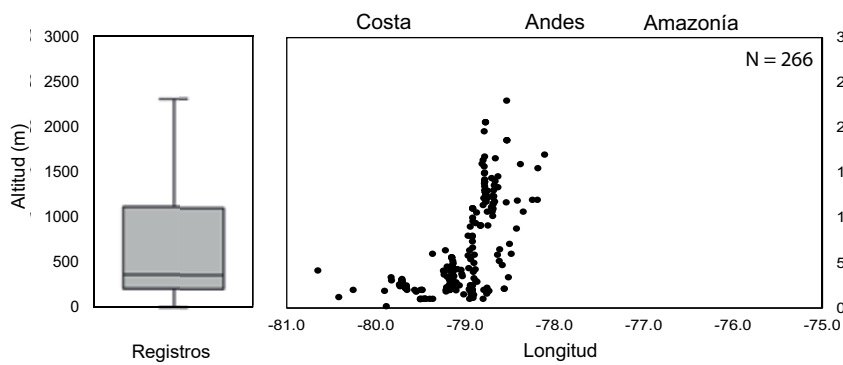
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50 % de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal. Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.



Figura 4.20. Distribución de *Ateles fusciceps* en el Ecuador.

trata de una zona andina sin cobertura de bosque húmedo), lo que hace pensar que ese ejemplar pudo ser transportado desde las tierras bajas, en donde la especie está presente.

Barreras naturales. La barrera más importante para *A. f. fusciceps* fue la altitud, representada por las cordilleras Occidental de los Andes y de Toisán. Otras barreras son poco claras y se basan en registros históricos, pues en la actualidad la especie ha desaparecido de muchas de estas zonas:

A todo lo largo de la Costa del Ecuador, la especie está ausente en altitudes inferiores a 100 m, con excepción de un registro en montañas de Mirador (20 m) (Baker, 1974), en la provincia de Guayas; el cual, a pesar de ser inusual, no existe motivo para dudar de su origen. Esta ausencia de registros en tierras bajas indica que existiría una barrera ecológica que ha limitado su distribución, la que es evidente a partir de la provincia de Manabí y hacia el sur, en las provincias de Santa Elena y Guayas. En esta zona, la vegetación dominante son los bosques xerofíticos, con excepción de la parte alta de la cordillera Chongón-Colonche, que es húmeda y de donde proviene un ejemplar recolectado en 1939 (MEPN 10987). Sin embargo, esta barrera ecológica no es evidente hacia el norte, en la provincia de Esmeraldas, en particular hacia el extremo noroccidental, cerca de la frontera con Colombia, en donde el MNE predijo su presencia. Es posible que esta ausencia en los bosques húmedos del occidente de la provincia de Esmeraldas se deba a la falta de registros que a una ausencia de la especie como tal.

Otro aspecto a comentar tiene relación con el registro más austral que se conoce para la especie, en puente sobre el río Chimbo, cerca de Cumandá, en la provincia de Chimborazo (Tirira, 2004b). Se piensa que la extensión de presencia de este primate pudo alcanzar unos 100 km más al sur, en la provincia de Azuay, una hipótesis que es corroborada por el MNE (figura 4.20.A), pero no pudo ser confirmada durante el estudio de campo (Tirira & Gallo-Viracocha, 2020). A pesar de ello, se considera poco probable que el río Chimbo fue una barrera para esta especie, toda vez que no es más grande que otros ríos de estribaciones que logró cruzar más al norte (i.e. Mira, Guayllabamba y Blanco).

Vacíos de conocimiento. Debido a que muchas de las poblaciones de esta especie han desaparecido debido a la pérdida de sus bosques, será poco probable confirmar algunos de los vacíos identificados en su distribución. A pesar de ello, se los menciona: (1). Levantar información para conocer sus límites de distribución austral, tanto en la cordillera de la Costa, en las planicies de la cuenca del río Daule y en las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes, entre las provincias de Chimborazo y Azuay. (2). Determinar si la especie estuvo presente entre las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas y Cotopaxi. Si bien responder a estas dos preguntas es complejo en el escenario actual, se sugiere realizar una búsqueda detallada en caso de que existan individuos sobrevivientes, como ocurrió con otros hallazgos inesperados de esta misma especie en las última década, en las provincias de Manabí y Pichincha (Cervera & Griffith, 2016; Moscoso et al., 2019).

4.4.21. *Lagothrix lagothricha lagothricha* (Humboldt, 1812)

Los monos lanudos (*Lagothrix lagothricha*) tienen amplia distribución e incluyen varias subespecies, dos de ellas están presentes en Ecuador. *L. l. lagothricha* también habita en el suroriente de Colombia, norte de Perú y en el extremo noroccidental de Brasil (Rylands & Mittermeier, 2013a). Para el estudio propuesto se obtuvieron 135 registros de este taxón procedentes del Ecuador; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y los no confirmados se trabajó con 54 registros distribuidos en la provincia de Sucumbíos, en la Amazonía norte del país. Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 36 ubicaciones independientes; además, en el análisis se incluyeron 90 registros provenientes de otros países dentro de su distribución (66 de Colombia y 24 de Perú), para un total de 126 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. La evidencia actual indica que *L. l. lagothricha* solo habita en el piso zoogeográfico Tropical Oriental, entre los ríos San Miguel y Putumayo (frontera con Colombia), hasta la ribera norte del río Aguarico, dentro de la provincia de Sucumbíos (figura 4.21.A). Las cuencas hidrográficas en donde se ha confirmado su presencia son las siguientes: Bermejo, San Miguel, Putumayo, Güepí, Cuyabeno, Aguas Negras, Lagartococha y Aguarico (margen izquierda). La extensión de presencia ocupa una superficie estimada en 10 185 km².

La distribución propuesta es similar a la que aparece en publicaciones recientes (Álvarez-Solas, De la Torre, et al., 2018b; Tirira, 2017), con excepción del límite occidental, que ha sido modificado. Al revisar los registros de *L. l. lagothricha* en el Ecuador, a una altitud superior a los 1000 m, ninguno de los 16 reportes conocidos pudo ser verificado, al igual que reportes al oeste de los ríos Chingual-Aguarico (margen derecha) (Mena-Valenzuela, 1997a; Pitman et al., 2002); por lo tanto, existe la duda de a qué taxón corresponden. *L. l. lugens* es una subespecie que ocupa las estribaciones orientales de los Andes de Colombia (Rylands & Mittermeier, 2013a). El registro confirmado más cercano está a 170 km de distancia (IAvH CSA4322) de la frontera con el Ecuador, aunque existe otro registro sospechado a menos de 26 km del límite internacional entre ambos países (Ramírez-Chaves et al., 2020), en un zona en que no se han identificado barreras naturales que podrían restringir su presencia (más comentarios sobre este análisis en el capítulo III: Diversidad).

Distribución potencial. Se obtuvieron tres modelos estadísticamente significativos (mediana: ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.02$ y delta AIC_c = 0.6). La variable que más contribuyó al mejor modelo fue BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (34 %); otras variables importantes fueron BIO 14 (precipitación del mes más seco) (26 %), BIO 5 (temperatura máxima del mes más cálido) (24 %) y BIO 7 (rango anual de temperatura) (17 %); la variable BIO 4 (estacionalidad de la temperatura) aportó en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *L. l. lagothricha* en cinco provincias amazónicas (Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza y Morona Santiago). Las áreas con mayor idoneidad de hábitat aparecen en

dos sectores. Uno hacia el noroccidente de la Amazonía del Ecuador, que incluye el occidente de la provincia de Sucumbíos y las áreas colindantes de las provincias de Napo y Orellana; y otro sector en el oriente de la provincia de Morona Santiago, al este de la cordillera del Kutukú (figura 4.21.B). El área de distribución potencial en Ecuador alcanzó una superficie de 65 137 km², mientras que la DPE fue de 10 161 km² (figura 4.21.C).

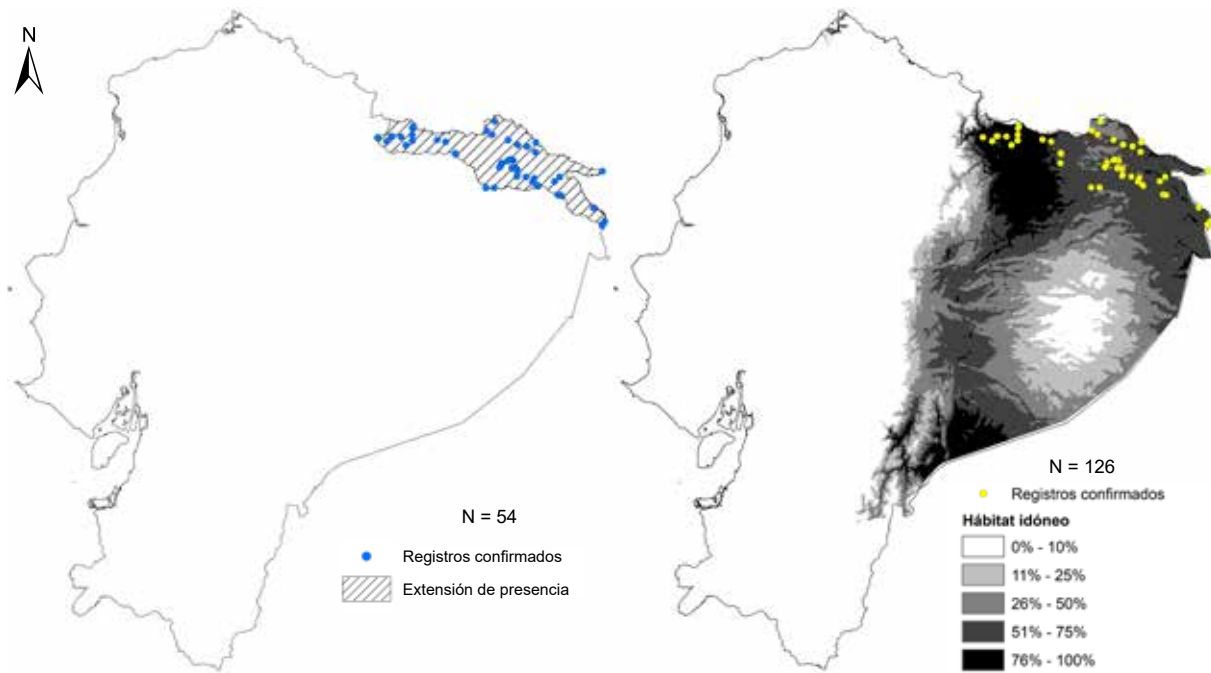
Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *L. l. lagothericha* alcanza una superficie de 8232 km², una reducción del 18 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4).

La distribución actual de esta subespecie muestra una extensa área deforestada en la zona de Lago Agrio, a todo lo largo del espacio que comprende los ríos San Miguel, por el norte, y Aguarico, por el sur (figura 4.21.D), esto ha provocado que su distribución se encuentre separada en dos grandes polígonos, uno hacia la parte oriental, que incluye la RPF Cuyabeno, y otro hacia su extremo occidental, que abarca la RE Cofán-Bermejo. Otra área deforestada, aunque de menor extensión, aparece a lo largo de la carretera Tarapoa-Puerto El Carmen de Putumayo, e incluye el ramal que conduce a Cantagallo, entre los ríos San Miguel y Putumayo, al norte de su distribución.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *L. l. lagothericha* en el Ecuador se encuentra entre 190 y 985 m (mediana = 220 m; variación = 795 m; N = 76); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 200 y 281 m de altitud (variación = 81 m) (figura 4.21.E). Los registros a menor altitud provienen del sistema lacustre del río Lagartococha (00°35'16"S, 75°14'56"W) (Alverson et al., 2008; Fooden, 1963), en el límite oriental de la RPF Cuyabeno y frontera con Perú; mientras que el registro a mayor altitud procede de la zona de Bermejo (00°10'17"N, 77°22'22"W) (Urgilés-Verdugo et al., 2018), ambas localidades en la provincia de Sucumbíos. El rango altitudinal encontrado para esta subespecie dentro de otros países en su distribución va de 70 a 570 m (GBIF, 2020). Se ha mencionado que puede alcanzar hasta los 1550 m de altitud (Tirira, 2017), pero no se dispone de evidencia que lo confirme. Como se comentó en la Extensión de presencia, registros en altitudes superiores a 1000 m no han sido considerados hasta que se verifique su identidad taxonómica.

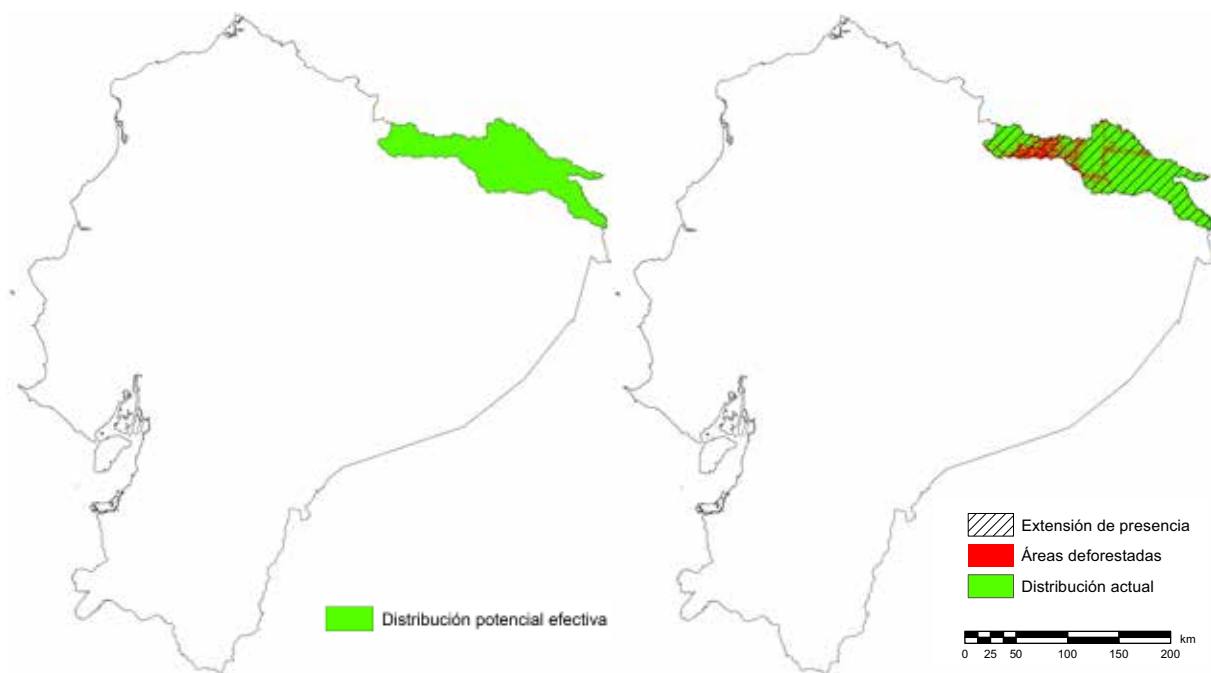
Barreras naturales. La principal barrera natural para la especie es el río Aguarico, cuya distribución alcanza solo hasta la ribera norte (margen izquierda). Otra barrera es la altitud, aunque de momento poco comprendida, dado que se desconoce la identidad de los registros encontrados en altitudes superiores a 1000 m.

Vacios de conocimiento. (1) Determinar su límite de distribución occidental, para lo cual, además, se deberá definir la identidad de las poblaciones que habitan en altitudes superiores a 1000 m y en la margen derecha de los ríos Chingual-Aguarico.



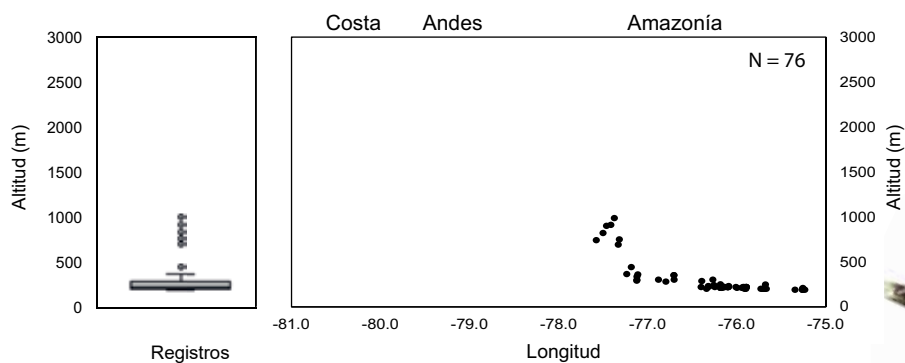
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.



Figura 4.21. Distribución de *Lagothrix lagothericha lagothericha* en el Ecuador.

4.4.22. *Lagothrix lagothricha poeppigii* (Schinz, 1844)

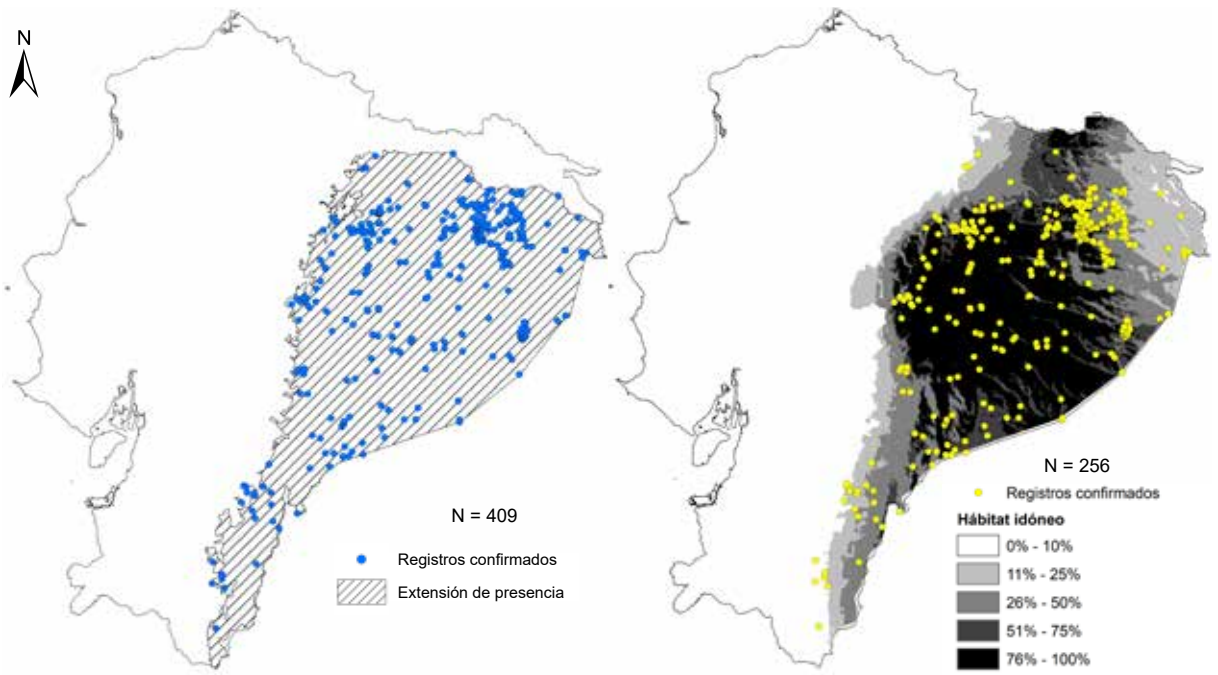
Se trata de un taxón común y de amplia distribución que además está presente en la Amazonía de Perú y Brasil (Rylands & Mittermeier, 2013a). Para el estudio propuesto se obtuvieron 804 registros de *L. l. poeppigii* provenientes del Ecuador; de ellos, una vez eliminados los datos duplicados y no confirmados se trabajó con 409 registros repartidos en todas las provincias amazónicas: Orellana (207), Pastaza (81), Morona Santiago (51), Napo (30), Sucumbíos (24), Zamora Chinchipe (9) y Tungurahua (7). Luego de excluir los registros anteriores a 1950 y los puntos agrupados para evitar el sesgo de muestreo, el MNE se corrió con 192 ubicaciones independientes; además, en el análisis se incluyeron 62 registros de Perú y 2 de Brasil, para un total de 256 ocurrencias analizadas.

Extensión de presencia. *L. l. poeppigii* tiene amplia distribución en el Ecuador, con registros en tres pisos zoogeográficos: Tropical Oriental, Subtropical Oriental y Templado Oriental. Sus límites de distribución se encuentran entre los ríos Dué y Aguarico, en la provincia de Sucumbíos, por el norte; hasta los ríos Numbala-Mayo-Chinchipe y San Francisco, en la provincia de Zamora Chinchipe y frontera con Perú, por el sur (figura 4.22.A).

Los registros confirmados aparecen en prácticamente todos los ríos principales a lo largo de su área de distribución, entre ellos, los siguientes: Dué (margen izquierda), Aguarico (margen izquierda, a partir de la desembocadura del Dué), Coca, Shushufindi, Jivino Verde y Pañayacu (provincia de Sucumbíos); Coca, Cosanga, Hollín, Pucuno, Huataracu, Pano, Jatun Yacu, Piatúa, Arajuno y Napo (provincia de Napo); Bigal, Pucuno, Huataracu, Chacayacu, Suno, Bueno, Coca, Aguarico (margen derecha), Napo, Indillama, Rumiya, Yuturi, Tiputini, Tivacuño, Yasuní, Shiripuno, Nashiño y Cononaco (Orellana); Pastaza y Topo (Tungurahua); Anzú, Shiripuno, Tigüino, Cononaco, Curaray, Villano, Bobonaza, Pintoyacu, Conambo, Corrientes, Copataza y Pastaza (Pastaza); Llushín, Sangay, Abanico, Upano, Pastaza, Huasaga, Wichimi, Makuma, Cangaime, Cushuimi, Mangosiza, Morona, Yaupi, Santiago, Yunganza, Cuchibamba, Cuyes, Zamora, Chuchumbleza y Coangos (Morona Santiago); y Quimi, Tundayme, Nangaritz, Zamora, Bombuscaro y Numbala (Zamora Chinchipe). La extensión de presencia ocupa una superficie de 89 920 km².

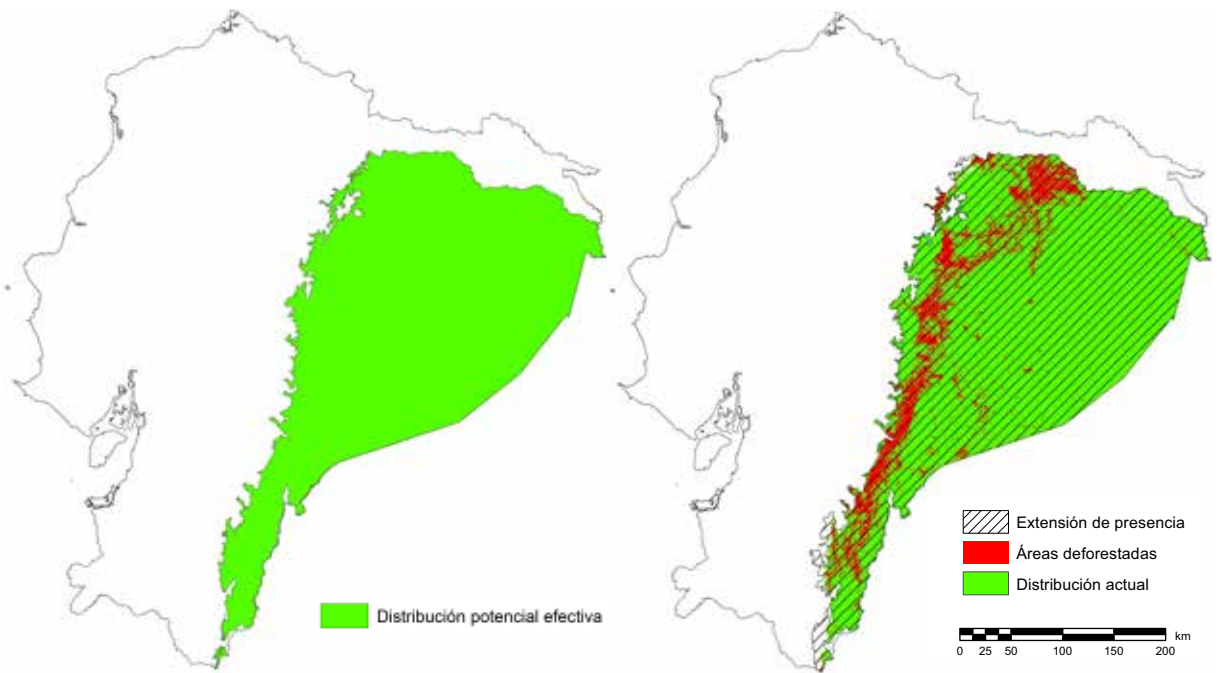
La distribución propuesta es similar a la mostrada en mapas recientes (Álvarez-Solas, Di Fiore, et al., 2018; Tirira, 2017), con excepción de ajustes relacionados con los límites máximos de altitud considerados; además se ha definido que el río Dué (cursos medio y bajo) ha limitado su distribución noroccidental; y los ríos Numbala-Mayo-Chinchipe, su borde suroccidental.

Distribución potencial. Se obtuvieron seis modelos estadísticamente significativos (mediana: ROC parcial 0, tasa de omisión $p = 0.05$ y delta AIC_c = 0.03). La variable que más contribuyó al mejor modelo fue BIO 14 (precipitación del mes más seco) (80 %); otras variables importantes fueron BIO 3 (isotermalidad) (17 %) y BIO 15 (estacionalidad de la precipitación) (6 %); las variables BIO 4 (estacionalidad de la temperatura) y BIO 5 (temperatura máxima del mes más cálido) aportaron en menor medida (tabla 4.1; apéndice 3).



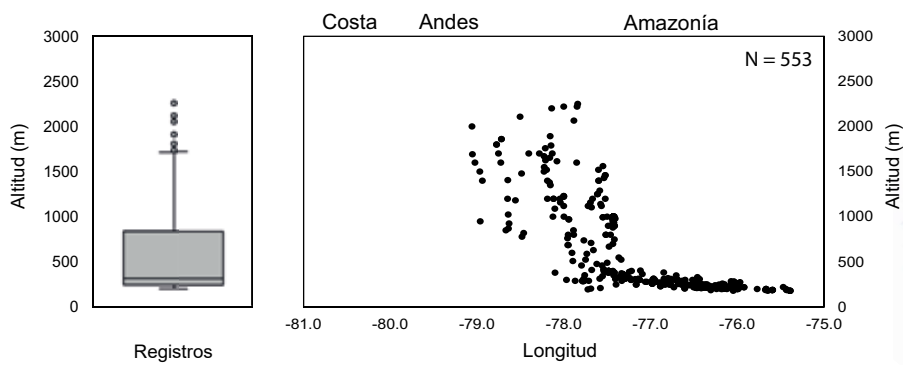
A. Extensión de presencia

B. Distribución potencial



C. Distribución potencial efectiva

D. Distribución actual



E. Distribución altitudinal y longitudinal

La caja gris (izquierda) corresponde al 50% de los registros (percentiles 25–75); la línea negra en su interior es la mediana y las barras representan la distribución normal; puntos grises son *outliers* (datos atípicos). Puntos negros (derecha) corresponden al total de registros analizados.

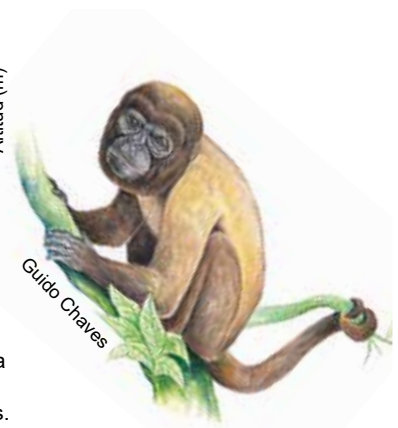


Figura 4.22. Distribución de *Lagothrix lagothericha poeppigii* en el Ecuador.

El MNE indicó idoneidad de hábitat para *L. l. poeppigii* en las seis provincias amazónicas (Sucumbíos, Napo, Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe), además del este de Tungurahua. El área con mayor idoneidad de hábitat corresponde a una amplia extensión en la Amazonía centro del Ecuador, que incluye una buena parte de la provincia de Pastaza y las áreas cercanas de Napo y Orellana, por el norte; y Morona Santiago, por el sur. Otras dos zonas de alta idoneidad aparecen en el centro de la provincia de Sucumbíos y al este de la cordillera del Kutukú, en la provincia de Morona Santiago (figura 4.22.B). El área de distribución potencial en el Ecuador alcanzó una superficie de 112 865 km², mientras que la DPE fue de 88 309 km² (figura 4.22.C).

Distribución actual. La cantidad de bosque remanente para *L. l. poeppigii* alcanza una superficie de 73 507 km², esto es una reducción del 15 % en relación con la cantidad de hábitat idóneo incluido dentro de la DPE (apéndice 4). La distribución actual muestra dos áreas con alta disminución de bosque nativo, una en la Amazonía nororiental, en el eje entre las ciudades de Shushufindi-La Joya de los Sachas-Coca, y otra a lo largo de la carretera Troncal Amazónica, entre las ciudades de Archidona y Zamora (figura 4.23.D). Otras zonas deforestadas, aunque de menor extensión, aparecen a lo largo de las vías Coca-Loreto-Hollín y Auca; en el área cercana al río Napo, dentro de la misma provincia; en la zona del río Morona (San José de Morona), en la provincia de Morona Santiago; y en la cuenca del río Nangaritza, en la provincia de Zamora Chinchipe.

Por el contrario, existe una extensa área de bosque nativo continuo a todo lo largo de su distribución oriental, entre el río Aguarico y el nororiente de la provincia de Morona Santiago. Otras áreas con buena cobertura vegetal se evidencian en las estribaciones de los parques nacionales Sumaco-Napo Galeras, Llanganates y Sangay, en la RB Colonso-Chalupas, en las cordilleras del Kutukú y del Cóndor, en particular hacia la cuenca alta del río Nangaritza y en la RB Cerro Plateado.

Rango altitudinal. El rango altitudinal para *L. l. poeppigii* en el Ecuador se encuentra entre 180 y 2250 m (mediana = 290 m; variación = 2070 m; N = 553); de ellos, el 50 % de los datos que se agruparon en torno a la mediana se ubican entre los 220 y 800 m de altitud (variación = 580 m) (figura 4.22.E). Los registros a menor altitud provienen de la confluencia de río Aguarico en el Napo (00°57'58"S, 75°12'49"W) (Tirira & Azurduy Högström, 2011), en la provincia de Orellana; y de la localidad de Río Tigre (02°07'03"S, 76°02'49"W) (Freire, 1997), en la provincia de Pastaza. El registro a mayor altitud procede del sendero Virgen de los Guacamayos (00°37'22"S, 77°50'19"W) (Tirira, 2021b: datos de campo), en la provincia de Napo. El rango altitudinal reportado para esta subespecie en toda su distribución va de 90 a 2200 m (GBIF, 2020; Pacheco et al., 2020). Se ha mencionado que puede alcanzar hasta los 2400 m de altitud (Tirira, 2017), pero no se dispone de evidencia que lo confirme.

Barreras naturales. La altitud de la cordillera Oriental de los Andes es la principal barrera identificada; otras zonas de montaña que han limitado su distribución son los volcanes El Reventador y Sumaco, los cerros Negro y Pan de Azúcar y las cordilleras del Guacamayos, del Kutukú y del Cóndor.

Los ríos identificados como barrera son: (1) Dué y Aguarico, en la provincia de Sucumbíos, que limitan su distribución septentrional; (2) Numbala-Mayo-Chinchiipe, en la provincia de Zamora Chinchipe y frontera con Perú, que han limitado su expansión hacia el occidente; y (3) Paute y Negro, en la provincia de Morona Santiago. Estas dos últimas barreras son hipotéticas y deben ser verificadas.

Vacios de conocimiento. (1) Comprobar si las dos barreras mencionadas (ríos Numbala-Mayo-Chinchiipe y ríos Paute y Negro) son reales. (2) Verificar la identidad de las poblaciones al noroccidente de su distribución, entre las cuencas de los ríos Dué y Quijos-Coca, pues existe un área de posible solapamiento con las poblaciones de la subespecie no determinada de *Lagothrix lagothricha* que habita más al norte.

4.4.23. Análisis y comparaciones entre los 22 taxones

Modelamientos. Se obtuvieron modelos estadísticamente significativos para todos los taxones de primates analizados, excepto para una especie (*Pithecia aequatorialis*). Es posible que el MNE no fue significativo para este taxón debido al bajo número de registros considerados ($n = 25$; de ellos, solo siete correspondieron a Ecuador); sin embargo, para otra especie de primate con pocos registros (*A. lemurinus*; $n = 22$) se obtuvieron ocho mejores modelos, todos estadísticamente significativos. Esto indica que el número de registros no necesariamente está relacionado con la calidad de los resultados; por el contrario, la distribución espacial y la representatividad de los registros son mejores indicadores (Peterson, 2012).

Dentro de las variables bioclimáticas, la más importante en los MNE fue BIO 2 (rango diurno medio), que ocupó el primer lugar de contribución en los modelos de seis taxones y aportó a otros cinco (tabla 4.1). Otra variable importante fue BIO 15 (estacionalidad de la precipitación), que contribuyó en mayor medida a los modelos de cinco taxones y aportó a otros 15.

Otras variables importantes, en función del número de taxones en que participaron, fueron BIO 4 (estacionalidad de la temperatura), contribuyó en 12 taxones; BIO 14 (precipitación del mes más seco), participó en 11; y BIO 3 (isotermalidad) y BIO 5 (temperatura máxima del mes más cálido), aportaron cada una en 10 taxones.

Variables ambientales con una moderada participación fueron BIO 6 (temperatura mínima del mes más frío) y BIO 7 (rango anual de temperatura), cada una aportó a nueve taxones; y BIO 12 (precipitación anual), participó en ocho. Las restantes seis variables consideradas aportaron a tres o menos taxones (tabla 4.1).

Distribución. El MNE sumado a la información de las barreras naturales (físicas y biológicas) fue un método efectivo para predecir la distribución potencial y actual de los primates del Ecuador. La variación entre la extensión de presencia conocida y la DPE registró un promedio para todas las especies de 8 % (rango 0.1–35.7 %).

Tabla 4.1. Contribución de las variables bioclimáticas de CHELSA dentro de los MNE desarrollados para el análisis de distribución potencial de los 22 taxones de primates del Ecuador.

Taxón	Variable bioclimática (BIO)																
	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	15	16	17		
<i>C. pygmaea</i>	-	+++	-	++	++	-	-	-	-	-	-	+	++	-	-		
<i>L. lagonotus</i>	-	-	-	++	++	-	+++	-	-	-	-	++	++	-	-		
<i>L. n. graellsi</i>	-	++	++	-	-	+	-	-	-	-	++	-	+++	-	-		
<i>L. tripartitus</i>	-	+++	++	-	+	-	-	-	-	-	-	+	++	-	-		
<i>C. aequatorialis</i>	-	-	-	+	-	-	+++	++	-	-	++	-	++	-	-		
<i>C. albifrons</i>	-	+	-	-	-	+++	+	-	-	++	-	-	++	-	-		
<i>C. c. capucinus</i>	-	+++	++	-	++	-	-	-	-	+	-	-	++	-	-		
<i>S. apella</i>	-	-	-	+	-	+	-	++	-	-	-	-	+++	++	-		
<i>S. c. macrodon</i>	-	+++	-	++	-	-	-	-	-	++	-	+	++	-	-		
<i>A. lemurinus</i>	-	-	++	-	+++	++	++	-	-	-	-	-	++	-	-		
<i>A. vociferans</i>	-	+++	-	++	-	+	-	-	-	-	-	++	++	-	-		
<i>C. lucifer</i>	-	+++	++	++	-	++	-	-	-	++	-	-	-	-	-		
<i>P. discolor</i>	+	-	++	-	-	-	-	-	-	++	-	+++	++	-	-		
<i>P. aequatorialis</i>	-	++	-	-	+++	-	-	-	-	-	+	++	+	-	-		
<i>P. milleri</i>	-	++	-	-	++	-	-	-	+++	+	-	-	++	-	-		
<i>P. napensis</i>	++	-	++	-	-	-	++	-	-	-	-	+++	+	-	-		
<i>A. p. aequatorialis</i>	-	-	-	++	-	++	+++	-	-	++	-	-	+	-	-		
<i>A. seniculus</i>	-	-	++	-	-	++	++	-	-	++	-	-	+++	-	-		
<i>A. belzebuth</i>	-	-	-	++	++	-	+	-	-	-	-	++	+++	-	-		
<i>A. f. fusciceps</i>	-	+	+++	++	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++		
<i>L. l. lagothricha</i>	-	-	-	+	++	-	++	-	-	-	-	++	+++	-	-		
<i>L. l. poeppigii</i>	-	-	++	+	+	-	-	-	-	-	-	+++	++	-	-		
Taxones	2	11	10	12	10	9	9	2	1	8	3	11	20	1	1		
Total +	1	2	0	4	2	4	2	0	0	2	1	3	3	0	0		
Total ++	1	3	9	8	6	4	4	2	0	6	2	5	12	1	1		
Total +++	0	6	1	0	2	1	3	0	1	0	0	3	5	0	0		
Total -	20	11	12	10	12	13	13	20	21	14	19	11	2	21	21		

Variables bioclimáticas:

BIO 1 = Temperatura media anual

BIO 2 = Rango diurno medio

BIO 3 = Isotermalidad

BIO 4 = Estacionalidad de la temperatura

BIO 5 = Temperatura máxima del mes más cálido

BIO 6 = Temperatura mínima del mes más frío

BIO 7 = Rango anual de temperatura

BIO 10 = Temperatura media del trimestre más cálido

BIO 11 = Temperatura media del trimestre más frío

BIO 12 = Precipitación anual

BIO 13 = Precipitación del mes más húmedo

BIO 14 = Precipitación del mes más seco

BIO 15 = Estacionalidad de la precipitación

BIO 16 = Precipitación del trimestre más húmedo

BIO 17 = Precipitación del trimestre más seco

+ Variable que contribuyó al modelo.

++ Variable con una contribución importante.

+++ Variable con la mayor contribución.

- Variable de poca importancia y que no contribuyó al modelo.

Los resultados de los MNE indican que la especie con la mayor distribución potencial en Ecuador fue *L. l. poeppigii*, mientras que la especie con la mayor extensión de presencia, DPE (superficie mostrada por el MNE dentro del área de extensión de presencia) y distribución actual fue *A. seniculus*. Por el contrario, la especie con la menor extensión de presencia, potencial efectiva y actual fue *A. lemurinus* (figura 4.23; apéndice 4).

Las mayores diferencias entre la extensión de presencia propuesta y la DPE (de acuerdo con los resultados del MNE) se observaron en tres especies de primates de la región Costa. En primer lugar, figura *A. f. fusciceps*, con una diferencia del 36 % y menos de 11 400 km² de superficie. Seguida de *C. aequatorialis*, con una diferencia del 24 % y menos de 14 400 km²; y *A. p. aequatorialis*, también con 11 000 km² de diferencia y un 15 % de su extensión de presencia (apéndice 4). La alta variación identificada entre los mapas de extensión de presencia y de DPE para estas tres especies está relacionada con la eliminación de varios registros históricos (anteriores a 1950) y una mayor complejidad ecológica de la región, al poseer bosques húmedos, secos y de transición, que fueron excluidos en algunos análisis, algo que no ocurre en la región Amazónica.

En el lado opuesto, diferencias menores al 1 % entre los mapas de extensión de presencia y de DPE se observaron en ocho especies de primates: *C. c. capucinus*, *S. apella*, *S. c. macrodon*, *A. lemurinus*, *P. milleri*, *A. seniculus*, *A. belzebuth* y *L. l. lagothricha*, con diferencias de entre 8 y 630 km² (apéndice 4), lo cual indica que ambas distribuciones fueron cercanos entre sí.

De acuerdo con los patrones de distribución observados, los primates del Ecuador se agruparon en seis categorías:

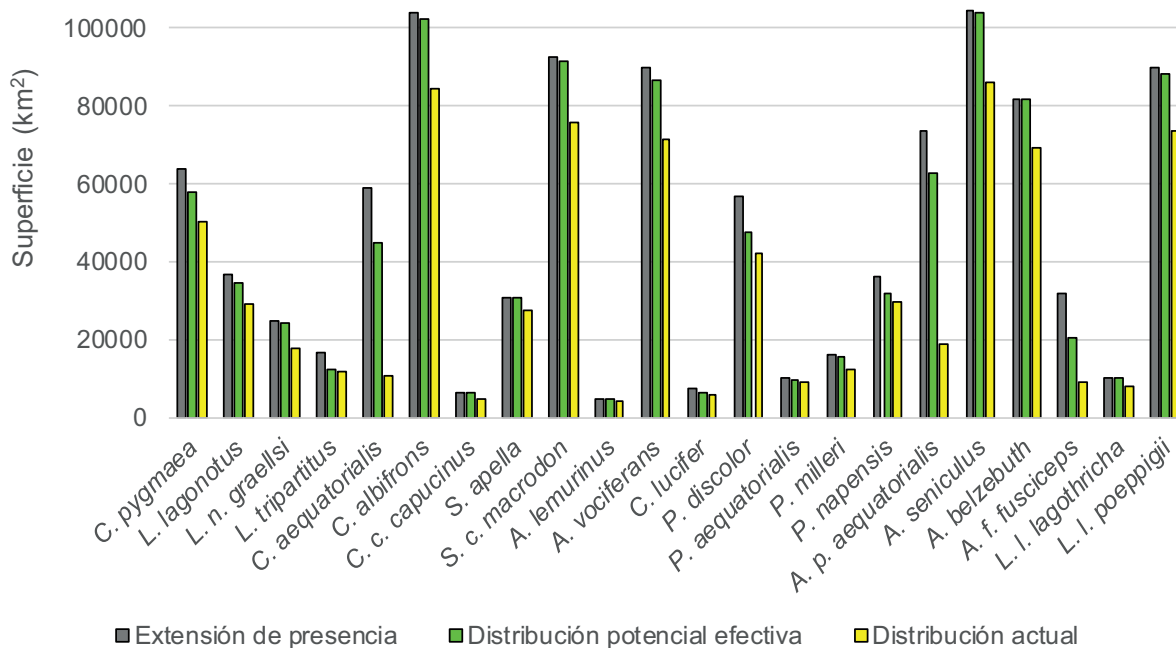


Figura 4.23. Superficie que ocupan los primates en el Ecuador de acuerdo con tres mapas de distribución generados.

- a. Primates de distribución amplia sin barreras aparentes.** Incluye a los taxones que ocuparon más del 80 % de la superficie que corresponde a la región que habitan y no tienen una barrera física que limite su distribución, con excepción de la altitud. En este grupo se encuentran tres taxones: *C. albifrons*, *S. c. macrodon* y *A. seniculus*, todos de la región Amazónica.
- b. Primates de distribución amplia con barreras.** Para los taxones que ocuparon más del 50 % de la superficie que corresponde a la región que habitan y, además de la altitud, presentaron al menos una barrera física o biológica que limitó su distribución. En este grupo se ubicaron siete especies: *C. pygmaea*, *A. vociferans*, *P. discolor*, *A. belzebuth* y *L. l. poeppigii*, en la región Amazónica; y *C. aequatorialis* y *A. p. aequatorialis*, en la región Costa.
- c. Primates de distribución moderada continua.** Para las especies que ocuparon entre el 20 y el 50 % de la superficie que corresponde a la región que habitan, presentaron varias barreras naturales que limitaron su distribución y su extensión de presencia aparece en un solo bloque. En este grupo se ubicaron tres especies: *L. lagonotus* y *L. n. graellsii*, en la región Amazónica; y *A. f. fusciceps*, en la región Costa.
- d. Primates de distribución moderada discontinua.** Para las especies que ocuparon entre el 20 y el 50 % de la superficie que corresponde a la región que habitan, presentaron varias barreras naturales que limitaron su distribución y su extensión de presencia aparece en más de un bloque. En este grupo se ubicaron dos especies, ambas en la región Amazónica: *S. apella* y *P. napensis*.
- e. Primates de distribución reducida continua.** Para las especies que ocuparon menos del 20 % de la superficie que corresponde a la región que habitan, presentaron varias barreras naturales que limitaron su distribución y su extensión de presencia aparece en un solo bloque. En este grupo se ubicaron seis especies: *L. tripartitus*, *A. lemurinus*, *P. aequatorialis*, *P. milleri* y *L. l. lagothricha*, en la región Amazónica; y *C. c. capucinus*, en la región Costa.
- f. Primates de distribución reducida discontinua.** Para las especies que ocuparon menos del 20 % de la superficie que corresponde a la región que habitan, presentaron varias barreras naturales que limitaron su distribución y su extensión de presencia aparece en más de un bloque. A este grupo pertenece una sola especie, presente en la región Amazónica: *C. lucifer*.

Simpatría y parapatría. Solo dos de los 22 taxones de primates analizados no cuentan con especies cercanas taxonómicamente en el Ecuador (tabla 4.2). De los restantes, nueve no tienen probabilidad de simpatría debido a que las áreas de distribución conocidas están separadas por barreras naturales que han limitado su interacción. La situación de los once taxones restantes es la siguiente:

Simpatría confirmada se observa en dos grupos: (1) *Cebus albifrons* y *Sapajus apella* tienen al menos 20 localidades en el Ecuador en que serían simpátricas. La simpatría entre estas especies es conocida

Tabla 4.2. Probabilidad de simpatria entre taxones cercanos de primates en el Ecuador.

Taxón	Taxón cercano presente en el Ecuador	Solapamiento en la distribución	Simpatria	Taxón con el cual interactúa
<i>C. pygmaea</i>	No	No aplica	Ninguna	Ninguno
<i>L. lagonotus</i>	Sí	Confirmado	Poco probable	<i>L. tripartitus</i>
<i>L. n. graellsii</i>	Sí	Ninguno	Ninguna	Ninguno
<i>L. tripartitus</i>	Sí	Confirmado	Poco probable	<i>L. lagonotus</i>
<i>C. aequatorialis</i>	Sí	Ninguno	Ninguna	Ninguno
<i>C. albifrons</i>	Sí	Confirmado	Confirmada	<i>S. apella</i>
<i>C. c. capucinus</i>	Sí	Ninguno	Ninguna	Ninguno
<i>S. apella</i>	Sí	Confirmado	Confirmada	<i>C. albifrons</i>
<i>S. c. macrodon</i>	No	No aplica	Ninguna	Ninguno
<i>A. lemurinus</i>	Sí	Probable	No probable	<i>A. vociferans</i>
<i>A. vociferans</i>	Sí	Probable	No probable	<i>A. lemurinus</i>
<i>C. lucifer</i>	Sí	Confirmado	Confirmada (parcial)	<i>P. discolor</i>
<i>P. discolor</i>	Sí	Confirmado	Confirmada (parcial)	<i>C. lucifer</i>
<i>P. aequatorialis</i>	Sí	Probable	Probable	<i>P. napensis</i>
<i>P. milleri</i>	Sí	Ninguno	Ninguna	Ninguno
<i>P. napensis</i>	Sí	Probable	Probable	<i>P. aequatorialis</i>
<i>A. p. aequatorialis</i>	Sí	Ninguno	Ninguna	Ninguno
<i>A. seniculus</i>	Sí	Ninguno	Ninguna	Ninguno
<i>A. belzebuth</i>	Sí	Ninguno	Ninguna	Ninguno
<i>A. f. fusciceps</i>	Sí	Ninguno	Ninguna	Ninguno
<i>L. l. lagothricha</i>	Sí	Se desconoce	Se desconoce	<i>L. lagothricha</i> ssp.
<i>L. l. poeppigii</i>	Sí	Ninguno	Ninguna	Ninguno

a lo largo de su rango de distribución (Lima et al., 2017) y la evidencia indica que en las áreas en que ambas especies coinciden el ámbito hogareño de *C. albifrons* es menor que en las áreas en donde la especie no comparte hábitat con *S. apella* (Defler, 2004).

(2) Otro caso de simpatria confirmada corresponde a *C. lucifer* y *P. discolor*, aunque los sitios de interacción entre ambas especies son limitados, en otras áreas parece existir una separación interespecífica (simpatria parcial o parapatria). La evidencia indica que las dos especies están presentes en la parte alta del río Cuyabeno, en las cabeceras de los ríos Tarapoa y Aguas Negras y en la cuenca del río Lagartococha, todas localidades de la provincia de Sucumbíos. Además, existen reportes no confirmados de aparente simpatria entre estas especies en la parte baja del río Cuyabeno. Al norte de la ciudad de Lago Agrio también es posible que las dos especies sean parapátricas, aunque comprobarlo será difícil debido a la intensa deforestación y fragmentación que enfrenta esta zona. Si bien no existen reportes en la literatura que soporten esta simpatria, varios estudios hablan de separación de nichos ecológicos entre ambos taxones (Defler, 2004; Ferrari et al., 2013).

Aunque existe poca información sobre los límites de distribución occidental y suroccidental de *Pithecia aequatorialis*, es probable que exista solapamiento con la distribución de *P. napensis*, pues

los registros más cercanos entre estas especies, sin que exista un río como barrera de por medio, tienen una separación de apenas 21 km. Si bien la distribución de la mayoría de las especies del género *Pithecia* está separada por barreras naturales, se considera que la simpatría entre ciertas taxones es probable (Marsh, 2014).

Casos de separación interespecífica (especies parapátricas) se sospecha que ocurren para dos grupos de primates. (1) Uno de ellos corresponde a los tamarines presentes al sur del río Napo (*L. lagonotus* y *L. tripartitus*) y cuyas distribuciones están solapadas en la parte norte de su distribución (Tirira, Sánchez-Sánchez, et al., 2021). Esta aparente simpatría ha sido documentada en otros trabajos (De la Torre & Tirira, 2018b; Thorington, 1988; Tirira, 2007) y su comprensión se ha considerado importante para conocer el estado taxonómico de ambas especies (Rylands et al., 2011). En la zona de Pompeya sur se encontraron registros de los dos primates separados por apenas unos cientos de metros; mientras que en la zona de Taracoa, 18 km más al oeste, los registros tuvieron una separación de entre 2 y 4 km, lo que sugiere que estos primates podrían ser simpátricos, algo que en la práctica se considera poco probable.

Aunque es evidente la superposición en sus distribuciones, el hecho de que sean similares en tamaño y en su ecología, especialmente en sus hábitos alimenticios, son argumentos que van en contra de una posible simpatría y favorecen una separación interespecífica o parapátrica (Rylands et al. 2011). También existe la duda de que los registros de *L. lagonotus* en el nororiente de su distribución, entre Taracoa y Pompeya Sur, correspondan a individuos silvestres, pues dada la cercanía de poblaciones humanas existe la opción de que provengan de animales transportados desde otras localidades. En la literatura también se ha mencionado que *L. lagonotus* puede ser simpátrico con *L. n. graellsii* (Hershkovitz, 1977; Rylands et al., 2011); sin embargo, debido a los diferentes rangos de distribución de ambas especies, separadas por el río Napo, se descarta esta alternativa.

(2) Otro caso de posible solapamiento en su distribución se detectó entre las dos especies de *Aotus*. Los registros muestran que los límites de distribución están próximos entre sí y los más cercanos tienen una separación de apenas 5.8 km, en las estribaciones surorientales del volcán Sumaco. La evidencia indica que las especies de *Aotus* son territoriales y poco tolerantes a la presencia de otros grupos de la misma especie, que incluso pueden derivar en la agresión física (Fernández-Duque et al., 2013); en cautiverio, también se observó poca tolerancia entre tres individuos de *Aotus* que compartieron un mismo encierro: una pareja adulta heterosexual de *A. nancymae* atacó a un macho adulto de *A. vociferans* luego de algunos días de compartir el espacio, hecho que desembocó en la muerte de este último individuo (D. Tirira, obs. pers.). Esta información indica que es poco probable la simpatría entre las dos especies de *Aotus* presentes en el Ecuador y que la altitud y la separación interespecífica restringiría de forma mutua ambas poblaciones.

Para terminar, debido a que no se ha confirmado la identidad del taxón de *Lagothrix* presente en el extremo occidental de la provincia de Sucumbíos no se ha podido determinar la situación de la subespecie que habita al norte del río Aguarico (más detalles véase en el capítulo III: Diversidad).

Rango altitudinal. La mayoría de los taxones de primates en el Ecuador se distribuyen en las zonas tropicales, con una disminución progresiva a medida que la altitud incrementa (figura 4.24). De acuerdo con el rango altitudinal y la temperatura ambiental promedio de los hábitats ocupados, los primates se clasificaron en cinco grupos (tabla 4.3):

- a. **Primates de tierras bajas.** Incluye especies presentes en climas tropicales bajos, en altitudes inferiores a 700 m y con una temperatura ambiental promedio que varía de 22.8 a 26.1 °C (rango promedio 3.3 °C). Dentro de este grupo se encuentran todas las especies de la familia Pitheciidae (*C. lucifer*, *P. discolor* y *Pithecia* spp.), que son de tamaño mediano (peso promedio 230 g); y dos especies de Callitrichidae (*C. pygmaea* y *L. tripartitus*), que son pequeñas (peso promedio 270 g).
- b. **Primates de pie de monte.** Incluye taxones que además de estar presentes en tierras bajas, también alcanzan bosques tropicales de estribaciones, en lo que corresponde al pie de monte de la cordillera de los Andes, en altitudes inferiores a 1000 m y con una temperatura ambiental promedio que varía de 22.0 a 26.1 °C (rango promedio 4.1 °C). El único taxón dentro de este grupo fue *L. l. lagothericha*, un primate grande (peso promedio 7550 g) de la familia Atelidae.
- c. **Primates montanos.** Incluye taxones que además de estar presentes en los dos grupos anteriores también pueden ocupar bosques subtropicales, en altitudes inferiores a 2000 m y con una temperatura ambiental promedio que varía de 16.3 a 26.1 °C (rango promedio

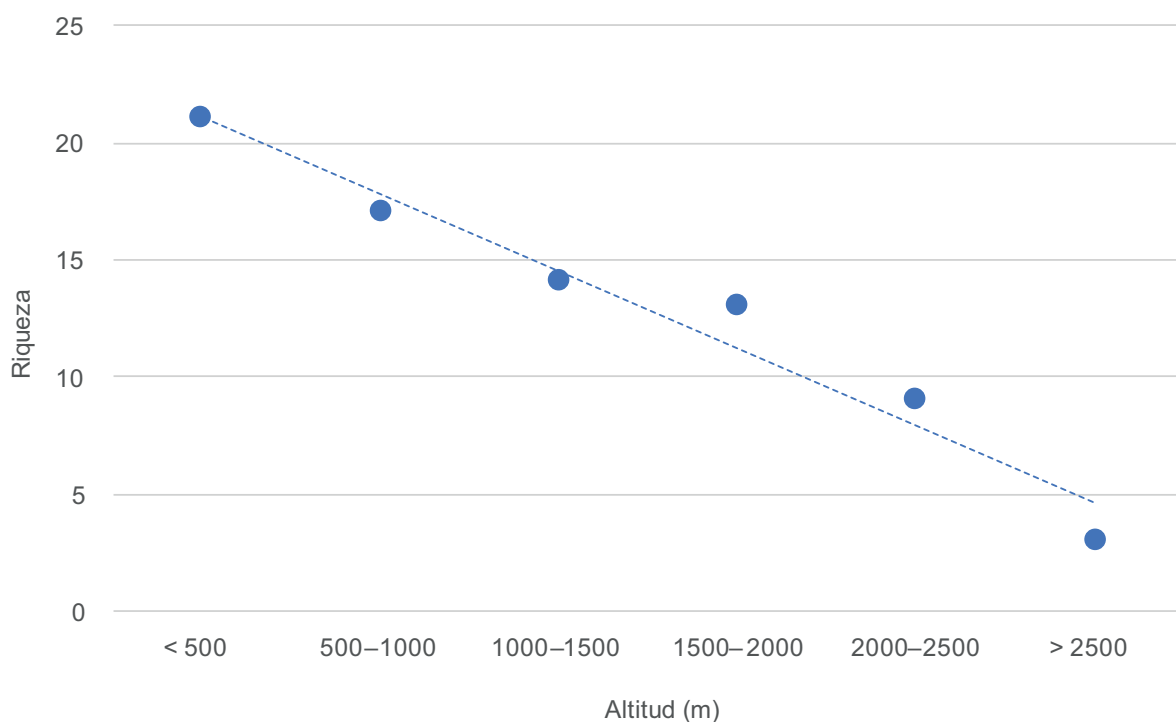


Figura 4.24. Distribución de la riqueza de primates en el Ecuador de acuerdo con la altitud.

Tabla 4.3. Distribución altitudinal y características relacionadas de los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador.

Taxón	Categoría	N	Altitud en Ecuador (m)		Altitud del taxón* (m)		Límites térmicos** (temperatura promedio) (°C)			Peso promedio*** (g)
			Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínimo	Máximo	Rango	
<i>C. pygmaea</i>	1	200	187	435	80	540	24.5	26.1	1.6	113
<i>L. lagonotus</i>	3	221	180	1760	90	1760	18.8	26.1	7.3	365
<i>L. n. graellsii</i>	3	439	190	1485	80	1485	18.8	26.1	7.3	463
<i>L. tripartitus</i>	1	326	187	330	130	330	24.5	26.1	1.6	428
<i>C. aequatorialis</i>	5	258	0	2420	0	2420	15.5	26.1	10.6	2650
<i>C. albifrons</i>	5	701	180	2610	0	2610	13.0	26.1	13.1	3350
<i>C. c. capucinus</i>	3	62	110	1960	0	2100	16.3	26.1	9.8	2700
<i>S. apella</i>	5	59	180	2100	50	3751	16.3	26.1	9.8	3750
<i>S. c. macrodon</i>	3	734	180	1706	80	1800	19.6	26.1	6.5	985
<i>A. lemurinus</i>	4	17	1400	2610	1000	3200	13.0	18.8	5.8	864
<i>A. vociferans</i>	3	477	180	1550	80	2000	18.8	26.1	7.3	1000
<i>C. lucifer</i>	1	55	190	550	70	550	23.6	26.1	2.5	1260
<i>P. discolor</i>	1	440	180	560	100	980	23.6	26.1	2.5	1130
<i>P. aequatorialis</i>	1	14	180	430	110	430	23.6	26.1	2.5	2638
<i>P. milleri</i>	1	70	190	495	100	760	23.6	26.1	2.5	2555
<i>P. napensis</i>	1	218	180	630	100	720	22.8	26.1	3.3	2555
<i>A. p. aequatorialis</i>	5	802	5	2530	0	2530	13.9	26.1	12.2	6400
<i>A. seniculus</i>	5	721	180	2448	0	3200	13.9	26.1	12.2	8000
<i>A. belzebuth</i>	5	391	180	2059	77	2059	17.1	26.1	9.0	8250
<i>A. f. fusciceps</i>	5	266	20	2300	20	2300	14.7	26.1	11.4	8550
<i>L. l. lagothricha</i>	2	76	190	985	70	985	22.0	26.1	4.1	7550
<i>L. l. poeppigii</i>	5	553	180	2250	90	2250	15.5	26.1	10.6	7000

N = número total de registros analizados.

Categoría altitudinal: 1. Primates de tierras bajas. 2. Primates de pie de monte. 3. Primates montanos. 4. Primates andinos. 5. Primates de amplio rango.

Los valores en verde indican que los rangos mínimos o máximos corresponden a datos aquí documentados para Ecuador.

Fuentes: * Las referencias se indican en la información de cada especie. ** Basado en el mapa de temperaturas medias del Ecuador (MAE, 2013b). *** Basado en el peso promedio de individuos adultos de los dos sexos, según Mittermeier et al. (2013) y Tirira (2017).

9.8 °C). Dentro de este grupo se encuentran primates pequeños, de la familia Callitrichidae (*L. lagonotus* y *L. n. graellsii*) (peso promedio 410 g), y medianos, dos de la familia Cebidae (*C. c. capucinus* y *S. c. macrodon*) y una de Aotidae (*A. vociferans*) (peso promedio 1500 g).

d. Primates andinos. Incluye especies que solo están presentes en las estribaciones medias y altas de los Andes, en altitudes de 1400 a 2610 m y con una temperatura ambiental promedio que varía de 13.0 a 18.8 °C (rango promedio 5.8 °C). Dentro de este grupo se identificó una sola especie: *A. lemurinus* (Aotidae), que tiene un peso promedio de 864 g.

e. Primates de amplio rango. Incluye taxones que tienen un amplio rango de distribución altitudinal y están presentes en climas tropicales, subtropicales y templados, hasta los 2610 m de altitud, con una temperatura ambiental promedio que varía de 13.0 a 26.1 °C (rango promedio 13.1 °C). Dentro de este grupo se encuentran ocho taxones, tres dentro de la familia Cebidae (*C. aequatorialis*, *C. albifrons* y *S. apella*) y todos los miembros de la familia Atelidae (excepto *L. l. lagothericha*). Por lo general son especies grandes dentro de sus grupos (en el caso de los cébidos; peso promedio 3000 g) y las más grandes dentro de los primates ecuatorianos (en el caso de los atélidos; peso promedio 7600 g).

Barreras naturales. Las barreras naturales identificadas para los primates en el Ecuador son numerosas y presentan un escenario complejo. En total, para los 22 taxones se identificaron 52 barreras (16 topográficas, 26 geográficas, 3 bióticas y 7 ecológicas) (tablas 4.4; apéndice 5).

La barrera más importante y que afectó al mayor número de taxones fue la cordillera de los Andes, cuya presencia limitó, en mayor o menor medida, la distribución del 95 % de primates del Ecuador (todas excepto una, *L. tripartitus*). La cordillera Oriental afectó a 17 taxones y la Occidental a cuatro. Entre las barreras topográficas siguió en importancia el volcán Sumaco y los cercanos cerros Negro y Pan de Azúcar, que limitaron el paso a ocho taxones. Otras barreras topográficas importantes fueron el volcán El Reventador y la cordillera de los Guacamayos, cada una afectó a siete taxones.

Dentro de las barreras geográficas, las más importantes fueron los ríos Napo y Aguarico, cuyo curso, en cada caso, limitó el paso de siete taxones. Otras barreras geográficas importantes fueron los ríos Bermejo, Curaray y Paute, que han demostrado limitar el paso de cuatro taxones, aunque en el caso del río Paute su función como barrera debe ser verificada para tres de los cuatro taxones señalados (apéndice 5).

La barrera biótica (separación interespecífica) limitó la distribución de seis taxones (*Leontocebus lagonotus*-*L. tripartitus*, *Aotus lemurinus*-*A. vociferans* y *Cheracebus lucifer*-*Plecturocebus discolor*), número que podría subir a ocho taxones si se confirma que existe separación entre las dos especies del género *Pithecia* y cuya distribución podría estar solapada (*P. aequatorialis*-*P. napesis*).

Tabla 4.4. Barreras naturales identificadas para los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador.

Tipo de barrera	Nombre de la barrera (de oeste a este y de norte a sur)	Región	Taxones a los que afecta
Topográfica	Cordillera Occidental de los Andes	Costa	4
	Cordillera de Toisán	Costa	3
	Cerro Narihuiña	Costa	2
	Cordillera de Chilla	Costa	2
	Cordillera Cabeza de Toro	Costa	2
	Cordillera Oriental de los Andes	Amazonía	17
	Cerro Sur Pax	Amazonía	4
	Contrafuerte Muralla	Amazonía	4
	Volcán El Reventador	Amazonía	7
	Volcán Sumaco y cerros Negro y Pan de Azúcar	Amazonía	8
	Cordillera de los Guacamayos	Amazonía	7
	Cordillera Napo Galeras	Amazonía	1
	Cordillera del Kutukú	Amazonía	6
	Cordillera de Shaimi	Amazonía	1
	Cordillera del Cóndor	Amazonía	3
	Contrafuertes de Tzunantza y San Francisco	Amazonía	3
16	Subtotal barreras topográficas		74
Geográfica	Océano Pacífico	Costa	2
	Río Mira*	Costa	1
	Ríos Esmeraldas-Guayllabamba	Costa	2
	Río Puyango*	Costa	1
	Río Bermejo	Amazonía	4
	Río Cofanes	Amazonía	2
	Río Dué	Amazonía	2
	Río Aguarico	Amazonía	7
	Río Cuyabeno	Amazonía	2
	Río Coca	Amazonía	2
	Río Jivino Verde*	Amazonía	1
	Río Jivino Rojo*	Amazonía	1
	Ríos Jatun Yacu (Napo alto) y Napo	Amazonía	7
	Ríos Shiripuno-Cononaco	Amazonía	1
	Río Curaray	Amazonía	4
	Río Conambo*	Amazonía	1
	Río Villano*	Amazonía	2
	Río Bobonaza*	Amazonía	3
	Río Pastaza*	Amazonía	1
	Ríos Cangaiame-Morona	Amazonía	3
	Río Mangosiza*	Amazonía	1
	Río Upano	Amazonía	1
	Río Paute*	Amazonía	4
Río Negro*	Amazonía	3	
Río Santiago	Amazonía	2	
Ríos Numbala-Mayo-Chinchipe	Amazonía	2	
26	Subtotal barreras geográficas		62

Tabla 4.4. Barreras naturales identificadas para los 22 taxones de primates del Ecuador (continuación).

Tipo de barrera	Nombre de la barrera (de oeste a este y de norte a sur)	Región	Taxones a los que afecta
Biótica	Separación <i>Aotus</i>	Amazonía	2
	Separación <i>Leontocebus</i>	Amazonía	2
	Separación <i>Cheracebus-Plecturocebus</i>	Amazonía	2
3	Subtotal barreras bióticas		6
Ecológica	Vegetación xerofítica al occidente de la provincia de Manabí	Costa	1
	Vegetación xerofítica de la península de Santa Elena (oeste de la provincia de Santa Elena y sur de la provincia de Guayas)	Costa	3
	Vegetación xerofítica del sur de la provincia de Azuay y norte de El Oro	Costa	1
	Vegetación xerofítica del occidente de la provincia de El Oro	Costa	2
	Vegetación xerofítica del sur de la provincia de Loja	Costa	2
	Vegetación arbustiva y herbácea y bosques montanos en la parte alta de la cordillera del Kutukú	Amazonía	3
	Vegetación arbustiva y herbácea y bosques montanos en la parte alta de la cordillera del Cóndor	Amazonía	4
7	Subtotal barreras ecológicas		16
52	Número total de barreras		158

* Barrera sospechada que necesita verificación.

Las barreras ecológicas identificadas fueron siete: cinco estuvieron ligadas a la presencia de vegetación xerofítica y afecta a tres especies de primates de la región Costa; mientras que dos tuvieron relación con la vegetación arbustiva y herbácea y los bosques montanos en la parte alta de las cordilleras del Kutukú y del Cóndor y afectaron a cuatro taxones.

La especie de primate que mayor número de barreras naturales registró fue *A. belzebuth*, con 15 en total (seis topográficas, siete geográficas y dos ecológicas) (tabla 4.5; apéndice 5). Otros taxones con numerosas barreras naturales identificadas fueron, en la región Amazónica: *L. n. graellsii* y *L. l. poeppigii*, cada uno con 11 barreras; y *P. discolor* y *S. c. macrodon*, con 10; y en la región Costa: *C. aequatorialis* y *A. p. aequatorialis*, con 10 y 9 barreras, respectivamente.

Por el contrario, los taxones de primates con el menor número de barreras identificadas en el Ecuador fueron *C. pygmaea* y *L. l. lagothricha*, cada una con dos (tabla 4.5). En este grupo llama la atención la presencia de *C. pygmaea*, el primate más pequeña del neotrópico (Rylands & Mittermeier, 2013b); sin embargo, parece que muchas de las barreras naturales que afectan a otras especies de mayor tamaño, no tienen incidencia sobre este primate.

Vacíos de conocimiento. Si bien durante esta investigación se resolvieron varios de los vacíos de conocimiento que se habían identificado sobre la distribución de los primates del Ecuador (Tirira, 2018b; Tirira, De la Torre, et al., 2018a, 2018b), lo que permitió disponer de nuevos mapas para la mayoría de taxones, todavía restan por aclararse algunos vacíos de conocimiento, además de otros que se descubrieron durante el presente estudio (tabla 4.6).

Tabla 4.5. Número de barreras naturales identificadas para los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador según sus características.

Taxón	Barreras				Total
	Topográficas	Geográficas	Bióticas	Ecológicas	
<i>C. pygmaea</i>	1	1	0	0	2
<i>L. lagonotus</i>	2	5	1	0	8
<i>L. n. graellsii</i>	7	4	0	0	11
<i>L. tripartitus</i>	0	2	1	0	3
<i>C. aequatorialis</i>	4	3	0	3	10
<i>C. albifrons</i>	4	0	0	2	6
<i>C. c. capucinus</i>	2	2	0	0	4
<i>S. apella</i>	2	6	0	1	9
<i>S. c. macrodon</i>	8	2	0	0	10
<i>A. lemurinus</i>	5	1	1	0	7
<i>A. vociferans</i>	6	0	1	0	8
<i>C. lucifer</i>	1	3	1	0	5
<i>P. discolor</i>	2	7	1	0	10
<i>P. aequatorialis</i>	1	4	0	0	5
<i>P. milleri</i>	1	3	0	0	4
<i>P. napensis</i>	3	5	0	0	8
<i>A. p. aequatorialis</i>	5	1	0	3	9
<i>A. seniculus</i>	5	0	0	2	7
<i>A. belzebuth</i>	6	7	0	2	15
<i>A. f. fusciceps</i>	2	0	0	3	5
<i>L. l. lagothericha</i>	1	1	0	0	2
<i>L. l. poeppigii</i>	6	5	0	0	11
Total	74	62	6	16	158

En resumen, para seis taxones (27 %) se han definido sus límites de distribución y se considera que no existen vacíos de conocimiento o, de tenerlos, son poco relevantes como para cambiar la distribución ahora definida. Dentro de este grupo se encuentran todas las especies de la familia Atelidae (excepto *A. belzebuth* y *L. l. lagothericha*), además de *C. albifrons* y *P. milleri*. Por el contrario, para los 16 taxones restantes (73 %) persiste al menos un vacío de información.

Del total de vacíos posibles (N = 104) en función de su ubicación geográfica (norte, sur, este y oeste) para los 22 taxones de primates (además de las poblaciones separadas de *S. apella* y *C. lucifer*) (tabla 4.6), se han definido los límites para el 66 %. Para el 14 % sus límites de distribución son conocidos de forma parcial, para el 4 % se sospecha que pueden variar con nueva información; además, se deben confirmar los límites de distribución para el 15 % de los vacíos de conocimiento posibles.

Tabla 4.6. Resumen con los vacíos de distribución identificados para los 22 taxones de primates en el Ecuador (N = 104).

Taxón	Norte	Sur	Oeste	Este
<i>C. pygmaea</i>	Definido	Por confirmar	Puede variar	Definido
<i>L. lagonotus</i>	Definido	Definido	En parte ^[A]	En parte ^[B]
<i>L. n. graellsii</i>	Definido	Definido	En parte ^[C]	Definido
<i>L. tripartitus</i>	Definido	Definido	Por confirmar ^[D]	Definido
<i>C. aequatorialis</i>	En parte ^[E]	En parte ^[F]	Definido	Definido
<i>C. albifrons</i>	Definido	Definido	Definido	Definido
<i>C. c. capucinus</i>	En parte ^[G]	En parte ^[E]	Por confirmar	Definido
<i>S. apella</i>				
Población Sucumbíos	Definido	Por confirmar	Por confirmar	Definido
Población Pastaza	Por confirmar	Por confirmar	Puede variar	Definido
Población Morona	Por confirmar	Por confirmar	Por confirmar	Definido
Población Zamora	Puede variar	Definido	Definido	Definido
<i>S. c. macrodon</i>	Definido	Definido	En parte ^[H]	Definido
<i>A. lemuringus</i>	Definido	Por confirmar	Definido	Puede variar
<i>A. vociferans</i>	Definido	Definido	En Parte ^[I]	Definido

^A Por confirmar en las estribaciones de la cordillera del Kutukú y margen izquierda del río Upano.

^B Por confirmar en el límite nororiental, entre los ríos Napo y Curaray, a lo largo de la vía Auca.

^C Por confirmar en los polígonos comprendidos entre los ríos Payamino y Coca alto (provincia de Orellana y entre los ríos Cofanes y Chingual (provincia de Sucumbíos).

^D Por confirmar en el límite occidental, entre los ríos Napo y Curaray, a lo largo de la vía Auca.

^E Por confirmar en el extremo noroccidental de la provincia de Pichincha, al norte del río Guayllabamba.

^F Por confirmar en el occidente de la provincia de Loja.

^G Por confirmar en el límite noroccidental, al oeste del río Mira.

^H Por confirmar en el área entre los ríos Paute (margen izquierda) y Negro (margen izquierda).

^I Si el límite austral de *A. lemuringus* es modificado también cambiará el límite occidental de *A. vociferans*.

Tabla 4.6. Resumen con los vacíos de distribución identificados para los 22 taxones de primates en el Ecuador (N = 104).

Taxón	Norte	Sur	Oeste	Este
<i>C. lucifer</i>				
Población Bermejo	Definido	Definido	Por confirmar	Definido
Población Cuyabeno	Definido	En Parte ^[J]	Por confirmar	Definido
<i>P. discolor</i>	Definido	Definido	En Parte ^[K]	Definido
<i>P. aequatorialis</i>	Definido	Por confirmar	Por confirmar	Definido
<i>P. milleri</i>	Definido	Definido	Definido	Definido
<i>P. napensis</i>	En Parte ^[L]	Definido	Definido	En Parte ^[M]
<i>A. p. aequatorialis</i>	Definido	Definido	Definido	Definido
<i>A. seniculus</i>	Definido	Definido	Definido	Definido
<i>A. belzebuth</i>	Definido	Definido	En Parte ^[N]	En Parte ^[O]
<i>A. fusciceps</i>	Definido	Definido ^[P]	Definido	Definido
<i>L. l. lagothericha</i>	Definido	Definido	Por confirmar	Definido
<i>L. l. poeppigii</i>	Definido	Definido	Definido	Definido

^J Por confirmar en el límite suroccidental, al oeste del río Cuyabeno.

^K Existe un espacio sin datos entre los ríos Jivino, en las provincias de Orellana y Sucumbíos.

^L Se desconoce qué especie de Pithecia habita entre los ríos Conambo y Bobonaza, pero se sospecha que podría ser *P. napensis*, esto es en el norte de la población sur.

^M No son claros sus límites de distribución entre los ríos Curaray-Villano-Bobonaza.

^N Por confirmar en el área entre los ríos Paute (margen izquierda) y Negro (margen izquierda).

^O Por confirmar su presencia en el polígono conformado entre los ríos Quijos-Coca-Napo-Suno y estribaciones bajas orientales del volcán Sumaco, incluida la cuenca media y baja del río Bigal.

^P Es posible que históricamente su límite austral alcanzó hasta la provincia de Azuay, pero no se dispone de información y en la actualidad resulta difícil de confirmarlo.

4.5. Conclusiones

- Se presentan cambios importantes en la distribución de 14 taxones de primates (64 %): para seis se muestran nuevas y extendidas áreas de distribución y para ocho se presentan reducciones en relación con la información antes conocida. Esto demuestra lo poco que se conocía sobre la distribución de estos mamíferos. Esta información permite rechazar la tercera hipótesis:


“La distribución de primates en el Ecuador es conocida y no se esperan cambios importantes en los mapas de distribución publicados.”

- El modelamiento de nicho ecológico por sí solo no es método adecuado para predecir la distribución de primates; sin embargo, cuando se incluyen en el análisis información sobre las barreras naturales (físicas y biológicas), este método fue efectivo para predecir la distribución potencial y actual de los primates del Ecuador. Se acepta la cuarta hipótesis de forma parcial:

“El modelamiento de distribución potencial de especies es un método efectivo para predecir la extensión de presencia y la distribución actual de los primates.”

- Once taxones no tienen probabilidad de simpatria debido a que sus áreas de distribución están separadas por barreras naturales; otros dos taxones son simpátricos confirmados (*Cebus albifrons* y *Sapajus apella*), dos son simpátricos parciales (o parapátricos) (*Cheracebus lucifer* y *Plecturocebus discolor*), dos podrían ser simpátricos (*Pithecia aequatorialis* y *P. napensis*); cuatro tendrían separación interespecífica (*Aotus lemurinus*-*A. vociferans* y *Leontocebus lagonotus*-*L. tripartitus*), a pesar de que sus áreas de distribución estarían solapadas; y para un taxón su situación es desconocida (*Lagothrix l. lagothricha*).
- Las barreras naturales identificadas fueron numerosas y presentan un escenario complejo. Entre ellas, la barrera más importante fue la cordillera de los Andes. Otras barreras relevantes fueron los volcanes Sumaco y El Reventador y las cordilleras de los Guacamayos y del Kutukú; además de los ríos Napo y Aguarico.
- Todavía subsisten vacíos de información para 16 especies de primates (73 %) y se desconocen total o parcialmente los límites para el 34 % de los vacíos identificados.

Ateles belzebuth (foto de Diego Tirira)



**Capítulo V:
Amenazas, estado de
conservación y riesgo
de extinción de los
primates del Ecuador**

Capítulo V: Amenazas, estado de conservación y riesgo de extinción de los primates del Ecuador

5.1. Resumen

El conocimiento del estado de conservación de la vida silvestre se basa en el estudio de diferentes aspectos que se reducen a: factores extrínsecos (amenazas directas) y factores intrínsecos (aspectos bióticos). Un tercer grupo en el análisis es la sobreposición del hábitat idóneo de una especie con las condiciones de uso y ocupación real o potencial que tiene ese hábitat. Para conocer el estado de conservación y el riesgo de extinción que enfrentan los 22 taxones de primates del Ecuador se llevó a cabo un análisis categórico multivariado de cada uno de estos grupos de variables. Se determinaron cuatro amenazas directas cuantificables (deforestación, fragmentación, cacería y tráfico) que fueron evaluadas en el momento actual y proyectadas a 2050; también se incluyeron 18 factores bióticos (biológicos, ecológicos y biofísicos) y cuatro formas de sobreposición del hábitat idóneo (áreas protegidas, territorios indígenas, zonas de interés minero y zonas de presencia humana). Los resultados indican que las especies con las mayores amenazas directas, tanto en el presente como en la proyección a 2050, fueron *Cebus aequatorialis*, *Ateles fusciceps fusciceps* y *Alouatta palliata aequatorialis*, todas presentes en la región Costa; mientras que los taxones más amenazados en la región amazónica fueron *Lagothrix lagothricha lagothricha* y *L. l. poeppigii*; los puntajes más bajos fueron para *Aotus lemurinus*, *Cheracebus lucifer* y *Pithecia aequatorialis*. En cuanto a los factores intrínsecos, los taxones con los puntajes más altos fueron *L. l. lagothricha*, *A. f. fusciceps* y *Ateles belzebuth*, en ese orden; por el contrario, los puntajes más bajos fueron para *Saimiri cassiquiarensis macrodon* y *Aotus vociferans*. En lo referente a la sobreposición de hábitat idóneo, el puntaje más alto (y el menos favorable) fue para *Sapajus apella* y *P. aequatorialis*; en el lado opuesto estuvo *A. lemurinus*. Para integrar los resultados de los tres grupos de variables (26 en total) se desarrolló un índice que mide el riesgo de extinción de un taxón (denominado REX) mediante un peso diferente a cada grupo de variables en función de su importancia (factores extrínsecos 60 %, factores intrínsecos 30 % y sobreposición del hábitat 10 %). El índice REX sugiere que cinco taxones enfrentan un riesgo extremadamente alto de extinción en el presente (*C. aequatorialis*, *A. p. aequatorialis*, *A. f. fusciceps*, *A. belzebuth* y *L. l. lagothricha*), condición que cuatro de ellos mantendrá para 2050, cuando uno baje de categoría (*A. belzebuth*), pero sea reemplazado por otro (*C. c. capucinus*). En conjunto, este análisis confirma la difícil situación y el riesgo de extinción que enfrentan los primates del Ecuador.

5.2. Introducción

La conservación de una especie silvestre y su riesgo de extinción se basa en dos grupos de factores que actúan de forma simultánea. Los primeros son los factores extrínsecos, que en su mayoría

comprenden acciones e impactos generados por el ser humano (las amenazas); los segundos son los factores intrínsecos, que dependen de los aspectos biológicos y de los requerimientos ecológicos de cada especie y, por lo tanto, su forma de reacción o capacidad de resiliencia ante los primeros es diferente y hacen que una especie sea más susceptible a la extinción que otra (Primack, 2007).

Dentro de los factores extrínsecos, los cuatro principales responsables de la extinción biológica se considera que son la pérdida de hábitat, la sobreexplotación, las especies introducidas y las cadenas de extinción (Diamond, 1989); las dos primeras también se consideran como las más importantes para la conservación de los primates, la primera resumida en tres aspectos: deforestación, fragmentación y degradación o pérdida de calidad de los ecosistemas; mientras que la segunda comprende la cacería (Mittermeier et al., 2013). Si bien ambas amenazas ejercen presión sobre los primates neotropicales, en términos generales se considera que la deforestación es la más importante, aunque existe evidencia de que la cacería no es menos relevante, pues poblaciones enteras de primates grandes (como *Ateles* y *Lagothrix*) pueden ser diezgadas, incluso en bosques bien conservados (Mittermeier et al., 2013). Una tercera amenaza importante, aunque poco cuantificada en los primates neotropicales, son las enfermedades (Mittermeier et al., 2013).

Se ha determinado que 12 amenazas directas ejercen presión sobre los primates ecuatorianos (Tirira, De la Torre, et al., 2018a). Entre ellas, la pérdida de hábitat, la fragmentación de los bosques, la cacería, el tráfico, el cambio climático y las enfermedades son las principales y que afectan, o pueden afectar, a los 22 taxones de primates del país (Tirira, De la Torre, et al., 2018a). Otras amenazas que impactan sobre las poblaciones de estos mamíferos son el avance de la agricultura y la ganadería (afecta a 18 taxones), la minería (a 10) y el impacto de las especies introducidas (a 8). Dentro de las amenazas específicas, que afectan solo a ciertas especies, se encuentran los atropellamientos en las vías (3 taxones), la extracción selectiva de recursos madereros (2), la presencia humana y el ruido ambiental por embarcaciones y motores fuera de borda (un taxón cada una) (Tirira, De la Torre, et al., 2018a).

Dentro de los factores intrínsecos interactúan varios aspectos propios de la biología y ecología de cada especie, como su estructura poblacional, biología reproductiva, ámbito hogareño, longevidad, tamaño corporal, preferencia y uso del hábitat, nivel trófico, tolerancia a cambios ambientales, comportamiento, tamaño del rango geográfico y edad filogenética (Cardillo, 2003; Harcourt et al., 2002; Purvis et al., 2000; Tirira, Cuesta, et al., 2011). Estos factores también definen que una especie sea rara o abundante, independiente de las amenazas que actúen sobre ella, con base en tres características: distribución geográfica restringida (< 50 000 km²; Terborgh 1983), bajas densidades poblacionales y requerimientos ecológicos específicos (baja entropía) (Gaston, 1994). Estas características implican que especies con distribuciones geográficas restringidas pueden ser más susceptibles a la reducción, la pérdida y la fragmentación del hábitat que ocupan (Roncancio et al., 2013).

La perturbación antropogénica de los ecosistemas está lejos de ser uniforme y puede afectar a un mismo paisaje de diferentes maneras (Marsh et al., 2016). En conjunto, la acción de estas amenazas ha derivado en que los primates ecuatorianos muestren un deterioro progresivo de su estado de

conservación, lo que ha motivado a que cada vez más especies sean incluidas en las categorías de amenaza, de acuerdo con las evaluaciones nacionales (Tirira, 1999, 2001b, 2011, 2021a); sin embargo, poco se conoce sobre el grado de importancia que tienen las principales amenazas cuantificables y también se ignora cuán relevantes son los factores intrínsecos conocidos.

Muchos de estos factores fueron considerados durante los últimos 25 años para determinar el estado de conservación de los primates del país y que se presentan en las cuatro versiones oficiales de la *Lista Roja de los mamíferos del Ecuador* (Tirira, 1999, 2001b, 2011, 2021a) (tabla 5.1). Estas evaluaciones se basaron en los criterios de la Lista Roja de la UICN (2001); sin embargo, no existen datos específicos que permitan una mejor comprensión sobre el riesgo de extinción que enfrenta cada taxón de primate.

El objetivo de este capítulo fue analizar cómo los factores extrínsecos (amenazas directas) e intrínsecos (factores bióticos) inciden en la supervivencia de cada taxón de primate del Ecuador y relacionarlos con la disponibilidad de hábitat idóneo y su sobreposición con distintas formas de uso y ocupación que a la larga pueden influir en su supervivencia. Este análisis buscó comprender el estado de conservación en el que se encuentran los 22 taxones de primates del país y conocer cuál es su riesgo de extinción.

5.3. Métodos

Para conocer el estado de conservación y el riesgo de extinción de los primates del Ecuador se evaluaron tres aspectos: factores extrínsecos (amenazas directas), factores intrínsecos (aspectos bióticos) y sobreposición del hábitat idóneo frente al uso y ocupación que tiene o puede tener ese hábitat.

5.3.1. Amenazas directas

Se analizaron cuatro amenazas directas, todas cuantificables y consideradas como las de mayor importancia para la conservación de los primates ecuatorianos (Tirira, De la Torre, et al., 2018a). En todos los casos, las amenazas se presentan para el tiempo actual (datos de 2018 a 2021) y se proyectaron al futuro (2050). La proyección se realizó en base a la información conocida y a los cambios que se sospecha podrían ocurrir en las próximas décadas, según se explica en cada caso.

Deforestación. Se analizó la tendencia de pérdida de la cobertura forestal sobre la base de las tasas de deforestación bruta conocidas (período 1990–2018) (MAE, 2017, 2018a, 2018b) y se la relacionó con la cantidad de bosque remanente (hábitat idóneo) para cada taxón (capítulo IV: Distribución). Este fue el escenario actual. Para proyectar la cantidad de bosque que cada taxón dispondrá en 2050 se plantearon tres escenarios:

- Escenario optimista: considera que para 2050 existirá una disminución progresiva en la tasa de deforestación anual en el país, de acuerdo con la tendencia observada en el período 1990–2018 (MAE, 2018a).

Tabla 5.1. Historial de categorías de conservación de los primates del Ecuador de acuerdo con las listas rojas oficiales de mamíferos del país.

Taxón	Categoría nacional			
	1996	2001	2011	2021
<i>Cebuella pygmaea</i> ¹	NE	LC	VU	VU
<i>Leontocebus lagonotus</i> ²	NE	NT	NT	NT
<i>Leontocebus nigricollis graellsii</i> ³	NE	LC	VU	VU
<i>Leontocebus tripartitus</i> ⁴	NE	NT	VU	VU
<i>Cebus aequatorialis</i> ⁵	NE	NT	CR	CR
<i>Cebus albifrons</i> ⁶	NE	LC	NT	VU
<i>Cebus capucinus capucinus</i>	VU	VU	EN	CR
<i>Sapajus apella</i> ⁷	VU	NT	NT	VU
<i>Saimiri cassiquiarensis macrodon</i> ⁸	NE	LC	NT	VU
<i>Aotus lemurinus</i>	VU	DD	DD	EN
<i>Aotus vociferans</i>	NE	LC	NT	VU
<i>Cheracebus lucifer</i> ⁹	NE	LC	VU	EN
<i>Plecturocebus discolor</i> ¹⁰	NE	LC	NT	NT
<i>Pithecia aequatorialis</i> ¹¹	NE	NE	NE	VU
<i>Pithecia milleri</i> ¹²	NE	LC	NT	VU
<i>Pithecia napensis</i> ¹³	VU	DD	NT	NT
<i>Alouatta palliata aequatorialis</i>	NE	VU	EN	CR
<i>Alouatta seniculus</i>	NE	LC	NT	VU
<i>Ateles belzebuth</i>	VU	VU	EN	CR
<i>Ateles fusciceps fusciceps</i>	CR	CR	CR	CR
<i>Lagothrix lagothricha lagothricha</i> ¹⁴	NE	VU	EN	CR
<i>Lagothrix lagothricha poeppigii</i> ¹⁵	NE	VU	EN	EN
En Peligro Crítico (CR)	0	1	2	6
En Peligro (EN)	1	0	5	3
Vulnerables (VU)	5	5	4	10
Taxones amenazados	6	6	11	19
Casi Amenazados (NT)	0	4	9	3
Preocupación Menor (LC)	0	9	0	0
Datos Insuficientes (DD)	0	2	1	0
Taxones evaluados	6	21	21	22
No Evaluados (NE)	16	1	1	0
Especies conocidas	19	19	20	21

Categorías: CR = En Peligro Crítico. DD = Datos Insuficientes. EN = En Peligro. LC = Preocupación Menor. NE = No Evaluado. NT = Casi Amenazado. VU = Vulnerable. **Fuentes:** 1996 (Tirira, 1999), 2001 (Tirira, 2001b), 2011 (Tirira, 2011), 2021 (Tirira, 2021a).

¹ Evaluado en 2001 y 2011 como *Callithrix pygmaea*.

² Evaluado en 2001 y 2011 como *Saguinus fuscicollis*.

³ Evaluado en 2001 como *Saguinus nigricollis* y en 2011 como *Saguinus graellsii*.

⁴ Evaluado en 2001 y 2011 como *Saguinus tripartitus*.

⁵ Evaluado en 2001 y 2011 como *Cebus albifrons aequatorialis*.

⁶ Evaluado en 2001 como *Cebus albifrons yuracus* y en 2011 como *Cebus albifrons cuscinus*.

⁷ Evaluado en 1996 y 2001 como *Cebus apella* y en 2011 como *Cebus macrocephalus*.

⁸ Evaluado en 2001 y 2011 como *Saimiri sciureus*.

⁹ Evaluado en 2001 como *Callicebus torquatus* y en 2011 como *Callicebus lucifer*.

¹⁰ Evaluado en 2001 como *Callicebus cupreus* y en 2011 como *Callicebus discolor*.

¹¹ La especie evaluada como *Pithecia aequatorialis* en 1996, 2001 y 2011 fue *P. napensis*.

¹² Evaluado en 2001 y 2011 como *Pithecia monachus*.

¹³ Evaluado en 1996, 2001 y 2011 como *Pithecia aequatorialis* y *P. monachus*.

¹⁴ Evaluado en 2001 y 2011 como *Lagothrix lagothricha*.

¹⁵ Evaluado en 2001 como *Lagothrix lagothricha* y en 2011 como *L. poeppigii*.

- Escenario pesimista: considera que para 2050 se mantendrá constante la tasa de deforestación observada en el período 2014–2018 (MAE, 2018a).
- Escenario intermedio: considera que para 2050 la deforestación alcanzará el promedio de los dos escenarios anteriores.

Fragmentación. Se analizó el tamaño de los fragmentos de bosque que dispone cada taxón de primate. Para evaluar el nivel de fragmentación se consideró el resultado promedio de dos aspectos:

- Porcentaje que ocupa el fragmento más grande: (A) menos del 30 % del hábitat idóneo total (5 puntos); (B) del 30–50 % del hábitat idóneo total (4 puntos); (C) del 50–70 % del hábitat idóneo total (3 puntos); (D) del 70–90 % del hábitat idóneo total (2 puntos); y (E) más 90 % del hábitat idóneo total (1 punto).
- Tamaño promedio de los fragmentos superiores a 1 km²: (A) inferiores a 50 km² (5 puntos); (B) entre 50–100 km² (4 puntos); (C) entre 100–200 km² (3 puntos); (D) entre 200–400 km² (2 puntos); (E) superiores a 400 km² (1 punto).

Se excluyeron los fragmentos inferiores a 1 km² porque en ellos el efecto de borde se considera alto y las probabilidades de conservación a largo plazo de estos fragmentos son reducidas (Benítez-Malvido, 2008). De hecho, durante el estudio de campo efectuado entre 1995 y 2019 se comprobó que muchos de estos fragmentos no albergan primates o, si los tienen, su condición es crítica y su viabilidad baja.

El análisis de fragmentación se presenta para el momento actual (datos de 2018; MAE, 2018a) y se proyectó a 2050 mediante un modelamiento buffer de acuerdo con la tendencia del análisis de deforestación bruta anual realizado en el inciso anterior. Para el modelamiento se tomó el escenario intermedio, el cual considera que la deforestación en el país alcanzará en 2050 el promedio de los otros dos escenarios propuestos (optimista y pesimista).

Cacería. Se analizó la preferencia que como fuente de proteína tiene cada taxón de primate en el Ecuador, principalmente dentro de comunidades indígenas. Esta información se basa en conversaciones y entrevistas a pobladores locales efectuadas entre 1995 y 2020, en estudios de cacería efectuados en 2012 (Tirira, Greeney, et al., 2020), 2013 (Tirira & Rios, 2019), 2018 y 2019, en el área del PN Yasuní y la RE Waorani, en la provincia de Orellana; y en 2020, en el área de Sarayaku, provincia de Pastaza (datos inéditos).

La información y análisis se completó con el levantamiento de una base de estudios y datos sobre cacería realizados en el país, para los pueblos chachi (Madden & Albuja V., 1989; Morelos-Juárez, 2015; Suárez et al., 1995), cofán (Cerón, 1995; Schel, 1997), kichwa de Napo (Álvarez-Solas, Ramis, et al., 2018), kichwa de Orellana (Mena-Valenzuela, 1996; Mena-Valenzuela & Cueva, 2001), kichwa

de Pastaza (Freire, 1997; Sirén, 2004, 2012), kichwa de Sucumbíos (Prieto-Albuja, 2011; Zapata Ríos, 2001), Shuar (Cango & Quezada, 2011; Castro Cóndor, 2008; Mena-Valenzuela & Cueva, 2001; Zapata Ríos et al., 2009), Siona-Secoya (Prieto-Albuja, 2011; Vickers, 1991) y Waorani (Bayancela, 2019; Espinosa, 2012; Franzen, 2006; Lu, 1999; Mena-Valenzuela, 1997b, 1998; Saá, 2016; Suárez et al., 2009; WCS-Ecuador, 2007; Yost & Kelly, 1983); además de mestizos y afroecuatorianos (Mena-Valenzuela, 1998; Mena-Valenzuela & Cueva, 2001, 2006; Prieto-Albuja, 2011; Romero, 2008; Suárez et al., 1995). También se incluyen reportes de cacería del MAAE (período 2014–2021).

Tráfico. Se analizaron las preferencias de tráfico (comercio y tenencia ilegal) de los 22 taxones de primates del Ecuador. La información levantada provino de: (1) reportes de incautaciones de primates de la base de datos del MAAE (período 2014–2021); (2) reportes de ingreso de primates incautados en zoológicos y centros de manejo y rescate de fauna silvestre del Ecuador, según datos oficiales proporcionados por el MAAE (período 1993–2020); (3) análisis de tráfico de primates en el Ecuador para el período 1989–2012 (Tirira, 2013); y (4) datos de tráfico levantados por el autor para el período 2013–2020 (Tirira, 2021b).

La identidad de muchos de los individuos traficados no pudo ser verificada hasta un nivel específico; por este motivo, el análisis se realizó a nivel genérico. Los registros con identificación ambigua, confusa o poco fiable fueron mantenidos dentro del nivel taxonómico superior conocido. En el análisis se excluyeron primates nacidos bajo cuidado humano.

Matriz de evaluación. Para definir el grado de importancia de las distintas amenazas evaluadas sobre cada taxón de primate del Ecuador se construyó una matriz categórica, en donde el mayor valor (categoría A = 5 puntos) fue la peor condición o la menos favorable, mientras que el menor valor (categoría E = 1 punto) fue la condición más adecuada o la más favorable en términos de conservación (tabla 5.2), tanto para el momento actual (datos de 2018–2021) como en la proyección a 2050.

Las cuatro amenazas fueron representadas en gráficos radiales por taxón y en conjunto se evaluaron mediante un análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés). La evaluación final para cada taxón de primate fue definida de acuerdo con el porcentaje de la calificación obtenida (de un máximo de 20 puntos) (tabla 5.2). Este análisis se presenta para el escenario actual y fue proyectado a 2050.


5.3.2. Factores intrínsecos

Se seleccionaron 18 factores intrínsecos relacionados con la conservación de los primates (Jones et al., 2009; Mittermeier et al., 2013; Shuai et al., 2021; Tirira, 2017; Tirira, De la Torre, et al., 2018a):

- Ecológicos: ámbito hogareño, dieta primaria, estructura poblacional, tamaño de grupos, calidad del hábitat, densidad poblacional y abundancia relativa-porcentaje del número de registros totales en cada región).

Tabla 5.2. Matriz categórica para cuatro amenazas directas evaluadas que inciden sobre la conservación de los primates del Ecuador.

Amenaza	Categoría (puntaje)				
	A (5)	B (4)	C (3)	D (2)	E (1)
Deforestación	> 70 %	50–70 %	30–50 %	10–30 %	< 10 %
Fragmentación	> 4.5	3.5–4.0	2.5–3.0	1.5–2.0	< 1.5
Cacería	Máxima preferencia	Alta preferencia	Moderada preferencia	Baja preferencia (eventual)	Ninguna preferencia
Tráfico	> 30 %	20–30 %	10–20 %	3–10 %	< 3 %
Interpretación	Severa o muy alta	Alta	Moderada	Baja	Reducida o insignificante

Evaluación					
Riesgo de extinción	+				-
Interpretación de los impactos	Muy altos	Altos	Moderados	Bajos	Muy bajos

Deforestación: porcentaje de pérdida de hábitat idóneo. **Fragmentación:** puntaje promedio del análisis entre el fragmento más grande y el tamaño promedio de los fragmentos superiores a 1 km². **Cacería:** considera la preferencia de cacería que tiene el taxón como fuente de proteína por grupos indígenas. **Tráfico:** considera el porcentaje de individuos traficadas como mascotas.

- Biológicos (madurez sexual-promedio para machos y hembras juntos, edad de la hembra al primer parto, gestación, intervalo entre partos, número de partos por año, edad de destete y longevidad).
- Biofísicos (tamaño corporal-peso, capacidad de dispersión-promedio de distancia recorrida por día, distribución-tamaño estimado de la distribución potencial efectiva y rango altitudinal).

Los rangos de valor y criterios de categorización de las 18 variables seleccionadas se basaron en información extraída de las fuentes bibliográficas indicadas, con excepción de la información sobre área de distribución, rango altitudinal y abundancia relativa que provino de los resultados de esta investigación (capítulos III y IV).


Para definir la importancia de las distintas variables sobre cada taxón de primate se construyó una matriz categórica con el mismo criterio usado para los factores extrínsecos: categoría A (5 puntos), que corresponde a la peor condición o la menos favorable, y, por lo tanto, tiene un mayor riesgo de extinción; categoría E (1 punto), corresponde a la mejor condición o la más favorable en términos de conservación (tabla 5.3).

Las 18 variables fueron representadas en gráficos radiales por taxón. Su visualización conjunta y ordenamiento se realizó mediante un análisis de componentes principales (PCA), mientras que el nivel de agrupamiento de los taxones, de acuerdo con las características en común que tuvieron, fue representado por un diagrama conglomerados por el método de intergrupos (Hammer et al., 2001; Sánchez-Otero, 2012). La evaluación final para cada taxón de primate (y su riesgo de extinción) fue definida de acuerdo con el porcentaje de la calificación obtenida (de un máximo de 90 puntos) (tabla 5.3).

Tabla 5.3. Matriz categórica de 18 factores intrínsecos (aspectos bióticos) considerados para la evaluación del estado de conservación de los primates del Ecuador y su riesgo de extinción.

Factores	Categoría (puntaje)				
	A (5)	B (4)	C (3)	D (2)	E (1)
Ecológicos					
Ámbito hogareño	Extenso (> 2 km ²)	Grande (1–2 km ²)	Moderado (0.5–1.0 km ²)	Pequeño (0.01–0.5 km ²)	Restringido (< 0.01 km ²)
Dieta primaria	Altamente específica	Mayormente frugívora	Mayormente insectívora	Mayormente folívora	Omnívora
Estructura poblacional	Forma grupos familiares no asociativos (una pareja adulta y su progenie; no se junta con otros grupos)	Forma grupos familiares asociativos (uno o dos machos/hembras adultos y su progenie; existe tolerancia con otros grupos)	Forma grupos intrafamiliares (varios machos y hembras adultos y la progenie de todos; existe dispersión de individuos)	Forma grupos interfamiliares específicos (uno o varios machos y hembras dominantes, otros subalternos y la progenie de todos; no tolera otros grupos)	Forma grupos interfamiliares no específicos (varios machos y hembras adultos y la progenie de todos; existe tolerancia con otros grupos)
Tamaño de grupos	Muy grandes (> 30 individuos)	Grandes (20–30 individuos)	Medianos (12–20 individuos)	Pequeños (6–12 individuos)	Muy pequeños (grupo familiar) (< 6 individuos)
Calidad de hábitat que prefiere	Hábitat específico y bien conservado	Hábitat específico y bien conservado, pero acepta hábitats secundarios	Hábitat no específico; acepta hábitats secundarios	Amplitud de hábitat moderada	Amplitud de hábitat alta (generalista)
Densidad poblacional	Muy baja (10 individuos/km ²)	Baja (10–20 individuos/km ²)	Moderada (20–30 individuos/km ²)	Alta (30–40 individuos/km ²)	Muy alta (> 40 individuos/km ²)
Abundancia relativa	Rara (< 2 % de los registros)	No común (2–5 % de los registros)	Frecuente (5–8 % de los registros)	Común (8–10 % de los registros)	Abundante (> 10 % de los registros)
Biológicos					
Gestación	> 220 días	180–200 días	160–180 días	140–160 días	< 140 días
Madurez sexual	> 5 años	4–5 años	3–4 años	2–3 años	< 2 años
Intervalo entre partos	> 2.0 años	1.5–2.0 años	1.0–1.5 años	0.5–1.0 años	< 0.5 años
Número de partos por año	< 0.8 partos	0.8–1.0 partos	1.0–1.2 partos	1.2–1.4 partos	> 1.4 partos
Edad de destete	> 400 días	300–400 días	200–300 días	100–200 días	< 100 días
Edad de la hembra al primer parto	> 6 años	5–6 años	4–5 años	3–4 años	< 3 años
Longevidad	Muy corta (< 15 años)	Corta (15–20 años)	Mediana (20–30 años)	Larga (30–40 años)	Muy larga (> 40 años)
Biofísicos					
Tamaño corporal (peso)	Muy grande (media 7250 g, rango 3000–11 500 g)	Grande (media 3050 g, rango 1400–4700 g)	Mediano (media 1150 g, rango 578–1729 g)	Pequeño (media 418 g, rango 330–505 g)	Muy pequeño (media 113 g, rango 85–141 g)

Tabla 5.3. Matriz categórica de 18 factores intrínsecos (aspectos bióticos) (continuación).

Factores	Categoría (puntaje)				
	A (5)	B (4)	C (3)	D (2)	E (1)
Capacidad de dispersión	Muy baja (< 100 m/día)	Baja (100–1000 m/día)	Moderada (1000–1500 m/día)	Alta (1500–2000 m/día)	Muy alta (> 2000 m/día)
Distribución	Restringida (< 10 000 km ²)	Pequeña (10 000–30 000 km ²)	Moderada (30 001–50 000 km ²)	Grande (50 001–100 000 km ²)	Extensa (> 100 000 km ²)
Rango altitudinal	Muy restringido (< 500 m)	Restringido (500–1000 m)	Moderado (1000–1500 m)	Amplio (1500–2000 m)	Muy amplio (> 2000 m)
Evaluación					
Riesgo de extinción	+				-
Respuesta ante situaciones adversas	Propenso a la extinción				Resistente o resiliente a la extinción


5.3.3. Sobreposición del hábitat idóneo

Se evaluó la sobreposición del hábitat idóneo dentro de cuatro escenarios que cada taxón de primate tiene, o puede tener, frente al uso y ocupación de este hábitat (tabla 5.4):

- **Ausencia de áreas protegidas:** considera la falta o insuficiencia de zonas de protección. Se determinó el porcentaje de solapamiento entre el hábitat idóneo y las áreas protegidas del país. Se consideraron dos figuras de conservación, aquellas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), que es administrado por el Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador (MAAE); y bosques y vegetación protectora reconocidos por el MAAE, que pueden tener administración privada, pública o comunitaria. Los polígonos de estas áreas fueron extraídos de la fuente oficial (MAAE, 2020) (figura 5.1.A).
- **Territorios indígenas:** considerados como zonas de cacería, sea como fuente de proteína o para el tráfico, reales o potenciales, zonas que a la postre pueden afectar en la conservación de los primates. Se determinó el porcentaje de solapamiento entre el hábitat idóneo de los primates y los territorios indígenas del país (según mapa de EcoCiencia, 2021) (figura 5.1.B).
- **Zonas de interés minero:** consideró las zonas de interés minero que afectan o pueden afectar a la conservación de los primates del país. Se determinó el porcentaje de solapamiento entre el hábitat idóneo y el catastro minero nacional (según mapa de MME & ARCOM, 2020). Se incluyó concesiones en explotación, en explotación y exploración, en exploración y zonas de minería ilegal (figura 5.1.C).
- **Zonas de presencia humana:** consideró la cantidad de hábitat idóneo alejada de cualquier forma de amenaza antrópica directa en el momento actual. Se determinó la superficie de

Tabla 5.4. Matriz categórica que evaluó la sobreposición del hábitat idóneo de los primates del Ecuador frente a cuatro escenarios.

Variable	Categoría (puntaje)				
	A (5)	B (4)	C (3)	D (2)	E (1)
Ausencia de áreas protegidas	100 %	75–99.9 %	50–75 %	25–50 %	< 25 %
Territorios indígenas	> 90 %	70–90 %	50–70 %	30–50 %	< 30 %
Zonas de interés minero	> 20 %	10–20 %	5–10 %	1–5 %	< 1 %
Zonas de presencia humana	> 40 %	30–40 %	20–30 %	10–20 %	< 10 %

Evaluación						
Riesgo de extinción	+					-
Interpretación de la sobreposición de hábitat	Muy alta	Alta	Moderada	Baja	Muy baja	

Áreas protegidas: porcentaje de hábitat idóneo fuera de áreas protegidas. **Territorios indígenas:** porcentaje de hábitat idóneo dentro de los territorios indígenas. **Zonas de interés minero:** porcentaje de hábitat idóneo dentro de las zonas de interés minero. **Zonas de presencia humana:** porcentaje de hábitat idóneo amenazado, obtenido mediante un búfer de 2 km alrededor de carreteras, ríos navegables (inferiores a 500 m) y centros poblados.

hábitat idóneo remanente luego de crear una zona buffer de dos kilómetros alrededor de carreteras, ríos navegables (a menos de 500 m de altitud) y centros poblados (figura 5.1.D), que en su conjunto se consideran como los sitios de origen de las amenazas.

Las cuatro variables fueron representadas en gráficos radiales por taxón. Su visualización y ordenamiento se realizó mediante un análisis de componentes principales (PCA), mientras que el nivel de agrupamiento de los taxones, de acuerdo con las características en común que tuvieron, fue representado por un diagrama conglomerados por el método de intergrupos (Hammer et al., 2001; Sánchez-Otero, 2012). La evaluación final para cada taxón de primate fue definida de acuerdo con el porcentaje de la calificación obtenida (de un máximo de 20 puntos) (tabla 5.4).

5.3.4. Estado de conservación y riesgo de extinción

Para definir el estado de conservación y el riesgo de extinción se integró la información de los tres análisis anteriores y se asignó un peso diferente a cada grupo de variables (tabla 5.5). El peso fue establecido en base a la importancia que se consideró que tendría el grupo de variables sobre la conservación de los taxones evaluados.

Para cuantificar los resultados obtenidos se desarrolló un índice que evalúa el riesgo de extinción de un taxón. Este índice se aplicó de forma independiente para los dos escenarios planteados: estado de conservación al presente (2021) y proyección al futuro (2050):

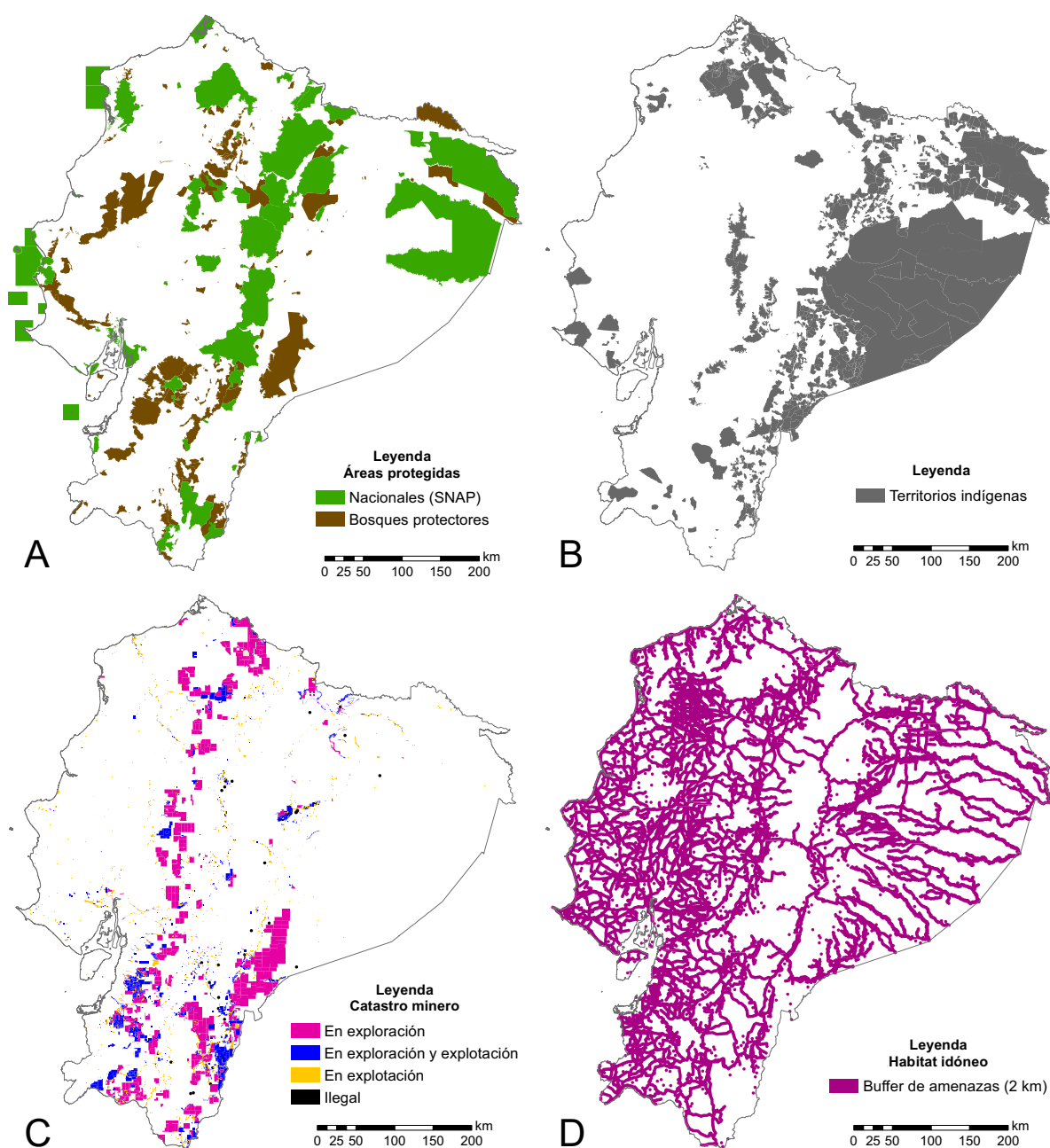


Figura 5.1. Sobreposición del hábitat idóneo de los primates del Ecuador frente a cuatro escenarios: (A) áreas protegidas, (B) territorios indígenas, (C) zonas de interés minero y (D) zonas de presencia humana.

Tabla 5.5. Estado de conservación de los primates del Ecuador: resumen de los análisis efectuados y peso asignado a cada grupo de variables.

Grupo de variables	Variables analizadas	Número de análisis	Peso asignado
Factores extrínsecos (amenazas) (tabla 5.2)	4	2	60 %
Factores intrínsecos (aspectos bióticos) (tabla 5.3)	18	1	30 %
Sobreposición del hábitat idóneo (tabla 5.4)	4	1	10 %
Total	26	2	100 %

$$REX = \left[\frac{\sum^4 FE * p FE}{\sum FE_{m\acute{a}x.}} \right] + \left[\frac{\sum^{18} FI * p FI}{\sum FI_{m\acute{a}x.}} \right] + \left[\frac{\sum^4 SH * p SH}{\sum SH_{m\acute{a}x.}} \right]$$

Donde:

REX = índice sobre el riesgo de extinción de un taxón

FE = factores extrínsecos

FI = factores intrínsecos

SH = sobreposición del hábitat

\sum = sumatoria de todas las variables analizadas (valores ponderados de 1 a 5).

Número de variables: FE = 4, FI = 18, SH = 4

p = peso asignado: FE = 0.6, FI = 0.3, SH = 0.1

$\sum_{m\acute{a}x.}$ = Máxima calificación posible para la sumatoria de las variables incluidas: FE = 20, FI = 90, SH = 20.

El índice REX presenta valores de 0.2 a 1.0, en donde los valores cercanos a uno indican un mayor riesgo de extinción. Para la interpretación del índice REX se consideraron las definiciones de las categorías planteadas por la UICN (2003) (tabla 5.6).

Todos los análisis espaciales y geográficos se realizaron con el programa ArcGIS 10.6.1. Los análisis estadísticos se efectuaron en los programas SPSS Statistics 22 y PAST versión 2.06 (Hammer et al., 2001). Varias curvas y cálculos se efectuaron en Excel.

5.4. Resultados

5.4.1. Amenazas directas

Deforestación. La información sobre deforestación en el Ecuador (período 1990–2018) indica que este impacto tiene una tendencia decreciente (figura 5.2); en 1990, de una tasa de deforestación bruta anual estimada de 2.11 y 0.51, para Costa y Amazonía, decreció en 2018 a 1.44 y 0.42, respectivamente. En base a este análisis y a la proyección observada se estima que para 2050 la

Tabla 5.6. Interpretación del índice REX (riesgo de extinción de un taxón).

Interpretación del índice REX					
Puntaje final	> 0.65	0.55–0.64	0.45–0.54	0.35–0.44	< 0.35
Riesgo de extinción	+	←————→			-
Interpretación	Extremadamente alto	Muy alto	Alto	Moderado	Bajo
Categoría correspondiente ¹	CR	EN	VU	NT	LC

Categorías: CR = En Peligro Crítico. EN = En Peligro. LC = Preocupación Menor. NT = Casi Amenazada. VU = Vulnerable.

¹ Según UICN (2003).

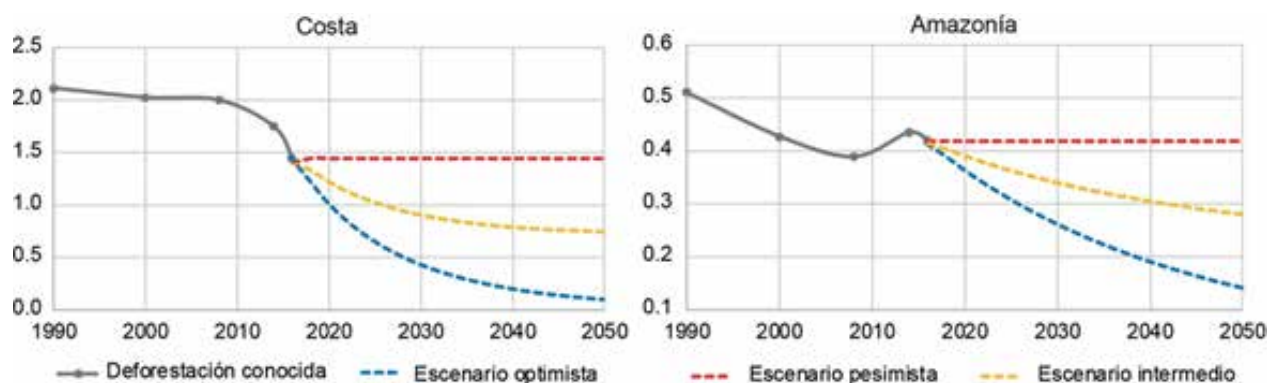


Figura 5.2. Deforestación en el Ecuador: tendencia de la tasa de deforestación bruta anual para el período 1990–2050 (se basa en datos de deforestación para el período 1990–2018; MAE, 2018a, 2018b).

tasa de deforestación en el escenario intermedio será de 0.77 y 0.28, para Costa y Amazonía. La pérdida forestal en el período 1990–2050 (período de 60 años) alcanzará un 47 y 18 % para la región Costa y Amazonía, en igual orden (tabla 5.7).

Esta información sirvió para determinar que en el período actual (2018) tres especies de primates de la Costa tienen la mayor reducción de hábitat idóneo (tabla 5.8): *C. aequatorialis* (75 %), *A. p. aequatorialis* (69 %) y *A. f. fusciceps* (64 %) (figura 5.3, apéndice 6); sin embargo, al analizar la pérdida forestal dentro del área de extensión de presencia (que incluye la distribución histórica conocida para estos taxones), la pérdida de bosque alcanza el 83, 75 y 78 %, respectivamente.

En la Amazonía, los taxones de primates con los valores más altos de pérdida forestal dentro del período actual (hasta 2018) fueron: *L. n. graellsii*, *P. milleri* y *L. l. lagothricha*, todos con distribución restringida a la Amazonía norte. Por el contrario, los taxones con la menor pérdida de hábitat idóneo fueron *P. napensis*, *L. tripartitus* y *P. aequatorialis* (tabla 5.8, figura 5.3, apéndice 6).

Tabla 5.7. Deforestación en el Ecuador: cantidad de bosque que se perderá de acuerdo con información conocida y proyectada a 2050, según el escenario intermedio (se basa en datos de deforestación conocidos para el período 1990–2018; MAE, 2018a, 2018b).

Región y rango altitudinal	Bosque disponible (km ²)			Porcentaje de bosque perdido		
	1990	2018	2050	1990–2018	1990–2050	2018–2050
Costa	40 208	28 372	21 515	29.4	46.5	24.4
0–1000 m	28 956	19 689	14 412	32.0	50.2	27.0
1000–2000 m	6 834	5 084	4 402	25.6	35.6	13.7
2000–3000 m	4 417	3 600	2 701	18.5	38.8	25.0
Amazonía	100 665	91 636	82 530	9.0	18.0	10.0
0–1000 m	74 352	68 299	62 891	8.1	15.4	7.9
1000–2000 m	16 580	14 023	11 021	15.4	22.5	21.4
2000–3000 m	9 733	9 314	8 618	4.3	11.5	7.5

Tabla 5.8. Impacto de la deforestación sobre los primates del Ecuador: porcentaje de pérdida forestal en el momento actual (datos de 2018) y proyectada al futuro (2050) en tres escenarios: optimista, pesimista e intermedio.

Taxón	Escenario actual (2018)	Escenarios proyectados (2050)		
		Optimista	Pesimista	Intermedio
<i>C. pygmaea</i>	11.2	15.8	20.6	18.2
<i>L. lagonotus</i>	13.5	19.2	23.8	21.5
<i>L. n. graellsii</i>	25.1	30.1	34.0	32.0
<i>L. tripartitus</i>	2.3	7.3	12.7	10.0
<i>C. aequatorialis</i>	75.0	78.1	84.9	81.5
<i>C. albifrons</i>	16.0	21.2	25.6	23.4
<i>C. c. capucinus</i>	25.6	31.9	51.2	41.6
<i>S. apella</i>	8.8	15.2	19.8	17.5
<i>S. c. macrodon</i>	15.8	21.4	25.9	23.6
<i>A. lemurinus</i>	8.8	20.3	23.6	22.0
<i>A. vociferans</i>	15.5	21.7	26.1	23.9
<i>C. lucifer</i>	9.7	14.4	19.3	16.9
<i>P. discolor</i>	9.6	14.2	19.2	16.7
<i>P. aequatorialis</i>	0.4	5.6	11.0	8.3
<i>P. milleri</i>	20.2	24.4	28.7	26.6
<i>P. napensis</i>	5.4	10.3	15.5	12.9
<i>A. p. aequatorialis</i>	69.0	72.8	81.3	77.0
<i>A. seniculus</i>	16.0	21.2	25.6	23.4
<i>A. belzebuth</i>	14.1	20.4	24.8	22.6
<i>A. f. fusciceps</i>	64.2	68.5	78.1	73.3
<i>L. l. lagothricha</i>	17.6	21.8	26.3	24.1
<i>L. l. poeppigii</i>	15.3	20.6	25.0	22.8

Para 2050, la pérdida de hábitat idóneo para las especies de primates de la Costa alcanzará, de acuerdo con el escenario intermedio, el 82 % para *C. aequatorialis*, el 77 % para *A. p. aequatorialis*, el 73 % para *A. f. fusciceps* y el 42 % para *C. c. capucinus* (apéndice 7). En la región Amazónica, los taxones con la mayor pérdida forestal estimada para 2050 serán *L. n. graellsii*, *P. milleri*, *L. l. lagothricha* y *A. vociferans* (tabla 5.8, figura 5.3, apéndices 6 y 7).

Fragmentación. Para el período actual (2018) se determinó que dos especies de primates de la Costa enfrentan los mayores problemas de fragmentación: *C. aequatorialis* y *A. p. aequatorialis* (tabla 5.9). En la primera especie el impacto es más severo, pues el fragmento más grande alcanza apenas un 21 % del hábitat idóneo disponible (2290 km²). En esta especie se identificaron 730 fragmentos con una superficie superior a 1 km², para una media de 13 km²; además, 312 fragmentos (43 %) tuvieron una superficie inferior a 2 km² (en total sumaron 430 km²).

Para *A. p. aequatorialis* se identificaron 849 fragmentos con una superficie superior a 1 km², para una media de 20 km², mientras que el fragmento más grande alcanzó un 40 % del hábitat idóneo disponible (7417 km²). El 46 % de los fragmentos tuvieron menos de 2 km² (en total sumaron 514 km²).

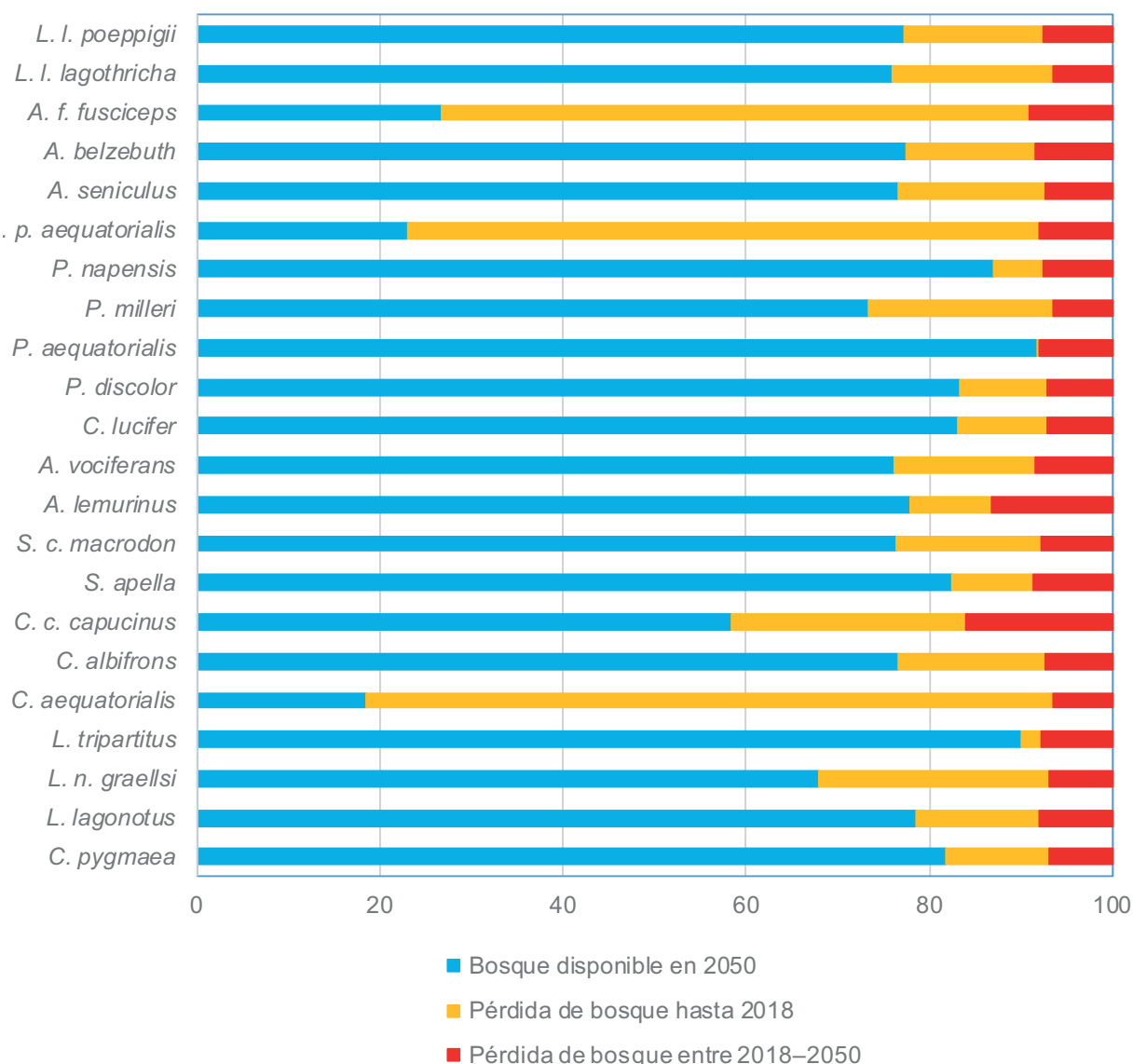


Figura 5.3. Deforestación en el Ecuador: relación entre bosque disponible y zonas deforestadas en 2018 y 2050 para los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador.

Otra especie con serios problemas de fragmentación en occidente fue *A. f. fusciceps*, con 143 fragmentos superiores a 1 km², para una media de 49 km², mientras que el fragmento más grande alcanzó un 82 % del hábitat idóneo disponible (5928 km²), superficie que en su mayor parte corresponde al PN Cotacachi-Cayapas y su zona de amortiguamiento. En esta especie, el 48 % de los fragmentos tuvieron menos de 2 km² (en total sumaron 150 km²).

En la región Amazónica, las especies con los mayores problemas de fragmentación fueron *L. n. graellsii* y *P. milleri* (tabla 5.9), ambas restringidas a la parte norte; en el primer taxón, el fragmento más grande alcanzó un 30 % del hábitat idóneo disponible (5426 km²) y en el segundo un 39 % (4768 km²). Por el contrario, el promedio de los fragmentos superiores a 1 km² fue de 91 y 62 km², respectivamente.

Tabla 5.9. Evaluación de la fragmentación sobre los primates en el Ecuador (escenario actual) (MAE, 2018a).

Taxón	Hábitat idóneo	Fragmento más grande			Fragmentos > 1 km ²				Evaluación
		Superficie	%	Cat.	Superficie	No.	Media	Cat.	
<i>C. pygmaea</i>	50 347	32 125	63.8	3	49 961	232	215	2	3
<i>L. lagonotus</i>	29 351	25 352	86.4	2	29 102	133	219	2	2
<i>L. n. graellsii</i>	17 827	5 426	30.4	4	17 470	193	91	4	4
<i>L. tripartitus</i>	12 142	11 913	98.1	1	12 164	5	2433	1	1
<i>C. aequatorialis</i>	10 701	2 290	21.4	5	9 483	730	13	5	5
<i>C. albifrons</i>	84 603	56 482	66.8	3	83 716	443	189	3	3
<i>C. c. capucinus</i>	4 944	3 714	75.1	2	5 551	36	154	3	3
<i>S. apella</i>	27 740	20 490	73.9	2	27 620	65	425	1	2
<i>S. c. macrodon</i>	75 844	51 913	68.4	3	75 068	407	184	3	3
<i>A. lemurinus</i>	4 458	2 821	63.3	3	4 387	16	274	2	3
<i>A. vociferans</i>	71 754	40 258	56.1	3	73 775	404	183	3	3
<i>C. lucifer</i>	5 793	4 532	78.2	2	5 789	19	305	2	2
<i>P. discolor</i>	42 076	29 073	69.1	3	41 830	133	315	2	3
<i>P. aequatorialis</i>	9 403	9 361	99.6	1	9 392	17	552	1	1
<i>P. milleri</i>	12 244	4 768	38.9	4	11 950	192	62	4	4
<i>P. napensis</i>	29 872	18 714	62.6	3	31 029	65	477	1	2
<i>A. p. aequatorialis</i>	18 693	7 417	39.7	4	17 193	849	20	5	5
<i>A. seniculus</i>	85 893	56 909	66.3	3	85 178	447	191	3	3
<i>A. belzebuth</i>	69 111	44 230	64.0	3	68 520	340	202	2	3
<i>A. f. fusciceps</i>	7 231	5 928	82.0	2	7 032	143	49	5	4
<i>L. l. lagothericha</i>	8 232	5 548	67.4	3	8 149	61	134	3	3
<i>L. l. poeppigii</i>	73 507	56 227	76.5	2	72 797	353	206	2	2

Valoración del impacto: 5 = Muy alto. 4 = Alto. 3 = Moderado. 2 = Bajo. 1 = Muy bajo.

La proyección para 2050 indica que las especies de la Costa tendrán las siguientes variaciones (tabla 5.10, apéndice 7): *C. aequatorialis* tendrá una reducción de 600 km² en su fragmento más grande, de 2290 disminuirá a 1690 km², mientras que el tamaño promedio de los fragmentos superiores a 1 km² cambiará de 13 a 8 km². En *A. p. aequatorialis* existirá una reducción de 7417 a 4083 km², mientras que el promedio de los fragmentos superiores a 1 km² tendrá un incremento, de 20 a 23 km², a pesar de que la superficie total de estos fragmentos se reducirá, de 17 193 km² en 2018 decrecerá a 10 823 km² en 2050. La tercera especie de la Costa con severa fragmentación, *A. f. fusciceps*, tiene los siguientes resultados: el fragmento más grande decrecerá de 5928 a 4148 km², mientras que el promedio de los fragmentos superiores a 1 km² tendrán incremento, de 49 subirán a 83 km², a pesar de que la superficie total de estos fragmentos decrecerá de 7032 a 5254 km².

En la región Amazónica (tabla 5.10), la mayor reducción de hábitat se observa en tres especies. La más afectada será *L. n. graellsii*, con el fragmento más grande que se reducirá de 5426 km² (30 % del hábitat idóneo) a 4364 km² (27 %); mientras que el tamaño promedio de los fragmentos superiores a 1 km² decrecerá de 91 a 67 km². Sigue *P. milleri*, con una variación en el tamaño del fragmento más grande, de 4768 km² (39 %) decrecerá a 4682 km² (42 %); mientras que el promedio de los

Tabla 5.10. Evaluación de la fragmentación sobre los primates en el Ecuador (escenario proyectado a 2050) (basado en el escenario intermedio de deforestación).

Taxón	DPE	Fragmento más grande			Fragmentos > 1 km ²				Evaluación
		Superficie	%	Cat.	Superficie	No.	Media	Cat.	
<i>C. pygmaea</i>	46 359	28 738	62.0	3	46 068	289	159	3	3
<i>L. lagonotus</i>	28 031	19 671	70.2	2	28 800	192	150	3	3
<i>L. n. graellsii</i>	16 175	4 364	27.0	5	15 793	237	67	4	5
<i>L. tripartitus</i>	11 180	10 893	97.4	1	11 211	33	340	2	2
<i>C. aequatorialis</i>	7 936	1 690	21.3	5	5 832	449	8	5	5
<i>C. albifrons</i>	77 122	51 179	66.4	3	74 507	394	168	3	3
<i>C. c. capucinus</i>	3 882	3 037	78.3	2	3 919	27	145	3	3
<i>S. apella</i>	25 107	20 027	79.8	2	25 289	98	258	2	2
<i>S. c. macrodon</i>	68 814	46 813	68.0	3	66 660	361	164	3	3
<i>A. lemurinus</i>	3 815	1 480	38.8	4	3 826	17	225	2	3
<i>A. vociferans</i>	64 620	34 865	54.0	3	64 973	517	126	3	3
<i>C. lucifer</i>	5 335	3 466	65.0	3	5 309	29	183	3	3
<i>P. discolor</i>	38 744	27 576	71.2	2	38 812	195	199	3	3
<i>P. aequatorialis</i>	8 658	8 047	92.9	1	8 647	16	455	1	1
<i>P. milleri</i>	11 274	4 682	41.5	4	11 103	145	69	4	4
<i>P. napensis</i>	27 506	17 379	63.2	3	28 896	113	256	2	3
<i>A. p. aequatorialis</i>	13 862	4 083	29.5	5	10 823	468	23	5	5
<i>A. seniculus</i>	78 298	51 682	66.0	3	75 809	398	170	3	3
<i>A. belzebuth</i>	62 261	39 716	63.8	3	61 388	308	199	3	3
<i>A. f. fusciceps</i>	5 394	4 148	76.9	2	5 254	63	83	4	3
<i>L. l. lagothricha</i>	7 580	5 006	66.0	3	7 294	84	87	4	4
<i>L. l. poeppigii</i>	67 007	40 285	60.1	3	65 152	353	185	3	3

Valoración del impacto: 5 = Muy alto. 4 = Alto. 3 = Moderado. 2 = Bajo. 1 = Muy bajo.

fragmentos superiores a 1 km² tendrá un incremento, de 62 a 69 km², a pesar de que el hábitat idóneo se reducirá, de 11 950 a 11 103 km². Una tercera especie con una reducción importante en el tamaño más grande del fragmento será *A. lemurinus*, pues de 2821 km² (63 % del hábitat idóneo) decrecerá a 1480 km² (39 %) y el promedio de los fragmentos superiores a 1 km² cambiará de 274 a 225 km².

En el lado opuesto, las especies menos afectadas por la fragmentación serán *L. tripartitus* y *P. aequatorialis*. En el primer caso, el fragmento más grande cambiará de 11 913 (98 % del hábitat idóneo) a 10 893 km² (97 %), con una variación en el tamaño promedio de los fragmentos superiores a 1 km² de 2433 a 340 km². En el segundo caso, el fragmento más grande se reducirá de 11 025 (casi 100 % del hábitat idóneo) a 10 293 km² (93 %), con un promedio en los fragmentos superiores a 1 km² que cambiará de 552 a 455 km².

Cacería. Se obtuvo el registro de 5333 primates cazados como fuente de proteína, que correspondieron a 19 taxones y representaron 28 327.5 kg. Dentro de los primates de la región Amazónica, la mayor incidencia de cacería correspondió a los taxones grandes (con un peso promedio de 8 kg); entre ellos, el género *Lagothrix* fue largamente el de mayor preferencia (tabla

5.11). *Lagothrix l. poeppigii* (que habita al sur del río Aguarico) registró el 50 % del total de primates cazados que se reportan en todos los estudios conocidos en el país, con una preferencia promedio por estudio del 51 % (rango 0–84 %). Por su parte, *L. l. lagothricha* (que habita al norte del río Aguarico) registró apenas un 3 % del total nacional; sin embargo, cuando se analiza la proporción según el volumen de cacería de primates por estudio, tiene un promedio del 32 % (rango 27–47 %). Las otras dos especies de atélidos amazónicos (*A. belzebuth* y *A. seniculus*) también presentaron un importante número de ejemplares cazados (tabla 5.11).

Entre los primates medianos (peso promedio entre 1 y 3 kg), la especie con mayor incidencia de cacería fue *C. albifrons* (n = 441), con un promedio del 8 % entre todos los estudios analizados. Otras dos especies con un importante número de capturas fueron *A. vociferans* (n = 302) y *P. napensis* (n = 291), con un promedio de presencia por estudio del 3 y 5 %, respectivamente (tabla 5.11). En el caso de *Aotus*, el 51 % de los ejemplares cazados provinieron de un solo estudio efectuado en la cordillera del Kutukú, provincia de Morona Santiago.

Tabla 5.11. Cacería de primates en el Ecuador: peso promedio por individuo (según Tirira, 2017), número de estudios de cacería analizados (se indican en Métodos), número y porcentaje de individuos cazados y proporción promedio del número de individuos cazados por estudio (incluye el rango).

Taxón	Peso promedio (g)	Estudios de cacería efectuados	Individuos de cazados		Proporción promedio del número de individuos cazados por estudio (rango)
			Número	Porcentaje	
<i>C. pygmaea</i>	113	23	9	0.2	0.003 (0.0–0.025)
<i>L. lagonotus</i>	365	5	295	5.5	0.188 (0.018–0.255)
<i>L. n. graellsii</i>	463	5	37	0.7	0.126 (0.0–0.435)
<i>L. tripartitus</i>	428	12	18	0.3	0.016 (0.0–0.074)
<i>C. aequatorialis</i>	2650	0	0	0.0	Sin datos
<i>C. albifrons</i>	3350	26	446	8.4	0.086 (0.0–0.337)
<i>C. c. capucinus</i>	2700	4	0	0.0	0.0 (0.0)
<i>S. apella</i>	3750	10	7	0.1	0.01 (0.0–0.083)
<i>S. c. macrodon</i>	985	26	81	1.5	0.0 (0.0–0.22)
<i>A. lemurinus</i>	864	1	9	0.2	0.145
<i>A. vociferans</i>	1000	25	302	5.7	0.026 (0.0–0.154)
<i>C. lucifer</i>	1260	3	5	0.1	0.018 (0.0–0.037)
<i>P. discolor</i>	1130	22	57	1.1	0.016 (0.0–0.063)
<i>P. aequatorialis</i>	2638	1	3	0.1	0.063
<i>P. milleri</i>	2555	4	9	0.2	0.017 (0.0–0.036)
<i>P. napensis</i>	2555	20	291	5.5	0.049 (0.0–0.113)
<i>A. p. aequatorialis</i>	6400	4	0	0.0	0 (0.0)
<i>A. seniculus</i>	8000	26	678	12.7	0.117 (0.0–0.355)
<i>A. belzebuth</i>	8250	22	266	4.9	0.127 (0.0–0.663)
<i>A. f. fusciceps</i>	8550	4	1	0.0	0.25 (0.0–1.0)
<i>L. l. lagothricha</i>	7550	3	159	2.9	0.316 (0.268–0.473)
<i>L. l. poeppigii</i>	7000	25	2660	49.9	0.514 (0.0–0.843)
Total	-	37	5333	100.0	-

Entre los primates pequeños (peso promedio inferior a 0.5 kg), la especie con mayor incidencia de cacería fue *L. lagonotus* (n = 295) (tabla 5.11); de ellos, el 97 % de los individuos capturados corresponden a cuatro estudios efectuados en el área de Sarayaku, en la provincia de Pastaza. Siguió en importancia *L. n. graellsii* (n = 37). Las otras dos especies de primates pequeños (todos de la familia Callitrichidae) no tuvieron preferencia de cacería.

Para las cuatro especies de primates de la Costa existe poca información. Solo en uno de ellos se especifica la captura de un ejemplar de *A. f. fusciceps*; sin embargo, varias de las fuentes analizadas reportan que estas especies pueden ser capturadas como fuente de proteína, en especial las poblaciones que habitan al norte del río Esmeraldas, en donde existe una mayor presencia de grupos indígenas.

Como fuente de proteína se categorizaron a cuatro taxones como de muy alta preferencia, dos como de alta, seis como de moderada, ocho como baja y dos como sin preferencia (tabla 5.12). Para la proyección a futuro, se consideró que al ser esta una amenaza constante (continuará vigente durante las próximas décadas) y con la evidencia de la acción de otras amenazas, se pronostica que para 2050 existirán cambios en la abundancia de los primates, en particular una disminución de las especies más cazadas, lo que conllevaría a un incremento en la cacería de otros taxones que al momento tienen menor preferencia (como los géneros *Cebus*, *Pithecia* y *Leontocebus*) (tabla 5.12).

Tabla 5.12. Cacería de primates en el Ecuador: categorización de la preferencia que como fuente de proteína tienen los 22 taxones dentro de las comunidades indígenas del país.

Taxón	Número de taxones	Escenario a 2021	Escenario a 2050	Variación
<i>Cebuella pygmaea</i>	1	Sin preferencia	Sin preferencia	↔
<i>Leontocebus</i> spp.	3	Baja	Moderada	↑
<i>Cebus aequatorialis</i>	1	Baja	Moderada	↑
<i>Cebus albifrons</i>	1	Moderada	Muy alta	↑
<i>Cebus c. capucinus</i>	1	Moderada	Muy alta	↑
<i>Sapajus apella</i>	1	Moderada	Muy alta	↑
<i>Saimiri c. macrodon</i>	1	Baja	Moderada	↑
<i>Aotus lemurinus</i>	1	Sin preferencia	Baja	↑
<i>Aotus vociferans</i>	1	Baja	Moderada	↑
<i>Cheracebus lucifer</i>	1	Baja	Moderada	↑
<i>Plecturocebus discolor</i>	1	Baja	Moderada	↑
<i>Pithecia</i> spp.	3	Moderada	Alta	↑
<i>Alouatta</i> spp.	2	Alta	Muy alta	↑
<i>Ateles</i> spp.	2	Muy alta	Muy alta	↔
<i>Lagothrix</i> spp.	2	Muy alta	Muy alta	↔

↔ Estable ↑ Aumenta

Tráfico. Se obtuvo el registro de 2938 individuos traficados en el país, para el período 1989–2021, correspondientes a los 22 taxones de primates conocidos (tabla 5.13). Esta información indica que el taxón más traficado fue *S. c. macrodon*, con casi un 35 % del total de ejemplares reportados. El siguiente taxón en preferencia fue *Cebus*, con el 21 %, que incluye tres especies (*C. aequatorialis*,

Tabla 5.13. Tráfico de primates nativos en el Ecuador: número de individuos traficados en el período 1989–2021 y proyección a 2050.

Taxón	Número de taxones	Total acumulado (1989–2021)		Proyección a 2050
		Individuos	Porcentaje	
<i>Cebuella pygmaea</i>	1	91	3.1	↓
Leontocebus spp.	3	292	9.9	-
<i>L. lagonotus</i>	1	75	2.6	↓
<i>L. n. graellsii</i>	1	95	3.2	↓
<i>L. tripartitus</i>	1	23	0.8	↓
<i>Leontocebus</i> sp.	-	99	3.4	-
Cebus spp.	4	629	21.4	-
<i>C. aequatorialis</i>	1	24	0.8	↓
<i>C. albifrons</i>	1	400	13.6	↓
<i>C. c. capucinus</i>	1	62	2.1	↓
<i>Cebus</i> sp.	-	143	4.9	-
Sapajus apella	1	52	1.8	↓
Saimiri c. macrodon	1	1020	34.7	↓
Aotus spp.	2	24	0.8	-
<i>A. lemurinus</i>	1	3	0.1	↔
<i>A. vociferans</i>	1	19	0.6	↔
<i>Aotus</i> sp.	-	2	0.1	-
Cheracebus lucifer	1	6	0.2	↔
Plecturocebus discolor	1	45	1.5	↔
Pithecia spp.	3	12	0.4	↔
Alouatta spp.	2	80	2.7	-
<i>A. p. aequatorialis</i>	1	52	1.8	↔
<i>A. seniculus</i>	1	26	0.9	↔
<i>Alouatta</i> sp.	-	2	0.1	-
Ateles spp.	2	190	6.5	-
<i>A. belzebuth</i>	1	110	3.7	↓
<i>A. f. fusciceps</i>	1	77	2.6	↓
<i>Ateles</i> sp.	-	3	0.1	-
Lagothrix lagothricha ssp.	2	316	10.8	↓
No indicado	-	181	6.2	-
Total	22	2938	100.0	-

↔ Estable ↓ Disminuye

C. albifrons y *C. c. capucinus*). El tercer taxón fue *Lagothrix lagothricha*, que aportó el 11 % del total de individuos y en el país incluye dos subespecies (*L. l. lagothricha* y *L. l. poeppigii*).

Otros dos géneros traficados fueron *Leontocebus* (tres especies) y *Ateles* (dos), que representaron el 10 y 7 % del total de ejemplares en tenencia ilegal, respectivamente (tabla 5.13). Por el contrario, se evidenció poca preferencia por otros taxones, como *Plecturocebus*, *Aotus*, *Pithecia* y *Cheracebus*, que en conjunto no alcanzaron el 3 % del total de ejemplares traficados (tabla 5.13).

El registro del tráfico de primates muestra que en el período 2000–2011 existió un marcado crecimiento en casi todos los taxones, en donde destacaron los géneros *Saimiri*, *Cebus* (incluye *Sapajus*), *Lagothrix* y *Leontocebus* (figura 5.4) como los más traficados. Esta tendencia se mantiene cuando se proyectan los datos acumulados para todo el período de estudio (figura 5.5).

Estos resultados permitieron conocer la importancia del tráfico en el momento actual; mientras que para 2050, en base a la tendencia observada (figura 5.5) se presume que el tráfico decrecerá, pues se espera que los controles por parte de las autoridades sean constantes y más eficientes, a que la educación en general eleve los valores de las personas, lo que implicaría en una mejor percepción hacia la protección de la vida silvestre, con la consiguiente reducción de la demanda de primates para

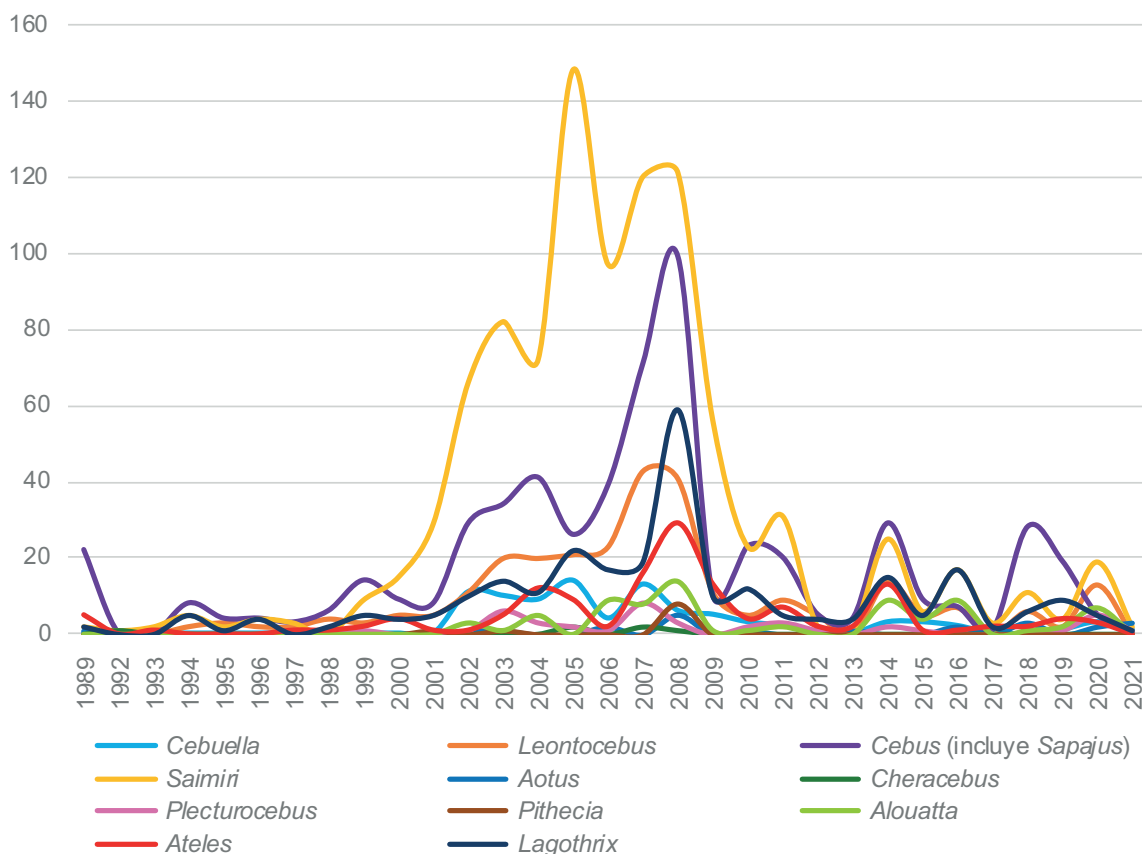


Figura 5.4. Tráfico de primates nativos en el Ecuador: número de incautaciones e ingresos de ejemplares a cuidado humano para el período 1989–2021.

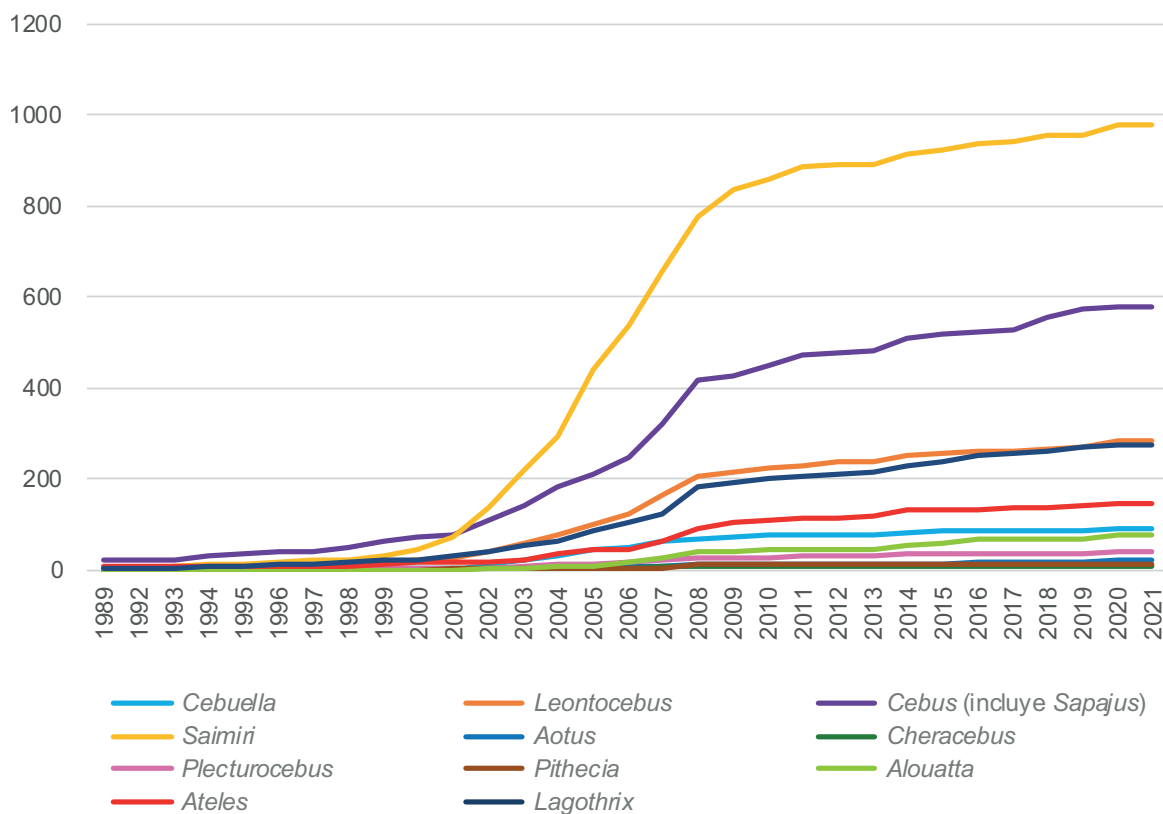


Figura 5.5. Tráfico de primates nativos en el Ecuador: resultados acumulados de incautaciones e ingreso de ejemplares a cuidado humano para el período 1989–2021.

el cautiverio, y debido a que las otras amenazas consideradas (principalmente la cacería y la pérdida forestal) disminuirán la abundancia de ciertos taxones, lo que hará que sea más difícil su captura.

Matriz de evaluación. La evaluación de los puntajes asignados a las cuatro amenazas directas muestra, en términos generales, que la fragmentación y la cacería tienen en el presente la mayor incidencia sobre los primates, seguida del tráfico y la deforestación, en ese orden (tabla 5.14). Por el contrario, en la proyección realizada para 2050 la amenaza de mayor incidencia será la cacería, seguida de la fragmentación, la deforestación y el tráfico, en ese orden (tabla 5.14). También se observa que todas las amenazas incrementarán entre la evaluación al presente (2021) y la proyectada (2050), con excepción del tráfico, que tendrá una importante disminución.

El análisis de las cuatro amenazas directas indica que tres especies de primates son las más afectadas y han sido agrupadas dentro de la categoría A, tanto en el presente como en la proyección a 2050 (tabla 5.14, figuras 5.6 y 5.7, apéndice 8): *C. aequatorialis*, *A. p. aequatorialis* y *A. f. fusciceps*, todas presentes en la Costa de Ecuador. Siguen cuatro taxones en la categoría B, todos amazónicos y cuya tendencia de las amenazas se mantendrá hasta 2050, son *C. albifrons*, *S. c. macrodon* y las dos subespecies de *Lagothrix*.

Otros dos taxones dentro de la categoría B tendrán futuros distintos para 2050: *C. c. capucinus* subirá a la categoría A debido a un incremento en la deforestación, la fragmentación y la cacería, aunque el

Tabla 5.14. Matriz de evaluación de cuatro amenazas analizadas que afectan a la conservación de los primates del Ecuador: resultados para el momento actual (2021) y proyectados a 2050.

Taxón	Deforestación		Fragmentación		Cacería		Tráfico		Promedio		Tendencia
	2021	2050	2021	2050	2021	2050	2021	2050	2021	2050	
<i>C. pygmaea</i>	D	D	C	C	E	E	D	E	D	E	↓
<i>L. lagonotus</i>	D	D	C	C	D	C	C	D	D	C	↑
<i>L. n. graellsii</i>	D	C	B	A	D	C	C	D	C	B	↑
<i>L. tripartitus</i>	E	D	D	D	D	C	C	D	E	D	↑
<i>C. aequatorialis</i>	A	A	A	A	D	C	B	C	A	A	↔
<i>C. albifrons</i>	D	D	C	C	C	A	B	C	B	B	↔
<i>C. c. capucinus</i>	D	C	D	C	C	A	B	C	B	A	↑
<i>S. apella</i>	E	D	D	D	C	A	B	C	C	B	↑
<i>S. c. macrodon</i>	D	D	C	C	D	C	A	B	B	B	↔
<i>A. lemurinus</i>	E	D	C	C	E	D	E	E	E	D	↑
<i>A. vociferans</i>	D	D	C	C	D	C	E	E	D	D	↔
<i>C. lucifer</i>	E	D	D	C	D	C	E	E	E	D	↑
<i>P. discolor</i>	E	D	C	C	D	C	E	E	E	D	↑
<i>P. aequatorialis</i>	E	E	E	E	C	B	E	E	E	E	↔
<i>P. milleri</i>	D	D	B	B	C	B	E	E	C	C	↔
<i>P. napensis</i>	E	D	C	C	C	B	E	E	E	C	↑
<i>A. p. aequatorialis</i>	B	A	A	A	B	A	E	E	A	A	↔
<i>A. seniculus</i>	D	D	C	C	B	A	E	E	C	C	↔
<i>A. belzebuth</i>	D	D	D	C	A	A	D	E	B	C	↓
<i>A. f. fusciceps</i>	B	A	B	C	A	A	D	E	A	A	↔
<i>L. l. lagothericha</i>	D	D	C	B	A	A	C	D	B	B	↔
<i>L. l. poeppigii</i>	D	D	C	C	A	A	C	D	B	B	↔
Sumatoria	44	54	64	70	64	84	51	38	63	71	-

Tendencia: ↑ (rojo) sube de categoría. ↓ (verde) baja de categoría. ↔ mantiene su categoría.

Sin negrillas: cambia en una categoría. En **negrillas**: aumenta en dos categorías.

Valoración de las categorías: A = 5 puntos. B = 4 puntos. C = 3 puntos. D = 2 puntos. E = 1 punto.

tráfico sobre esta especie disminuirá; esto implica que para mediados de siglo serán cuatro los taxones de primates dentro de la categoría de mayor riesgo de extinción; mientras que *A. belzebuth* bajaría a la categoría B debido a una reducción en el tráfico (tabla 5.14). Cuatro especies han sido agrupadas dentro de la categoría C; de ellas, dos mantendrán la tendencia para 2050 (*P. milleri* y *A. seniculus*) y otras dos incrementarán en una categoría (*L. n. graellsii* y *S. apella*) (tabla 5.14).

Especies con bajas puntuaciones (categoría D) en el presente fueron tres, aunque cada una tendrá suertes distintas para 2050. *C. pygmaea* disminuirá en una categoría, *L. lagonotus* aumentará en una y *A. vociferans* se mantendrá estable. Para terminar, en el presente seis taxones se encuentran

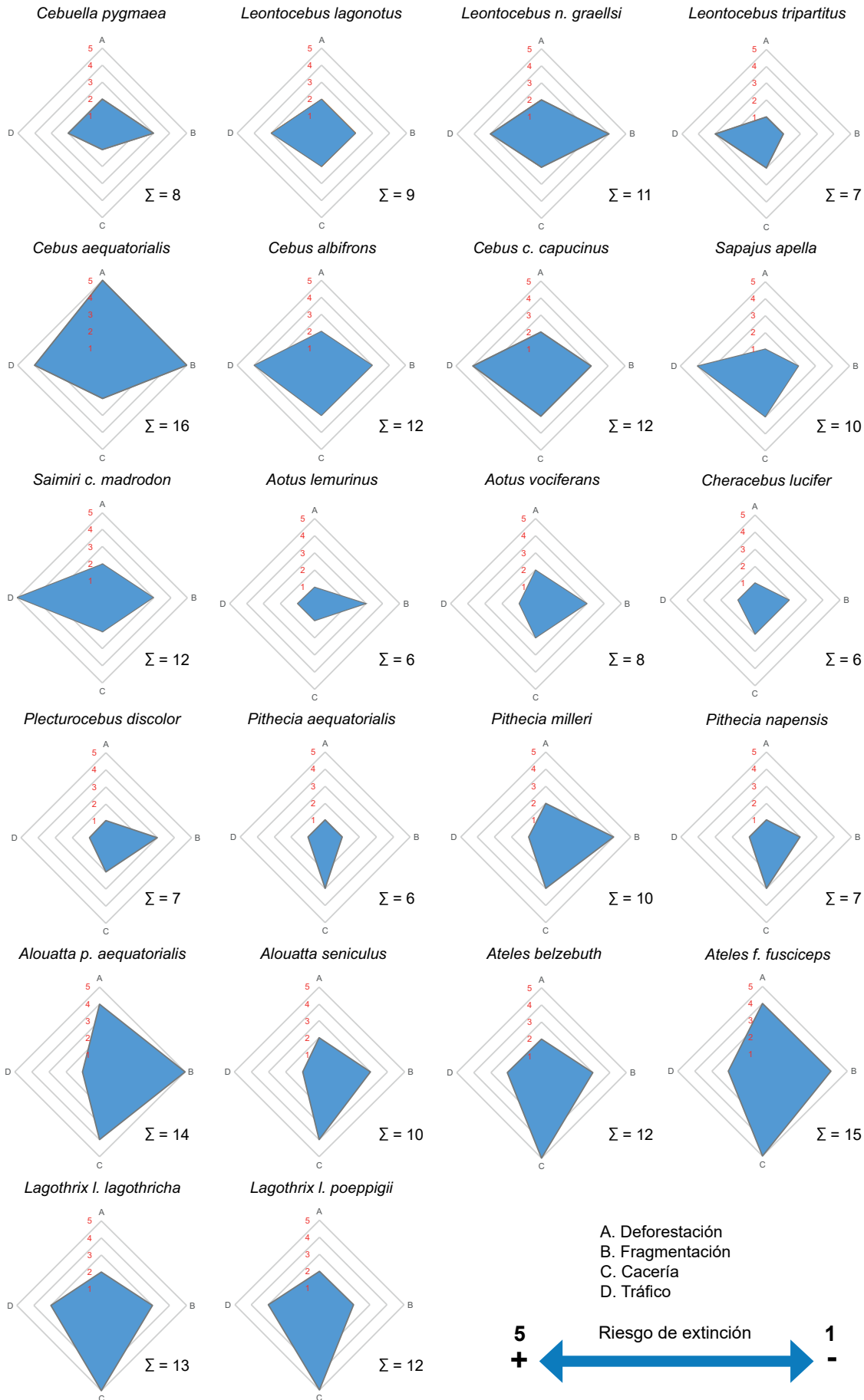


Figura 5.6. Estado de conservación de los primates del Ecuador: resultados del análisis de cuatro factores extrínsecos (amenazas directas) en el momento actual (2021).

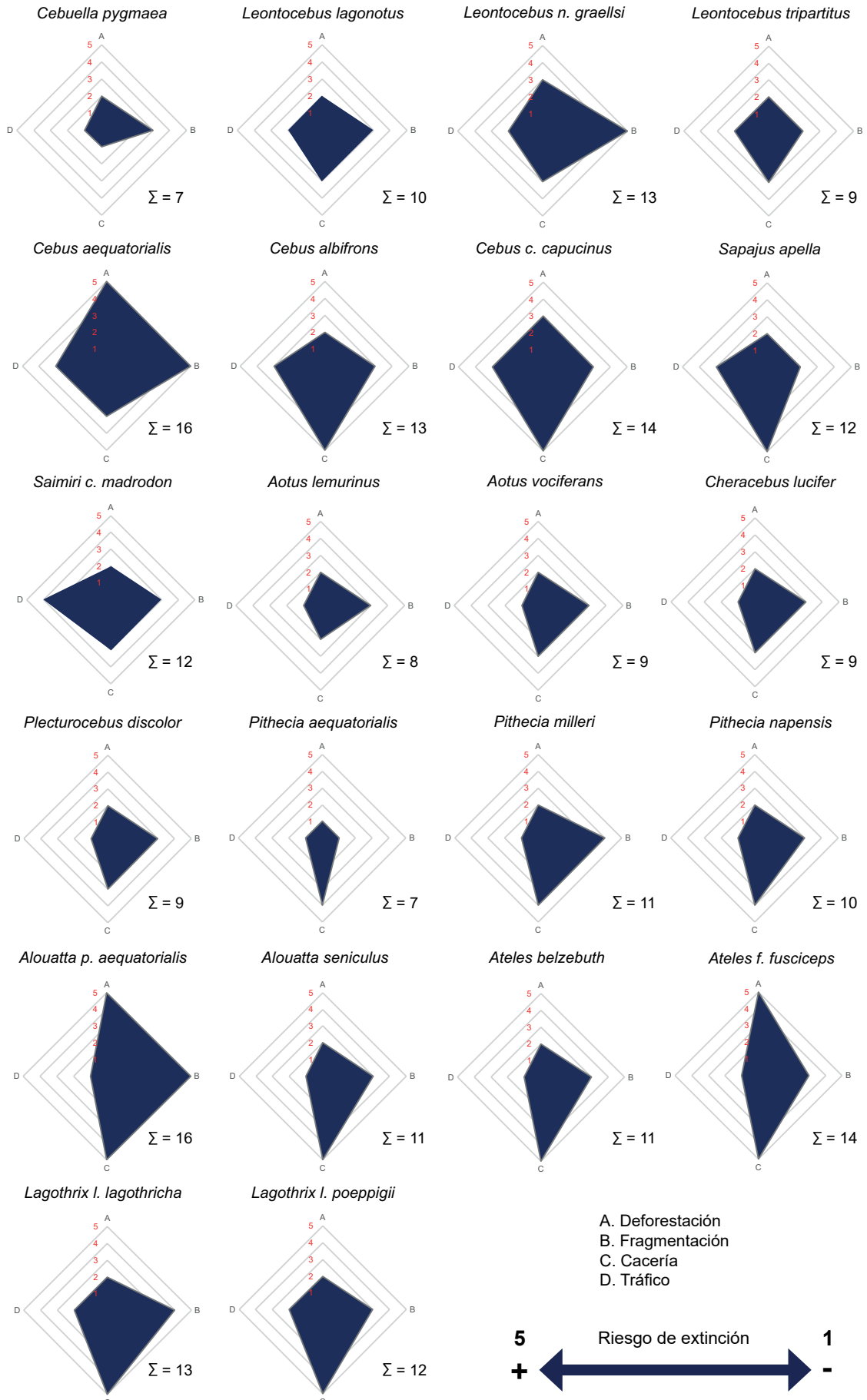


Figura 5.7. Estado de conservación de los primates del Ecuador: resultados del análisis de cuatro factores extrínsecos (amenazas directas) proyectados a 2050.

en la categoría E (de menor amenaza); de ellos, para 2050 uno se mantendrá en esa categoría (*P. aequatorialis*), cuatro subirán un nivel (*L. tripartitus*, *A. lemurinus*, *C. lucifer* y *P. discolor*) y otro (*P. napensis*) incrementará dos niveles (categoría C) (tabla 5.14, apéndice 8).

El ordenamiento de los datos, de acuerdo con el PCA efectuado para las cuatro variables seleccionadas, indica que para el presente (2021) la varianza total fue explicada en un 72 % por los dos primeros componentes (41 % el componente 1 y 31 % el 2). Los resultados muestran que existe una relación entre las amenazas y las familias a las que pertenecen los 22 taxones, pues no existe un solapamiento entre los distintos grupos (figura 5.8.A).

El PCA para el momento actual muestra una relación directa en dos familias: Atelidae está afectada directamente por la cacería y Cebidae por el tráfico (figura 5.8.A); también es evidente que la deforestación y fragmentación afecta a tres taxones de Costa (*C. aequatorialis*, *A. p. aequatorialis* y *A. f. fusciceps*) y uno de la Amazonía (*L. l. lagothericha*). En lo referente al tráfico, *S. c. macrodon* se muestra como la especie con mayor relación directa hacia esta amenaza directa. Los primates pequeños (Callitrichidae) también se muestran afectados por el tráfico más que por otras amenazas. Dentro de este grupo, *L. n. graellsii* también se muestra afectada por la fragmentación y la fragmentación. Las familias Aotidae y Pitheciidae son las menos influenciadas por las amenazas analizadas, con excepción de *P. milleri*, que se muestra influenciada por la cacería y la fragmentación (figura 5.8.A).

Este análisis efectuado en la proyección al futuro (2050) muestra que la varianza total fue explicada en un 73 % por los dos primeros componentes (42 % el componente 1 y 31 % el 2). A diferencia del análisis anterior, el PCA proyectado a 2050 evidencia una variación entre las amenazas y las familias a las que pertenecen los 22 taxones, pues existe solapamiento entre los distintos grupos y en donde la cacería agrupó a varios taxones de las familias Atelidae y Cebidae (figura 5.8.B).

El PCA con los resultados proyectados a 2050 también muestra que los tres taxones de la Costa ya indicados (*C. aequatorialis*, *A. p. aequatorialis* y *A. f. fusciceps*) tendrán una fuerte influencia de la deforestación y la fragmentación, al igual que dos especies amazónicas: *L. n. graellsii* y *P. milleri*. Los taxones más distantes de las amenazas, y con los menores valores en la ponderación realizada, fueron *C. pygmaea* y *P. aequatorialis* (figura 5.8.B).

5.4.2. Factores intrínsecos

La evaluación de las 18 variables indica que los puntajes más altos, y por lo tanto mayor incidencia dentro los primates, fueron la densidad poblacional (81 puntos) y el tamaño corporal (80). Otras variables importantes fueron el número de partos por año (77), la estructura poblacional (76) y la calidad del hábitat (71). Amenazas con moderada participación fueron el intervalo entre partos y la distribución (cada una con 69 puntos), la madurez sexual (68), el tiempo de gestación y la abundancia relativa (cada una con 66 puntos), la dieta (65), la capacidad de dispersión (64) y el ámbito hogareño

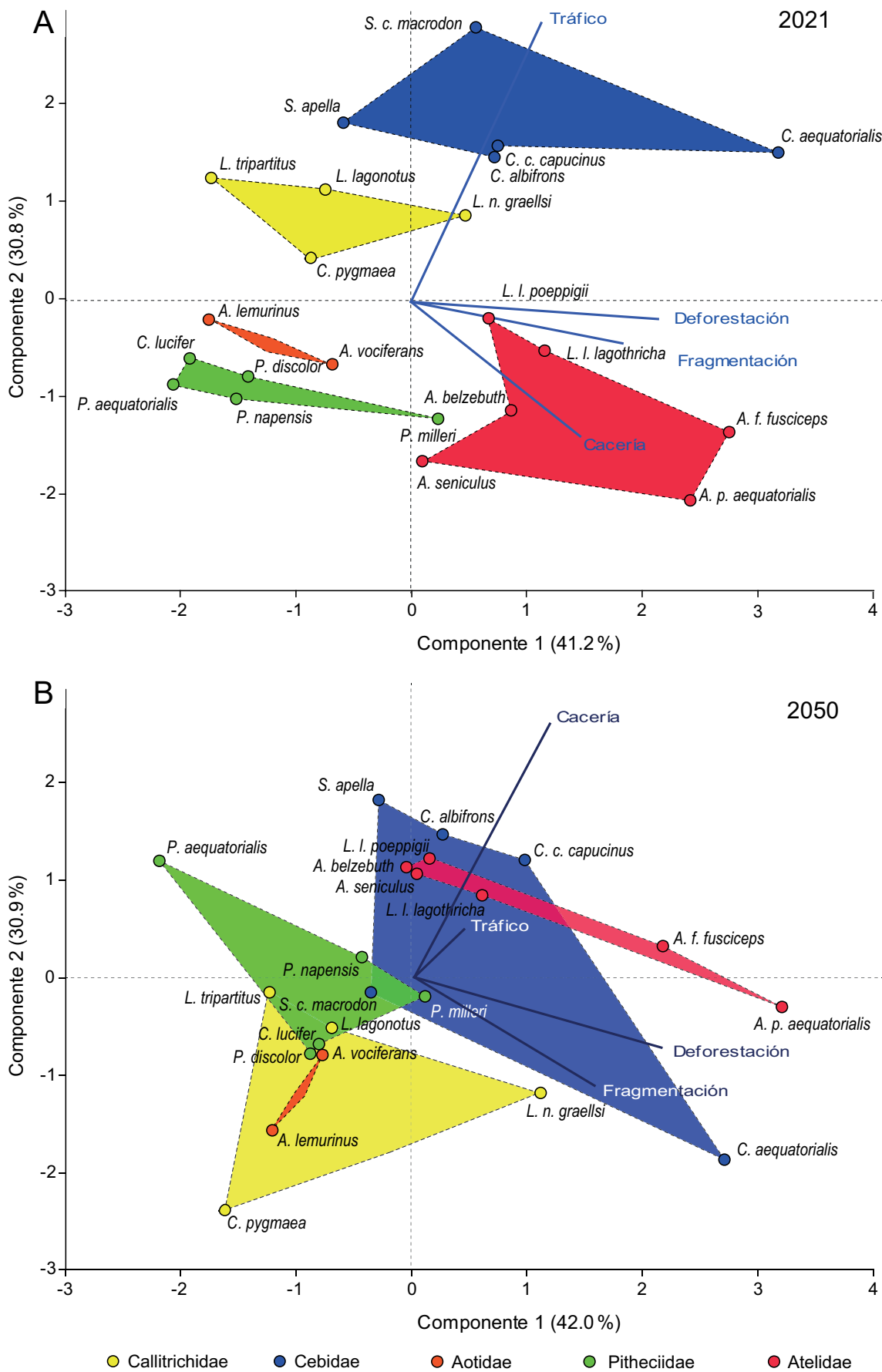


Figura 5.8. Análisis de componente principal (PCA) para las cuatro amenazas (factores extrínsecos) analizados y los 22 taxones de primates del Ecuador, al presente (2021) y proyectados al futuro (2050).

(63). Mientras que las variables con los menores puntajes, y en consecuencia las de menor incidencia dentro de los factores intrínsecos de los primates, fueron la longevidad y la edad de destete (cada una con 59 puntos), el rango altitudinal (57), el tamaño de grupos (54) y la edad al primer parto (45 puntos).

Los 18 factores intrínsecos analizados (apéndice 9) indican que *L. l. lagothericha* presentó el valor más alto. Otras especies con puntajes altos fueron *A. f. fusciceps*, *A. belzebuth* y *L. l. poeppigii*, todas dentro de la familia Atelidae. Por el contrario, los menores valores acumulados corresponden a *S. c. macrodon* y *A. vociferans*, dentro de Cebidae y Aotidae, respectivamente (tabla 5.15, figura 5.9).

El ordenamiento de los datos, de acuerdo con el PCA efectuado para las 18 variables seleccionadas y los 22 taxones de primates, indica que la varianza total fue explicada en un 67 % por los dos primeros componentes (51 % el componente 1 y 16 % el 2). Los resultados muestran que existió una separación entre los 22 taxones de acuerdo con las familias a las que pertenecen, con excepción de un pequeño solapamiento entre *A. vociferans* y *L. lagonotus* (figura 5.10).

La distribución de los factores intrínsecos muestra que la mayoría de las variables biológicas están más representadas hacia el componente 1 y tendrían una mayor importancia sobre las especies

Tabla 5.15. Resultados de las 18 variables bióticas (factores intrínsecos) analizadas para los primates del Ecuador. Cada variable se ponderó de 1 a 5.

Taxón	Puntaje acumulado	Porcentaje de calificación ¹	Orden decreciente
<i>C. pygmaea</i>	48	53	11
<i>L. lagonotus</i>	45	50	13
<i>L. n. graellsii</i>	45	50	13
<i>L. tripartitus</i>	48	53	11
<i>C. aequatorialis</i>	48	53	11
<i>C. albifrons</i>	47	52	12
<i>C. c. capucinus</i>	57	63	7
<i>S. apella</i>	50	56	10
<i>S. c. macrodon</i>	42	47	14
<i>A. lemurinus</i>	51	57	9
<i>A. vociferans</i>	42	47	14
<i>C. lucifer</i>	60	67	5
<i>P. discolor</i>	50	56	10
<i>P. aequatorialis</i>	60	67	5
<i>P. milleri</i>	58	64	6
<i>P. napensis</i>	57	63	7
<i>A. p. aequatorialis</i>	53	59	8
<i>A. seniculus</i>	53	59	8
<i>A. belzebuth</i>	68	76	3
<i>A. f. fusciceps</i>	69	77	2
<i>L. l. lagothericha</i>	75	83	1
<i>L. l. poeppigii</i>	63	70	4

¹ De un máximo de 90 puntos.

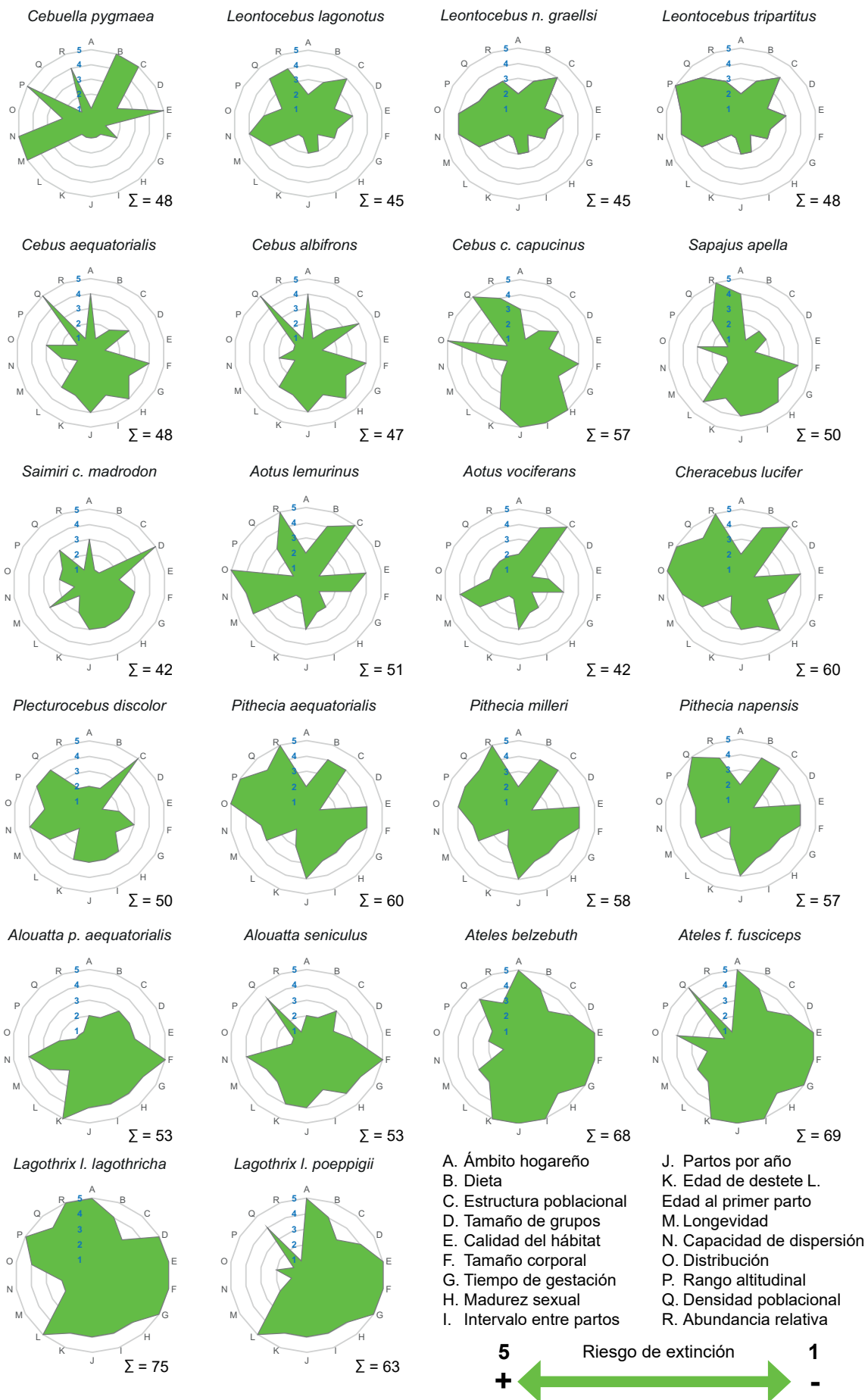


Figura 5.9. Resultados del análisis de 18 factores intrínsecos (aspectos bióticos) que pueden influir en el riesgo de extinción de los taxones evaluados.

grandes, en particular atélidos (*Lagothrix* y *Ateles*, principalmente), y en menor medida cébidos (*Cebus* y *Sapajus*, principalmente). Por el contrario, las variables ecológicas y biofísicas afectan más a las especies medianas y pequeñas; en particular, la capacidad de dispersión tiene mayor incidencia sobre los géneros *Cebuella*, *Leontocebus*, *Plecturocebus* y *Aotus*; mientras que la dieta y la calidad de hábitat tendrían una mayor influencia sobre *Pithecia* y *Cheracebus* (figura 5.10).

El agrupamiento de los datos, mediante el método de intergrupos, muestra dos secciones definidas (figura 5.11), una compuesta por las especies medianas y grandes (Cebidae y Atelidae), y otro por las medianas y pequeñas (Pitheciidae, Aotidae y Callitrichidae). En la primera sección existe un agrupamiento entre los taxones de cada familia, con excepción del género *Alouatta*, que mostró una mayor cercanía a las especies de Cebidae que hacia otros Atelidae.

El clado de las especies medianas y pequeñas no muestra la misma claridad, aunque sí es evidente un agrupamiento en *Leontocebus* (Callitrichidae) y *Cheracebus-Pithecia* (Pitheciidae). Géneros sin agrupación evidente fueron *Aotus*, *Plecturocebus* y *Cebuella*, este último resultó ser el más alejado de todos (figura 5.11).

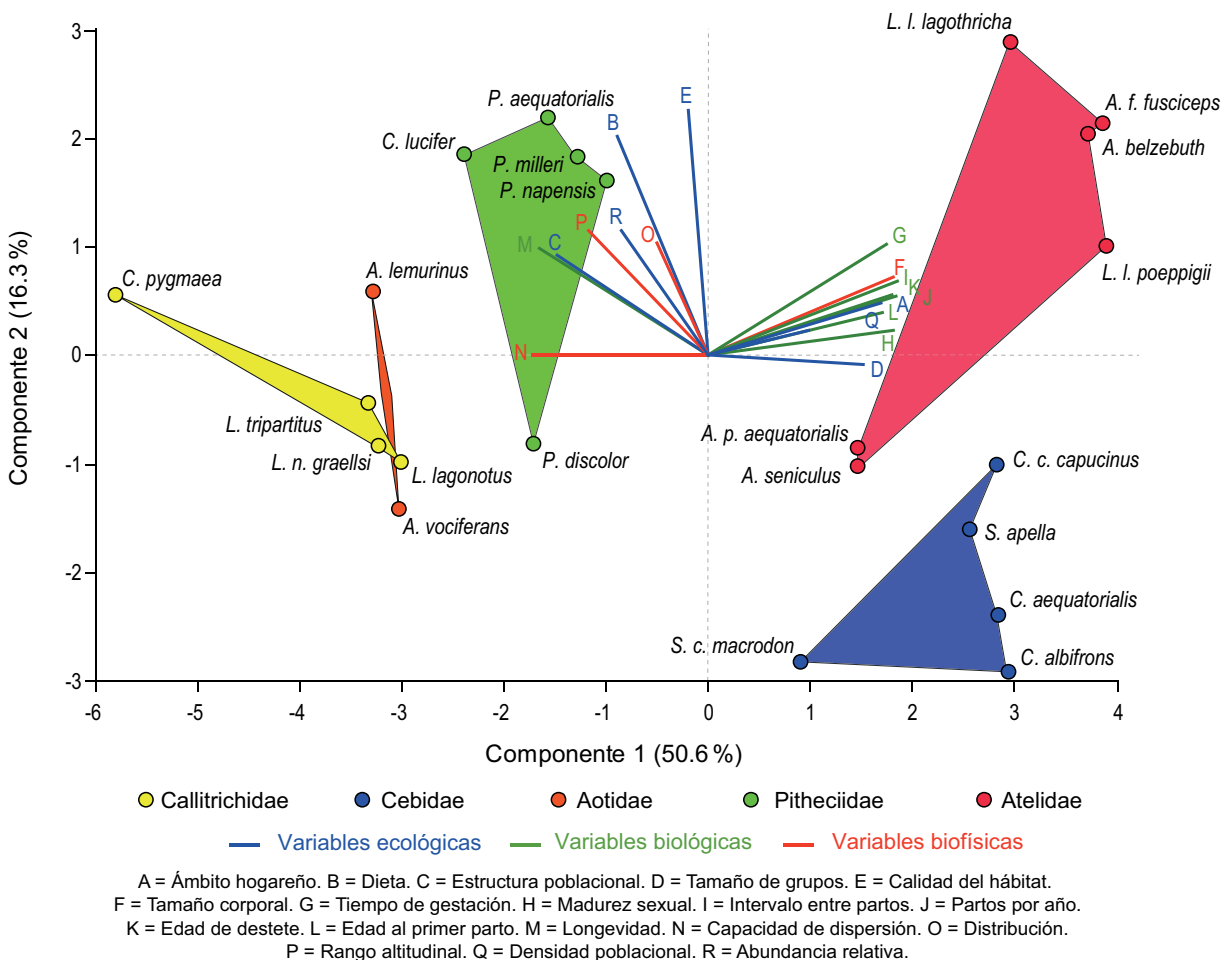


Figura 5.10. Análisis de componente principal (PCA) para las 18 variables bióticas (factores intrínsecos) analizadas y los 22 taxones de primates del Ecuador.

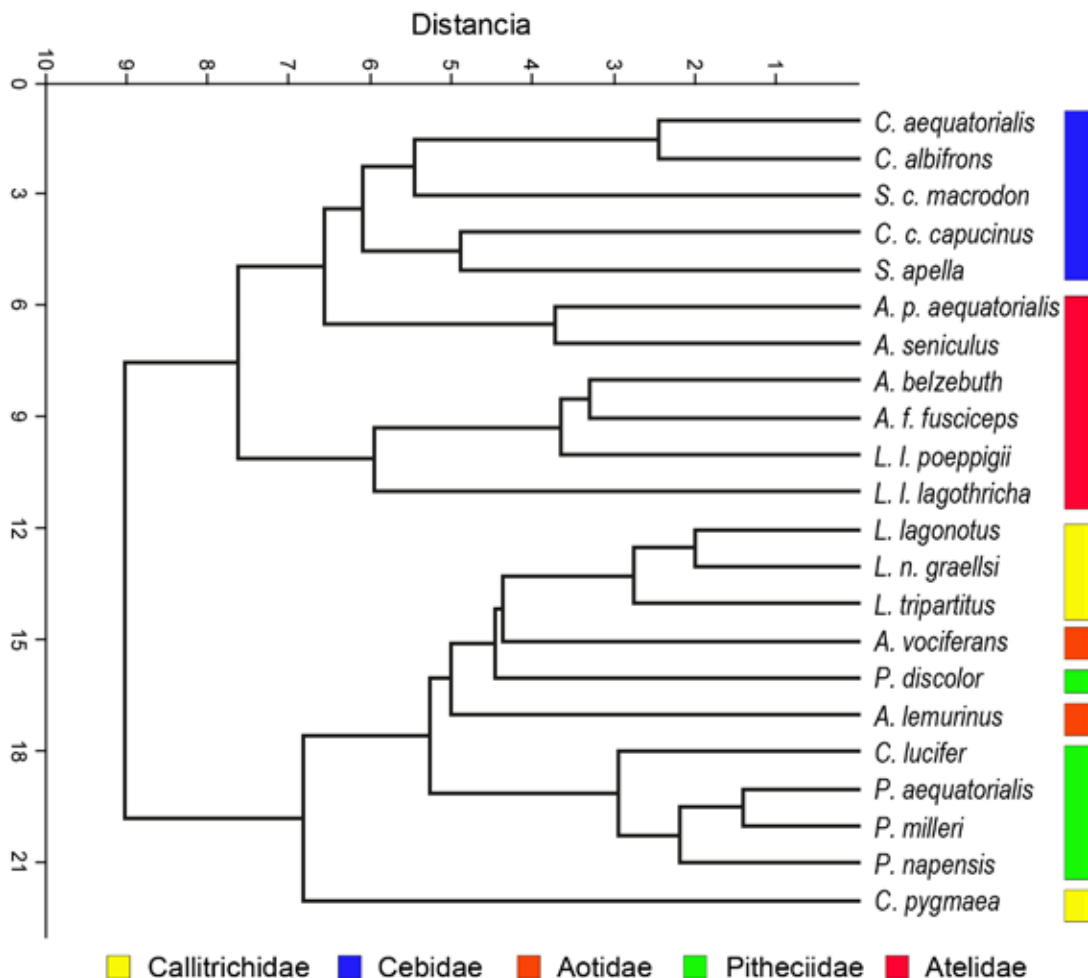


Figura 5.11. Factores intrínsecos: análisis de conglomerados (método de intergrupos) para las 18 variables bióticas analizadas y los 22 taxones de primates del Ecuador.

5.4.3. Sobreposición del hábitat

Áreas protegidas. Todos los taxones de primates del Ecuador, excepto uno (*Pithecia aequatorialis*), se encuentran dentro de al menos un área protegida (tabla 5.16). Dos especies tuvieron poca representación: *Leontocebus lagonotus*, con menos del 5 % de su hábitat idóneo bajo alguna figura de conservación, en su mayoría dentro de los parques nacionales Llanganates y Sangay; y *Sapajus apella*, tiene un 21 % de su hábitat protegido, en su mayoría dentro de cinco áreas: los parques nacionales Podocarpus y Yasuní, la RE Cofán-Bermejo, la RB Cerro Plateado y el BP Cuenca Alta del Río Nangaritza. Estas tres especies con ninguna (categoría A) o escasa presencia (categoría B) en áreas protegidas representaron el 14 % de la riqueza total de primates del país.

La mayoría de taxones (13; 59 %) tuvo una moderada presencia en áreas protegidas, todos agrupados dentro de la categoría C (entre el 50–75 % del hábitat idóneo no protegido). En este grupo se encuentran representantes de todas las familias de primates e incluye a todos los taxones que habitan en la Costa del país. Por el contrario, seis taxones tuvieron una importante presencia en áreas protegidas, cinco figuran en la categoría D (25–50 % de hábitat no protegido; 23 % de la riqueza del

Tabla 5.16. Solapamiento entre la superficie de hábitat idóneo que cada taxón de primate dispone y las áreas protegidas del Ecuador.

Taxón	Hábitat idóneo (km ²)				Porcentaje protegido	Porcentaje no protegido	Categoría
	Total	SNAP	BVP	No protegido			
<i>C. pygmaea</i>	50 347	13 525	1868	34 954	30.6	69.4	C
<i>L. lagonotus</i>	29 351	897	433	28 020	4.5	95.5	B
<i>L. n. graellsii</i>	17 827	6 995	2775	8 056	54.8	45.2	D
<i>L. tripartitus</i>	12 142	7 691	28	4 423	63.6	36.4	D
<i>C. aequatorialis</i>	10 701	1 538	2666	6 497	39.3	60.7	C
<i>C. albifrons</i>	84 603	22 611	7378	54 614	35.4	64.6	C
<i>C. c. capucinus</i>	4 944	2 054	171	2 720	45.0	55.0	C
<i>S. apella</i>	27 740	4 857	933	21 950	20.9	79.1	B
<i>S. c. macrodon</i>	75 844	18 434	5869	51 541	32.0	68.0	C
<i>A. lemurinus</i>	4 458	3 189	285	985	77.9	22.1	E
<i>A. vociferans</i>	71 754	17 310	5439	49 005	31.7	68.3	C
<i>C. lucifer</i>	5 793	3 109	896	1 788	69.1	30.9	D
<i>P. discolor</i>	42 076	13 002	1028	28 046	33.3	66.7	C
<i>P. aequatorialis</i>	9 403	0	0	9 403	0.0	100.0	A
<i>P. milleri</i>	12 244	6 035	1892	4 317	64.7	35.3	D
<i>P. napensis</i>	29 872	9 967	241	19 663	34.2	65.8	C
<i>A. p. aequatorialis</i>	18 693	3 535	2745	12 413	33.6	66.4	C
<i>A. seniculus</i>	85 893	23 544	7467	54 882	36.1	63.9	C
<i>A. belzebuth</i>	69 111	15 544	5209	48 358	30.0	70.0	C
<i>A. f. fusciceps</i>	7 231	2 065	385	4 782	33.9	66.1	C
<i>L. l. lagothricha</i>	8 232	4 159	997	3 076	62.6	37.4	D
<i>L. l. poeppigii</i>	73 507	17 154	6210	50 143	31.8	68.2	C
Promedio	-	-	-	-	39.3	60.7	-

SNAP = Sistema Nacional de Áreas Protegidas (áreas estatales). **BVP** = Bosques y vegetación protectora (áreas públicas, privadas y comunitarias oficialmente reconocidas por el Estado).

Categoría (de acuerdo con el porcentaje de hábitat idóneo no protegido): A = 100 %, B = 75–99.9 %, C = 50–75 %, D = 25–50 %, E = < 25 %.

país); y uno, *A. lemurinus*, dentro de la categoría E, con el 78 % de su hábitat idóneo bajo alguna figura de conservación y cuya presencia abarca seis áreas protegidas estatales y dos bosques protectores.

Territorios indígenas. Todos los taxones de primates del Ecuador incluyen alguna parte de su hábitat idóneo dentro de territorios indígenas, aunque la proporción que ocupan difiere ampliamente entre unos y otros (tabla 5.17). El mayor porcentaje de hábitat corresponde a *Pithecia aequatorialis*, con casi el 100 %, que lo ubica como la única especie dentro de la categoría A (> 90 % del hábitat idóneo dentro de territorios indígenas).

La mayoría de taxones (nueve; 41 %) se encuentra dentro de la categoría B, que incluye a especies con el 70–90 % del hábitat idóneo en territorios indígenas. Este grupo incluye a representantes de todas las familias, excepto Atelidae. En este grupo se encuentra *C. c. capucinus*, que es la especie de primate de la Costa con la mayor proporción dentro de territorios indígenas (57 %). Otros ocho

Tabla 5.17. Solapamiento en la superficie de hábitat idóneo que cada taxón de primate dispone y los territorios indígenas del Ecuador.

Taxón	Hábitat idóneo (km ²)		Porcentaje de solapamiento	Puntaje	Categoría
	Total	En territorio indígenas			
<i>C. pygmaea</i>	50 347	40 932	81.3	4	B
<i>L. lagonotus</i>	29 351	23 745	80.9	4	B
<i>L. n. graellsii</i>	17 827	10 874	61.0	3	C
<i>L. tripartitus</i>	12 142	9 483	78.1	4	B
<i>C. aequatorialis</i>	10 701	225	2.1	1	E
<i>C. albifrons</i>	84 603	54 907	64.9	3	C
<i>C. c. capucinus</i>	4 944	2 803	56.7	3	C
<i>S. apella</i>	27 740	23 329	84.1	4	B
<i>S. c. macrodon</i>	75 844	54 532	71.9	4	B
<i>A. lemurinus</i>	4 458	210	4.7	1	E
<i>A. vociferans</i>	71 754	52 596	73.3	4	B
<i>C. lucifer</i>	5 793	3 679	63.5	3	C
<i>P. discolor</i>	42 076	36 017	85.6	4	B
<i>P. aequatorialis</i>	9 403	9 365	99.6	5	A
<i>P. milleri</i>	12 244	9 832	80.3	4	B
<i>P. napensis</i>	29 872	25 869	86.6	4	B
<i>A. p. aequatorialis</i>	18 693	1 776	9.5	1	E
<i>A. seniculus</i>	85 893	55 659	64.8	3	C
<i>A. belzebuth</i>	69 111	46 788	67.7	3	C
<i>A. f. fusciceps</i>	7 231	1 106	15.3	1	E
<i>L. l. lagothricha</i>	8 232	4 964	60.3	3	C
<i>L. l. poeppigii</i>	73 507	49 544	67.4	3	C
Promedio	-	-	61.8	-	-

Puntaje (de acuerdo con el porcentaje de solapamiento con territorios indígenas): A = > 90 %, B = 70–90 %, C = 50–70 %, D = 30–50 %, E = < 30 %.

taxones se incluyeron dentro de la categoría C (50–70 % del hábitat idóneo) y corresponden a representantes de todas las familias, excepto Aotidae.

Las restantes tres especies de primates de la Costa se incluyeron dentro de la categoría E (para extensiones de solapamiento del hábitat idóneo inferiores al 30 %), entre ellas se encuentra *C. aequatorialis*, la especie con la menor proporción de hábitat idóneo sobrepuesto (apenas el 2 %). La única especie de primate amazónica en esta categoría fue *A. lemurinus*, con apenas un 5 % de su hábitat idóneo dentro de territorios indígenas.

En esta clasificación no se determinaron especies dentro de la categoría D (para un 30–50 % del hábitat idóneo dentro de territorios indígenas).

Zonas de interés minero. La cantidad de hábitat idóneo dentro de zonas de interés minero del país muestra una clara separación entre las especies de primates de la Costa, con porcentajes de sobreposición que van del 9 al 30 % (tabla 5.18). En este grupo se encuentran dos especies dentro

de la categoría A (*C. c. capucinus*, con el 30 %; y *A. f. fusciceps*, con el 21 %), una en la categoría B (*A. p. aequatorialis*; 13 %) y una en la categoría C (*C. aequatorialis*; 9 %). El resto de taxones del país tiene una sobreposición del 8 % o inferior y todos son amazónicos.

Otros seis taxones se incluyen dentro de la categoría C (sobreposición del 5–10 %), que en su mayor parte incluye a primates de amplia distribución y que alcanzan las zonas subtropicales y templadas de la cordillera Oriental de los Andes. Dentro de la categoría D (1–5 %) se encuentran cuatro taxones, entre ellos los dos representantes de la familia Aotidae, además de uno de Callitrichidae (*L. n. graellsii*) y otro de Atelidae (*L. l. lagothricha*).

La categoría E fue la más numerosa en este análisis, con ocho taxones (36 % de la riqueza de primates del país) que presentaron una sobreposición con proyectos mineros inferior al 1 %. En este grupo se encontraron en su mayoría especies presentes en zonas tropicales.

Tabla 5.18. Solapamiento en la superficie de hábitat idóneo que cada taxón de primate dispone y las zonas de interés minero del Ecuador (de acuerdo con el catastro minero nacional).

Taxón	Hábitat idóneo (km ²)		Porcentaje de solapamiento	Puntaje	Categoría	
	Total	Zonas de interés minero				
		Sí				No
<i>C. pygmaea</i>	50 347	143	50 204	0.3	1	E
<i>L. lagonotus</i>	29 351	192	29 159	0.7	1	E
<i>L. n. graellsii</i>	17 827	302	17 525	1.7	2	D
<i>L. tripartitus</i>	12 142	9	12 133	0.1	1	E
<i>C. aequatorialis</i>	10 701	971	9 730	9.1	3	C
<i>C. albifrons</i>	84 603	6140	78 463	7.3	3	C
<i>C. c. capucinus</i>	4 944	1476	3 468	29.8	5	A
<i>S. apella</i>	27 740	2287	25 453	8.2	3	C
<i>S. c. macrodon</i>	75 844	4255	71 589	5.6	3	C
<i>A. lemurinus</i>	4 458	176	4 282	4.0	2	D
<i>A. vociferans</i>	71 754	3495	68 259	4.9	2	D
<i>C. lucifer</i>	5 793	25	5 768	0.4	1	E
<i>P. discolor</i>	42 076	157	41 919	0.4	1	E
<i>P. aequatorialis</i>	9 403	2	9 401	0.0	1	E
<i>P. milleri</i>	12 244	114	12 130	0.9	1	E
<i>P. napensis</i>	29 872	56	29 816	0.2	1	E
<i>A. p. aequatorialis</i>	18 693	2477	16 216	13.3	4	B
<i>A. seniculus</i>	85 893	6293	79 600	7.3	3	C
<i>A. belzebuth</i>	69 111	5670	63 441	8.2	3	C
<i>A. f. fusciceps</i>	7 231	1525	5 706	21.1	5	A
<i>L. l. lagothricha</i>	8 232	99	8 133	1.2	2	D
<i>L. l. poeppigii</i>	73 507	5524	67 983	7.5	3	C
Promedio	-	-	-	6.0	-	-

Puntaje (de acuerdo con el porcentaje de solapamiento con zonas de interés minero): A = > 90 %, B = 70–90 %, C = 50–70 %, D = 30–50 %, E = < 30 %.

Zonas de presencia humana. La especie con la mayor cantidad de hábitat idóneo amenazado fue *C. aequatorialis*, un primate de la región Costa que muestra un solapamiento del 42 % con zonas de presencia humana. Es la única incluida dentro de la categoría A.

Las especies dentro de la categoría B (30–40 % de hábitat idóneo amenazado) fueron las más numerosas, con 13 taxones (59 % de la riqueza total) (tabla 5.19). En este grupo se encuentran representantes de todas las familias de primates del país, entre ellas otro taxón de la Costa: *A. p. aequatorialis*. La categoría C (20–30 % de hábitat idóneo amenazado) reunió a cinco taxones (23 % de la riqueza del país) incluyó a otros atélidos y a un miembro de Callitrichidae (*L. tripartitus*). En este grupo se encuentra la tercera especie de primate de la Costa: *A. f. fusciceps*.

Las últimas dos categorías incluyeron a una sola especie cada una. En la categoría D se incluyó la cuarta especie de primate de la Costa (*C. c. capucinus*), cuyo hábitat idóneo amenazado alcanza

Tabla 5.19. Solapamiento en la superficie de hábitat idóneo que cada taxón de primate dispone y las zonas de presencia humana (obtenido mediante un buffer de 2 km alrededor del principal origen de las amenazas directas antrópicas actuales: carreteras, ríos navegables y centro poblados).

Taxón	Hábitat idóneo			Porcentaje amenazado	Puntaje	Categoría
	Total	Amenazado	No amenazado			
<i>C. pygmaea</i>	50 347	17 750	32 597	35.3	4	B
<i>L. lagonotus</i>	29 351	10 567	18 784	36.0	4	B
<i>L. n. graellsii</i>	17 827	6 012	11 815	33.7	4	B
<i>L. tripartitus</i>	12 142	3 431	8 711	28.3	3	C
<i>C. aequatorialis</i>	10 701	4 442	6 259	41.5	5	A
<i>C. albifrons</i>	84 603	25 394	59 209	30.0	4	B
<i>C. c. capucinus</i>	4 944	953	3 991	19.3	2	D
<i>S. apella</i>	27 740	9 219	18 521	33.2	4	B
<i>S. c. macrodon</i>	75 844	24 388	51 456	32.2	4	B
<i>A. lemurinus</i>	4 458	383	4 075	8.6	1	E
<i>A. vociferans</i>	71 754	23 789	47 965	33.2	4	B
<i>C. lucifer</i>	5 793	1 883	3 910	32.5	4	B
<i>P. discolor</i>	42 076	15 073	27 003	35.8	4	B
<i>P. aequatorialis</i>	9 403	3 592	5 811	38.2	4	B
<i>P. milleri</i>	12 244	4 420	7 824	36.1	4	B
<i>P. napensis</i>	29 872	10 141	19 731	33.9	4	B
<i>A. p. aequatorialis</i>	18 693	6 800	11 893	36.4	4	B
<i>A. seniculus</i>	85 893	25 422	60 471	29.6	3	C
<i>A. belzebuth</i>	69 111	20 577	48 534	29.8	3	C
<i>A. f. fusciceps</i>	7 231	1 810	5 421	25.0	3	C
<i>L. l. lagothericha</i>	8 232	2 767	5 465	33.6	4	B
<i>L. l. poeppigii</i>	73 507	21 626	51 881	29.4	3	C
Promedio	-	-	-	31.4	-	-

Puntaje (de acuerdo con el porcentaje de solapamiento con zonas de influencia humana): A = > 40 %, B = 30–40 %, C = 20–30 %, D = 10–20 %, E = < 10 %.

un 19 %. En la categoría E se incluyó *A. lemurinus*, con menos del 9 % del hábitat idóneo dentro del buffer de amenazas antrópicas.

Matriz de evaluación. Las zonas de influencia humana tuvieron el puntaje más alto entre las cuatro variables de sobreposición evaluadas, seguidas del solapamiento en territorios indígenas, la ausencia de áreas protegidas y las zonas de interés minero, en ese orden (tabla 5.20).

El conjunto de los cuatro escenarios de sobreposición analizados muestran a dos especies con los puntajes más altos, cada una con 15 puntos (75 % de la calificación máxima posible) (tabla 5.20, figura 5.12). *P. aequatorialis* es la única especie de primate ausente dentro de cualquiera área protegida del país, casi un 100 % de su hábitat idóneo se encuentra dentro de territorios indígenas y un 38 % de su hábitat está dentro de zonas de influencia humana; en el lado positivo, prácticamente no existe minería en su área de presencia. La otra especie fue *S. apella*, con una alta ausencia en

Tabla 5.20. Resultados de los cuatro escenarios de sobreposición analizados frente al uso y ocupación del hábitat idóneo de los primates del Ecuador. Cada variable se ponderó de 1 a 5 puntos.

Taxón	Ausencia de áreas protegidas	Territorios indígenas	Zonas de interés minero	Zonas de influencia humana	Puntaje final	Porcentaje de calificación ¹
<i>C. pygmaea</i>	3	4	1	4	12	60
<i>L. lagonotus</i>	4	4	1	4	13	65
<i>L. n. graellsii</i>	2	3	2	4	11	55
<i>L. tripartitus</i>	2	4	1	3	10	50
<i>C. aequatorialis</i>	3	1	1	5	10	50
<i>C. albifrons</i>	3	3	3	4	13	65
<i>C. c. capucinus</i>	3	3	5	2	13	65
<i>S. apella</i>	4	4	3	4	15	75
<i>S. c. macrodon</i>	3	4	3	4	14	70
<i>A. lemurinus</i>	1	1	2	1	5	25
<i>A. vociferans</i>	3	4	2	4	13	65
<i>C. lucifer</i>	2	3	1	4	10	50
<i>P. discolor</i>	3	4	1	4	12	60
<i>P. aequatorialis</i>	5	5	1	4	15	75
<i>P. milleri</i>	2	4	1	4	11	55
<i>P. napensis</i>	3	4	1	4	12	60
<i>A. p. aequatorialis</i>	3	1	4	4	12	60
<i>A. seniculus</i>	3	3	3	3	12	60
<i>A. belzebuth</i>	3	3	3	3	12	60
<i>A. f. fusciceps</i>	3	1	5	3	12	60
<i>L. l. lagothricha</i>	2	3	2	4	11	55
<i>L. l. poeppigii</i>	3	3	3	3	12	60
Sumatoria	63	69	49	79	65	-

Categorías de sobreposición: 5 = muy alta. 4 = alta. 3 = moderada. 2 = baja. 1 = muy baja. Valores altos indican una condición negativa, valores bajos una condición positiva.

¹ De un máximo de 20 puntos.

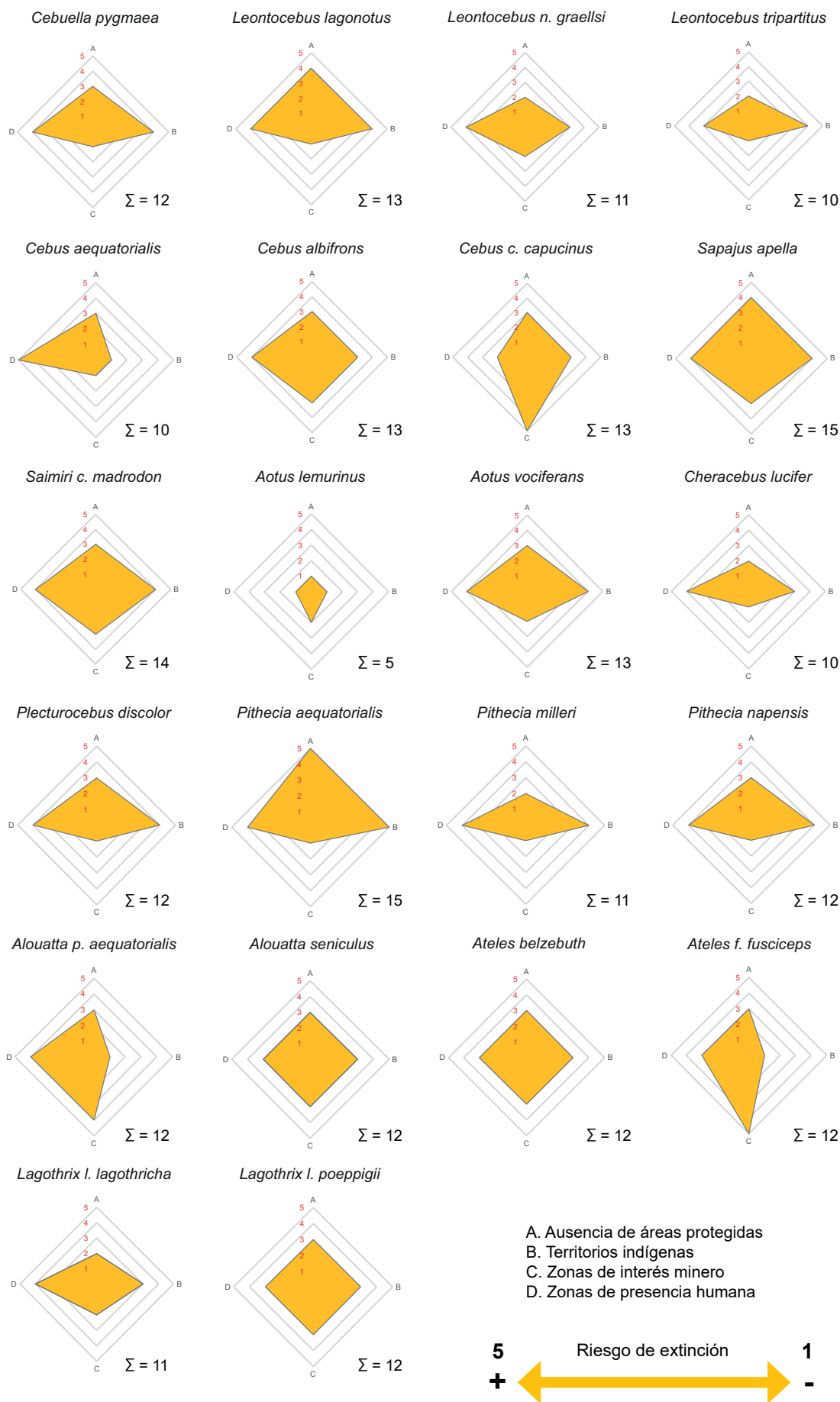


Figura 5.12. Estado de conservación de los primates del Ecuador: resultados del análisis de cuatro variables relacionadas con la sobreposición del hábitat idóneo de los 22 taxones de primates del país.

áreas protegidas (solo un 21 % de su hábitat idóneo), una alta presencia en territorios indígenas (un 84 %), una moderada presencia en zonas de interés minero (8 %) y una alta presencia en zonas de influencia humana (33 %).

En el lado opuesto, los puntajes más bajos fueron para una especie (*A. lemurinus*) que apenas alcanzó cinco puntos (25 % de la calificación máxima). Este primate tiene una muy alta presencia en áreas protegidas (apenas el 22 % de su hábitat idóneo no está protegido), una muy baja presencia en territorio indígenas (apenas 5 %), una baja presencia en zonas de interés minero (4 %) y una muy baja presencia en zonas de influencia humana (9 %).

El ordenamiento de los datos, de acuerdo con el PCA efectuado para los cuatro escenarios analizados, indica que la varianza total fue explicada en un 80 % por los dos primeros componentes (55 % el componente 1 y 25 % el 2). Los resultados muestran una tendencia a separar las poblaciones de primates al occidente y oriente de los Andes y los taxones en general están distribuidos en los cuatro cuadrantes, con una mayor tendencia a repartirse en el componente 1 y hacia valores positivos en relación con las variables (figura 5.13).

En la relación entre los escenarios y los taxones evaluados se distingue que los taxones grandes (todos los atélidos, excepto *L. l. lagothericha*) y dos medianos (*C. albifrons* y *C. c. capucinus*), entre

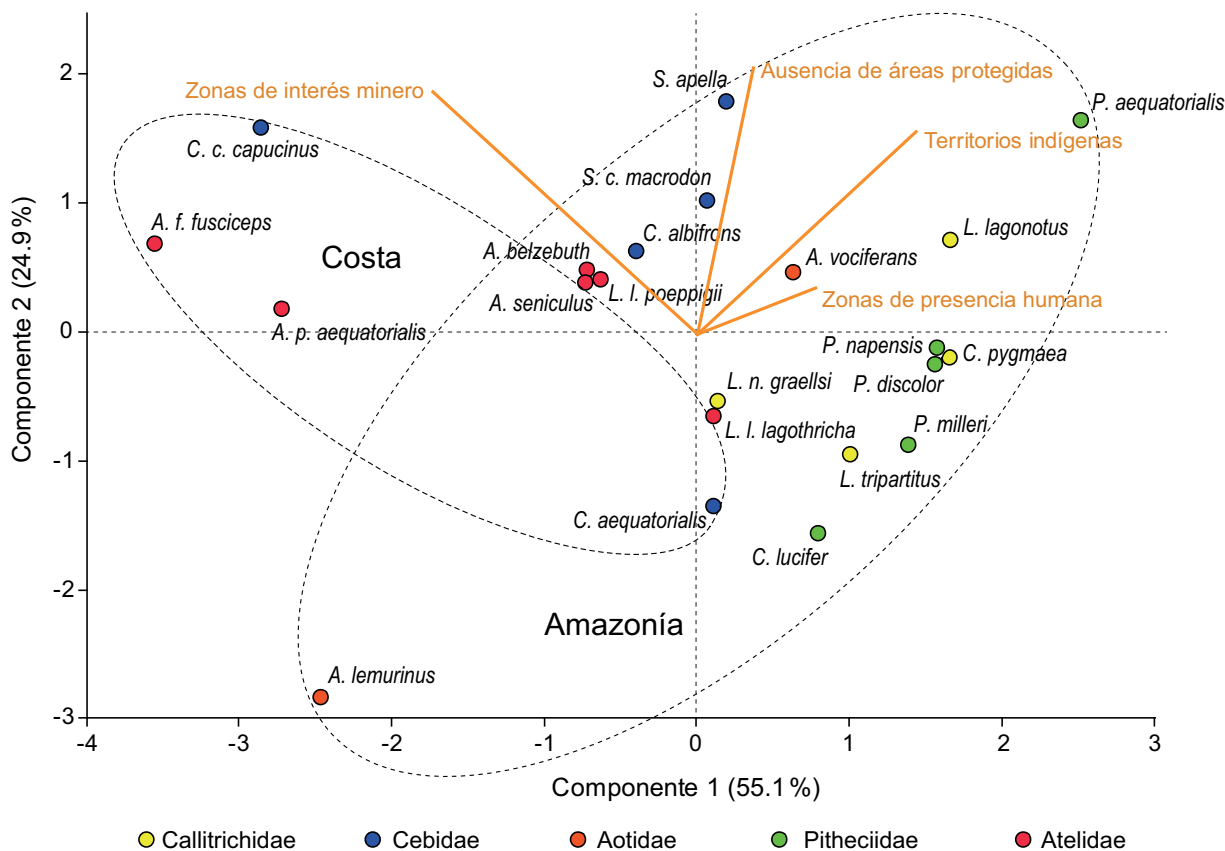


Figura 5.13. Análisis de componente principales (PCA) para las cuatro variables analizadas relacionadas con la sobreposición de hábitat idóneo frente al uso y ocupación del hábitat.

ellos se incluyen los tres primates de la Costa, están relacionados con las zonas de interés minero. Por el contrario, tres especies (*S. apella*, *P. aequatorialis* y *L. lagonotus*) tiene una alta relación con la ausencia o baja presencia en áreas protegidas (figura 5.13).

Las especies pequeñas (Callitrichidae) y medianas (Pitheciidae), de distribución mayormente tropical, están separadas de estos grupos y muestran que tienen una mayor cercanía con las zonas de influencia humana. En este grupo también se encuentran *L. l. lagothericha* y *C. aequatorialis* (figura 5.13). Para terminar, una especie (*A. lemurinus*) se muestra distante de todas y es la más alejada de todos los escenarios.

El ordenamiento de taxones mediante el análisis de conglomerados (figura 5.14) muestra tres taxones bien diferenciados entre ellos y de los restantes: *A. lemurinus* (Aotidae), *P. aequatorialis* (Pitheciidae) y *C. aequatorialis* (Cebidae), las dos primeras son especies amazónicas y la restante habita en la región Costa. Otra separación evidente en el gráfico corresponde al agrupamiento de

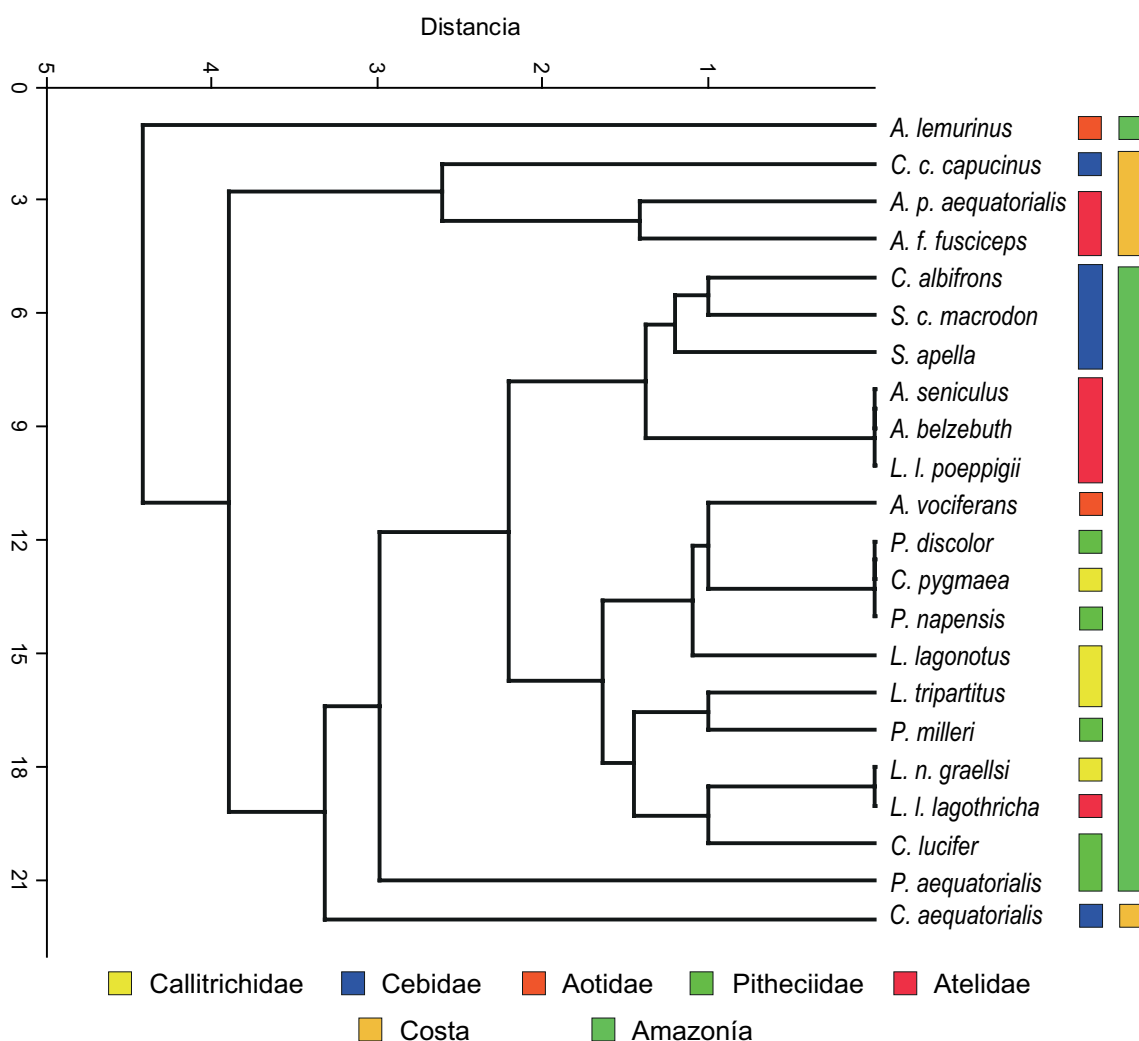


Figura 5.14. Sobreposición de hábitat: análisis de conglomerados (método de intergrupos), para las cuatro variables analizadas y los 22 taxones de primates del Ecuador.

las especies en dos clados, uno incluye a las grandes (la mayoría de Atelidae restantes) y el resto de cébidos, y el otro agrupa a las pequeñas (Callitrichidae) y el resto de miembros de Pitheciidae y Aotidae.

Dentro del clado de atélidos y cébidos, es evidente la agrupación de las tres especies de la Costa restantes: *C. c. capucinus*, *A. p. aequatorialis* y *A. f. fusciceps*. El gráfico también muestra la agrupación de grupos relacionados taxonómicamente. Uno reunió a tres especies de cébidos (*C. albifrons*, *S. c. macrodon* y *S. apella*) y otro a tres especies de atélidos (*A. seniculus*, *A. belzebuth* y *L. l. poeppigii*). Dentro del clados de especies pequeñas y el resto de las medianas (Aotidae y Pitheciidae) no existe un patrón definido y entre ellas aparece un atélido (*L. l. lagothricha*).

5.4.4. Estado de conservación y riesgo de extinción

Los resultados de la evaluación del estado de conservación y el riesgo de extinción de los primates del Ecuador, basado en el índice REX propuesto, indican que en el momento actual (2021) cinco taxones enfrentan un riesgo de extinción extremadamente alto, tres habitan en la Costa (*C. aequatorialis*, *A. p. aequatorialis* y *A. f. fusciceps*) y dos son amazónicos (*A. belzebuth* y *L. l. lagothricha*). La condición de cuatro de estos taxones se mantendrá crítica para 2050, mientras que el análisis sugiere que un taxón (*A. belzebuth*) podría descender a la categoría de riesgo muy alto. En su defecto, otro taxón (*C. c. capucinus*), que en el presente ha sido evaluado como de riesgo muy alto, subirá a la categoría de máximo riesgo.

Los resultados sugieren que otros cuatro taxones tienen un riesgo muy alto de extinción en el presente (*C. albifrons*, *S. c. macrodon*, *P. milleri* y *L. l. poeppigii*) y así se mantendrán en el futuro (hasta 2050); además, otros cuatro taxones evaluados con un riesgo alto en el presente subirán de categoría para mediados de siglo: *L. n. graellsii*, *S. apella*, *P. napensis*, *A. seniculus*.

En resumen, el riesgo de extinción que en el presente enfrentan los 22 taxones de primates del Ecuador es el siguiente: cinco taxones tienen un riesgo extremadamente alto, cinco están en la categoría de riesgo muy alto, ocho en riesgo alto y cuatro en riesgo moderado; ningún taxón clasificó dentro de la categoría de riesgo bajo (tabla 5.21). En la proyección realizada para 2050 cinco taxones se encontrarán dentro de la categoría de riesgo extremadamente alto, nueve en riesgo muy alto, seis en riesgo alto, dos en riesgo moderado y ningún primate se ubicará en la categoría de riesgo bajo (tabla 5.21). Al revisar los cambios de categorías entre el presente y la proyección a 2050 se tiene que 12 taxones (50 %) mantendrán su categoría, ocho subirán en una categoría y dos bajarán en una.

Tabla 5.21. Riesgo de extinción de los primates del Ecuador, en el momento actual (2021) y proyectado al futuro (2050), basado en el índice de riesgo de extinción de un taxón (REX) obtenido de tres grupos de variables: factores extrínsecos (amenazas), factores intrínsecos (bióticos) y sobreposición del hábitat. La valoración corresponde a la relación entre el puntaje obtenido por el taxón dividido para el puntaje máximo esperado de la variable y multiplicado por el peso asignado al conjunto de variables (factores extrínsecos 0.6, factores intrínsecos 0.3, sobreposición de hábitat 0.1) (más detalles véase en Métodos).

Taxón	Factores extrínsecos (amenazas)				Factores intrínsecos (bióticos)		Sobreposición del hábitat		Riesgo de extinción ¹				Riesgo
	2021		2050		Puntaje	Valoración	Puntaje	Valoración	2021		2050		
	Puntaje	Valoración	Puntaje	Valoración					REX	Interpretación	REX	Interpretación	
<i>C. pygmaea</i>	8	2.4	7	2.1	48	1.6	12	0.6	0.46	Alto	0.43	Moderado	↓
<i>L. lagonotus</i>	9	2.7	10	3.0	45	1.5	13	0.7	0.49	Alto	0.52	Alto	↔
<i>L. n. graellsii</i>	11	3.3	13	3.9	45	1.5	11	0.6	0.54	Alto	0.60	Muy alto	↑
<i>L. tripartitus</i>	7	2.1	9	2.7	48	1.6	10	0.5	0.42	Moderado	0.48	Alto	↑
<i>C. aequatorialis</i>	16	4.8	16	4.8	48	1.6	10	0.5	0.69	Extremadamente alto	0.69	Extremadamente alto	↔
<i>C. albifrons</i>	12	3.6	13	3.9	47	1.6	13	0.7	0.58	Muy alto	0.61	Muy alto	↔
<i>C. c. capucinus</i>	12	3.6	14	4.2	57	1.9	13	0.7	0.62	Muy alto	0.68	Extremadamente alto	↑
<i>S. apella</i>	10	3.0	12	3.6	50	1.7	15	0.8	0.54	Alto	0.60	Muy alto	↑
<i>S. c. macrodon</i>	12	3.6	12	3.6	42	1.4	14	0.7	0.57	Muy alto	0.57	Muy alto	↔
<i>A. lemurinus</i>	6	1.8	8	2.4	51	1.7	5	0.3	0.38	Moderado	0.44	Moderado	↔
<i>A. vociferans</i>	8	2.4	9	2.7	42	1.4	13	0.7	0.45	Alto	0.48	Alto	↔
<i>C. lucifer</i>	6	1.8	9	2.7	60	2.0	10	0.5	0.43	Moderado	0.52	Alto	↑
<i>P. discolor</i>	7	2.1	9	2.7	50	1.7	12	0.6	0.44	Moderado	0.50	Alto	↑
<i>P. aequatorialis</i>	6	1.8	7	2.1	60	2.0	15	0.8	0.46	Alto	0.49	Alto	↔
<i>P. milleri</i>	10	3.0	11	3.3	58	1.9	11	0.6	0.55	Muy alto	0.58	Muy alto	↔
<i>P. napensis</i>	7	2.1	10	3.0	57	1.9	12	0.6	0.46	Alto	0.55	Muy alto	↑
<i>A. p. aequatorialis</i>	14	4.2	16	4.8	53	1.8	12	0.6	0.66	Extremadamente alto	0.72	Extremadamente alto	↔

Tabla 5.21. Riesgo de extinción de los primates del Ecuador (continuación).

Taxón	Factores extrínsecos (amenazas)				Factores intrínsecos (bióticos)		Sobreposición del hábitat		Riesgo de extinción ¹				Riesgo
	2021		2050		Puntaje	Valoración	Puntaje	Valoración	2021		2050		
	Puntaje	Valoración	Puntaje	Valoración					REX	Interpretación	REX	Interpretación	
<i>A. seniculus</i>	10	3.0	11	3.3	53	1.8	12	0.6	0.54	Alto	0.57	Muy alto	↑
<i>A. belzebuth</i>	12	3.6	11	3.3	68	2.3	12	0.6	0.65	Extremadamente alto	0.62	Muy alto	↓
<i>A. f. fusciceps</i>	15	4.5	14	4.2	69	2.3	12	0.6	0.74	Extremadamente alto	0.71	Extremadamente alto	↔
<i>L. l. lagothericha</i>	13	3.9	13	3.9	75	2.5	11	0.6	0.70	Extremadamente alto	0.70	Extremadamente alto	↔
<i>L. l. poeppigii</i>	12	3.6	12	3.6	63	2.1	12	0.6	0.63	Muy alto	0.63	Muy alto	↔

Tendencia del riesgo de extinción: ↑ sube ↓ baja ↔ se mantiene

Interpretación del índice REX: Puntaje ≥ 0.65 = riesgo extremadamente alto. Puntaje 0.55–0.64 = muy alto. Puntaje 0.45–0.54 = alto. Puntaje 0.35–0.44 = moderado. Puntaje < 0.35 = bajo.

5.5. Discusión

El estudio sobre las amenazas directas (factores extrínsecos), los aspectos bióticos (factores intrínsecos) y la sobreposición del hábitat idóneo que enfrenta cada taxón demostró la difícil situación que enfrentan los primates del Ecuador: en el presente cinco taxones tienen un riesgo extremadamente alto, cinco están en la categoría de riesgo muy alto, ocho en riesgo alto y cuatro en riesgo moderado; ningún taxón ocupó la categoría de riesgo bajo de extinción. Al revisar los cambios de categorías entre el presente y la proyección a 2050, 11 taxones (50 %) mantendrán su categoría, nueve subirán en una categoría y apenas dos bajarán un nivel. Cuatro taxones que enfrentan un riesgo extremadamente alto de extinción en el presente (*C. aequatorialis*, *A. p. aequatorialis*, *A. f. fusciceps* y *L. l. lagothricha*) mantendrán su categoría para 2050, mientras que uno bajará (*A. belzebuth*), pero será reemplazado por otro (*C. c. capucinus*). Estos resultados apoyan la evaluación de la tercera edición del *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (Tirira, 2021a) y ponen de manifiesto la urgencia de buscar acciones efectivas que garanticen su conservación a largo plazo.

5.5.1. Amenazas directas

Deforestación. La evidencia indica que la deforestación tiene una tendencia decreciente en el Ecuador (MAE, 2017, 2018b); sin embargo, la amenaza persistirá durante las próximas décadas, toda vez que para 2050 se estima una reducción de bosques nativos del 24 y 10 % en la región Costa y Amazonía, respectivamente, en relación con la superficie que persiste en la actualidad. Esto hace que especies con altas pérdidas de bosque, como los primates de la Costa y varios de la Amazonía norte, enfrenten situaciones adversas.

De los tres escenarios de deforestación planteados al futuro (optimista, pesimista e intermedio), se considera que el tercero sería el que más se acercaría a la realidad, pues las otras propuestas presentan situaciones extremas (figura 5.2), con una reducción constante de la deforestación y una tasa que se acerca a 0 (en el escenario optimista) o una deforestación sin variación en su tasa (en el escenario pesimista). Sin embargo, para definir el escenario intermedio, era necesario realizar el cálculo de los escenarios extremos, los que más que una probabilidad de ocurrencia, fueron un proceso metodológico para definir un escenario probable.

La categorización de los taxones de primates de acuerdo con la deforestación indica que en términos generales la pérdida forestal continuará en relación con los valores actuales (tabla 5.8). Las especies de la Costa son las más afectadas por esta amenaza desde mediados del siglo XX, cuando se inició un intenso proceso de deforestación a lo largo de los principales ejes viales de la región (Dodson & Gentry, 1991). En este caso, para 2050 se pronostica que tres de los cuatro taxones habrán perdido más del 70 % de su hábitat idóneo (tabla 5.8).

En el lado opuesto, 16 taxones presentan en la actualidad una pérdida de hábitat idóneo inferior al 20 %, con un promedio de pérdida del 11 % entre todos; sin embargo, la pérdida promedio que

estos mismos taxones tendrán para 2050 se proyecta que alcance el 19 %, y solo siete taxones se encontrarán por debajo del umbral de pérdida del 20 % de su hábitat idóneo, resultados basados en el análisis del escenario intermedio. En este grupo de especies poco amenazadas por la deforestación, de acuerdo con el mismo escenario, destacan *P. aequatorialis* y *L. tripartitus* como los primates con menor pérdida forestal en 2050, contrario a *L. n. graellsii*, *P. milleri* y *L. l. lagothericha* que serán los taxones amazónicos con la mayor pérdida forestal para mediados de siglo (tabla 5.8), todos presentes en la Amazonía norte, una zona con alta intervención humana.

Un taxón con un nivel intermedio de pérdida forestal es *C. c. capucinus*, la cuarta especie de primate de la Costa y que para 2050 se estima que la pérdida de su hábitat idóneo alcance un 45 %; a pesar de ello, todavía no llegaría a los niveles críticos que tienen las otras especies de la región; sin embargo, este taxón tiene uno de los rangos de distribución más restringidos de los primates del país, y el mayor en su región, condición que vuelve compleja su conservación.

La reducción observada en la tendencia de la deforestación en el país y las políticas públicas que se han implementado por parte de la Autoridad ambiental (MAAE), hace pensar que, si bien la amenaza de la pérdida forestal continuará durante las próximas décadas, sus efectos en la región Amazónica no serán tan extremos como los observados en la región Costa durante la segunda mitad del siglo XX (Dodson & Gentry, 1991). Por el contrario, aunque la tasa de deforestación bruta en la Costa muestra una tendencia a disminuir, los escasos fragmentos de bosques remanentes hacen que el futuro de estos bosques sea incierto, así como el de las especies que habitan en su interior.

Fragmentación. La fragmentación está directamente relacionada con la pérdida forestal de un paisaje (Whitcomb, 1981); por este motivo, no llama la atención que las especies con las mayores tasas de deforestación también sean las que enfrentan más problemas relacionados con la fragmentación, como son (a) la pérdida del hábitat original, (b) el efecto de borde y (c) el incremento del aislamiento entre parches (Wilcox, 1980). Entre los primates del Ecuador, el caso más severo de fragmentación se observa en *C. aequatorialis*, que en el presente el fragmento más grande apenas alcanza el 21 % (2290 km²) de su hábitat idóneo y el promedio de los fragmentos superiores a 1 km² (n = 730) apenas llegan a los 13 km²; datos basados en una superficie de hábitat idóneo estimada en 10 701 km² para el momento actual; esta superficie se estima que en 2050 disminuirá a 7936 km² (una reducción del 26 %).

Otros casos críticos de fragmentación en el país se observan en *A. p. aequatorialis* y *A. f. fusciceps*, también primates de la Costa; aunque entre todas existen diferencias biológicas, según se explica más adelante en el análisis de los factores intrínsecos, que favorecen a *A. p. aequatorialis* y hacen que los efectos de la fragmentación sean más complejos en los otros dos taxones, en particular en lo referente a la dieta y al ámbito hogareño que cada uno requiere. *A. p. aequatorialis* es una especie folívora que necesita áreas inferiores a 0.2 km² (Fuentes, Alfonso-Cortes, Cervera, et al., 2018; Jones et al., 2009), a diferencia de los otros taxones, *C. aequatorialis* es omnívoro y su ámbito hogareño alcanza 1.5 km² (Cervera, Solórzano, et al., 2018; Jack & Campos, 2012; Jones et al., 2009), mientras

que *A. f. fusciceps* tiene una dieta especializada en frutos y su ámbito hogareño es bastante más grande, alrededor de 2.4 km² (Jones et al., 2009; Morelos-Juárez et al., 2018).

La severa fragmentación que enfrentan estas tres especies conlleva a que los parches de bosque más pequeños estén rodeados por granjas, pastos con fines ganaderos, cultivos de palma africana, caminos y otras zonas de presencia humana, en donde los individuos son más susceptibles a la cacería, además de otros desafíos que deben enfrentar las poblaciones pequeñas (e.g. endogamia, enfermedades y desastres fortuitos) y que pueden llegar a convertirse en las mayores amenazas (Mittermeier et al., 2013). Entre estas amenazas emergentes se encuentran las enfermedades, las que en varias ocasiones ya han afectado a poblaciones ecuatorianas de *A. p. aequatorialis* (Albuja V., 1983; Fuentes, Alfonso-Cortes, Cervera, et al., 2018).

Estudios efectuados en Colombia sugieren que las especies de primates generalistas son más resistentes a la fragmentación que las especializadas, en donde también tienen que ver aspectos relacionados con la calidad de la vegetación y la estructura espacial de los fragmentos (Marsh et al., 2016). Los autores confirmaron que *C. albifrons*, la especie generalista, fue la más abundante en los fragmentos estudiados, independientemente del nivel de alteración del hábitat; por el contrario, *Ateles hybridus*, un primate grande emparentado con *A. f. fusciceps*, solo ocupó fragmentos de mayor tamaño y mejor calidad, mientras que estuvo ausente o fue escaso en los fragmentos más pequeños y con alteraciones recientes. Otra especie analizada en el estudio de Colombia fue *Alouatta seniculus*, perteneciente a un género de primates folívoros que pueden sobrevivir en hábitats degradados (Rylands & Mittermeier, 2013a), algo que ha sido confirmado en estudios efectuados en el Ecuador con *A. p. aequatorialis* (Fuentes, Alfonso-Cortes, Cervera, et al., 2018). *A. seniculus* fue encontrado en abundancias intermedias entre *Cebus albifrons* y *Ateles hybridus* y se encontró con mayor frecuencia en fragmentos de alta calidad.

Otro aspecto a considerar en las tres especies de primates indicadas, y que refleja la distinta situación que enfrentan, tiene relación con el estado de protección en el que se encuentran los fragmentos más grandes de hábitat que ocupan. En el caso de *C. aequatorialis* los fragmentos más grandes se encuentran en la cordillera Chongón-Colonche y en las estribaciones occidentales del volcán Pichincha, zonas sin protección gubernamental directa y con alta presión externa, con algunos bosques de vegetación protectora con limitada superficie y escaso manejo. Por el contrario, el fragmento más grande de las otras dos especies (*A. p. aequatorialis* y *A. f. fusciceps*) corresponde al PN Cotacachi-Cayapas y su área de influencia, una zona protegida por el Estado e incluida dentro del SNAP.

En el lado opuesto, la menor fragmentación se observa en los primates amazónicos, entre ellos destacan dos especies (*L. tripartitus* y *P. aequatorialis*), cuyos fragmentos más grandes casi ocupan el 100 % de su hábitat idóneo y el promedio de los fragmentos superiores a 1 km² alcanza los 2433 km² (n = 5) y 552 km² (n = 17), respectivamente. En el caso de *L. tripartitus* una buena parte de su área de vida se encuentra protegida por el PN Yasuní, a diferencia de *P. aequatorialis*, al ser el único primate del país no incluido dentro de área protegida alguna, sea pública o privada.

Cacería. Dentro de los mamíferos de la Amazonía ecuatoriana, se ha determinado que los primates ocupan el segundo lugar de preferencia en la dieta de los pueblos indígenas, después de los pecaríes (Tayassuidae) (Hames & Vickers, 1982). Esta preferencia no es uniforme, pues la mayor incidencia se concentra en las especies de primates grandes (que corresponden a la familia Atelidae) y con particular interés hacia los monos de los géneros *Ateles* y *Lagothrix* (Nuñez-Iturri & Howe, 2007; Peres, 1991), mientras que las especies medianas (principalmente de los géneros *Cebus*, *Sapajus* y *Pithecia*) son cazadas cuando no se encuentran las especies mayores (Lu, 1999; Nuñez-Iturri & Howe, 2007; Prieto-Albuja, 2011; Sirén, 2012; Tirira & Rios, 2019; Yost & Kelly, 1983; Zapata Ríos, 2001).

Este cambio en los patrones de preferencia también está ligado al estado de conservación de un ecosistema y a la abundancia de las especies de mayor interés. Cuando una especie de alta preferencia está ausente, los indígenas optan por cazar otras especies, aunque de menor tamaño (De la Montaña, 2013). En el caso específico de *L. l. poeppigii*, la frecuencia con la que es cazada puede alcanzar hasta un 84 % del total de primates capturados (WCS-Ecuador, 2007) (con un promedio 51 % en 25 estudios; tabla 5.11); sin embargo, en áreas donde existe sobrecacería su abundancia puede descender a valores inferiores al 35 % (e.g. Álvarez-Solas, Ramis, et al., 2018; Franzen, 2006; Sirén, 2012; Tirira & Rios, 2019) o incluso estar ausente, como ocurre en el Alto Nangaritza (Cango & Quezada, 2011; Castro Cóndor, 2008) o en otras localidades de la cuenca amazónica (Peres, 1991).

La incidencia de la cacería sobre los primates de la región Costa es incierta, pues no existe estudios que aporten con información cuantificada. Los pocos trabajos efectuados con indígenas chachi y afroecuatorianos, en la provincia de Esmeraldas, indican que la captura de mamíferos silvestres como fuente de proteína se concentra en roedores, marsupiales, pecaríes, venados y armadillos (Mena-Valenzuela, 1998; Mena-Valenzuela & Cueva, 2006; Suárez et al., 1995). Sin embargo, la cacería de primates en la región es comentada en varias fuentes (e.g. Fuentes, Alfonso-Cortes, Cervera, et al., 2018; Morelos-Juárez, 2015; Peck et al., 2010; Tirira, De la Torre, et al., 2018a), a pesar de ello, solo existe el reporte de un único ejemplar de *A. f. fusciceps* capturado con este fin (Mena-Valenzuela & Cueva, 2006).

A pesar de este vacío de información, el amplio solapamiento que existe en la distribución de las tres especies que habitan al norte del río Esmeraldas (*A. f. fusciceps*, *A. p. aequatorialis* y *C. c. capucinus*) con los territorios de indígenas Awá y Chachi indica que esta es una amenaza constante para los primates. Por el contrario, su cacería como fuente de proteína parece ser más limitada al sur del río Esmeraldas, dada la poca presencia de grupos indígenas. En este sentido, *C. aequatorialis* podría ser una de las especies de primates menos usadas como fuente de proteína en el país.

La problemática de la cacería de primates en el Ecuador es de difícil solución debido a que está amparada por el marco legal que rige en el país (Capítulo IV: Derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades, artículo 57, numerales 1, 6, 12, de la Constitución de la República del Ecuador) (Asamblea Constituyente, 2008) en donde se especifica que los pueblos indígenas

tienen derecho a “mantener... [sus] tradiciones ancestrales” (numeral 1), a “participar en el uso [y] usufructo [...] de los recursos naturales renovables que se hallen en sus tierras” (numeral 6) y a “mantener, proteger y desarrollar sus [...] saberes ancestrales [...] y el conocimiento de los recursos y propiedades de la fauna y la flora” (numeral 12). En conjunto, estos derechos resumen la libertad que tienen los pueblos indígenas y afroecuatorianos para extraer sus alimentos de la naturaleza, entre ellos los primates.

Según el Código Orgánico Integral Penal (COIP), actualmente vigente (Registro Oficial suplemento No. 180 del 10 de febrero de 2014), en su artículo 247, “Delitos contra la flora y fauna silvestres”, especifica que la caza de especies amenazadas y en peligro de extinción será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años (Tirira, Proaño, et al., 2018); sin embargo, la normativa exceptúa la cacería de subsistencia y que es ejercida de forma libre y abierta por todos los pueblos indígenas en donde habitan estos mamíferos.

Al revisar la ocupación de los territorios indígenas (EcoCiencia, 2021) y relacionarlos con los mapas de extensión de presencia de los 22 taxones de primates del país es evidente que existe un alto solapamiento entre ambos polígonos, sobreposición que en promedio alcanza el 62 % y para 18 taxones supera el 57 % (tabla 5.22). Por otra parte, el nivel de protección que ofrecen las distintas áreas protegidas nacionales (SNAP) es limitado, pues la evidencia indica que 14 taxones de primates (y otros cinco probables) son cazados por indígenas que habitan al interior de dichas áreas (tabla 5.22), principalmente en el PN Yasuní y la RPF Cuyabeno (Franzen, 2006; Prieto-Albuja, 2011; Schel, 1997; Tirira, Greeney, et al., 2020; Tirira & Rios, 2019).

Estos antecedentes hacen que el control de la cacería de subsistencia, incluso dentro de las mismas áreas protegidas, sea poco probable y nada efectivo. Un impacto que continuará en las próximas décadas dado el crecimiento poblacional que existe en las áreas rurales del país (Bastidas y Medina, 2011), sumado a los niveles de pobreza en que viven las comunidades indígenas y la poca atención que tiene el cumplimiento de sus necesidades básicas (Tirira, De la Torre, et al., 2018a).

La proyección a futuro de esta amenaza se realizó en base a la información conocida y a los cambios que se sospecha podrían ocurrir en las próximas décadas, pues con la disminución en la abundancia de las especies más cazadas, se espera que el volumen de cosecha se incremente hacia las especies de menor tamaño y que por ahora tienen una menor preferencia de capturas (De la Montaña, 2013).

Tráfico. En términos generales, los resultados sobre el tráfico de primates en el Ecuador se pueden dividir en tres períodos (figura 5.4). El primero, antes de 2000, corresponde a una época en que existía poca atención a esta problemática en el país y los datos eran poco cuantificados, lo cual se puede observar en la escasa información existente en este período, con apenas un 7 % del total levantado (a un promedio de menos de 19 ejemplares por año). El segundo período, entre 2000–2011, es una etapa en que la Autoridad ambiental del país estableció mejores controles y la

Tabla 5.22. Cacería de primates en el Ecuador: porcentaje de sobreposición del área de extensión de presencia de cada taxón dentro de los territorios indígenas del país e incidencia de la cacería de subsistencia dentro de Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).

Taxón	Preferencia de cacería determinada (2020)	Porcentaje de sobreposición con territorios indígenas	Se lo caza dentro del SNAP
<i>C. pygmaea</i>	Sin preferencia	81.3	Sí
<i>L. lagonotus</i>	Baja	80.9	Se desconoce
<i>L. n. graellsii</i>	Baja	61.0	Sí
<i>L. tripartitus</i>	Baja	78.1	Sí
<i>C. aequatorialis</i>	Baja	2.1	Se desconoce
<i>C. albifrons</i>	Moderada	64.9	Sí
<i>C. c. capucinus</i>	Moderada	56.7	Es probable
<i>S. apella</i>	Moderada	84.1	Es probable
<i>S. c. macrodon</i>	Baja	71.9	Sí
<i>A. lemurinus</i>	Sin preferencia	4.7	Es probable
<i>A. vociferans</i>	Baja	73.3	Sí
<i>C. lucifer</i>	Baja	63.5	Sí
<i>P. discolor</i>	Baja	85.6	Sí
<i>P. aequatorialis</i>	Moderada	99.6	No
<i>P. milleri</i>	Moderada	80.3	Sí
<i>P. napensis</i>	Moderada	86.6	Sí
<i>A. p. aequatorialis</i>	Alta	9.5	Es probable
<i>A. seniculus</i>	Alta	64.8	Sí
<i>A. belzebuth</i>	Muy alta	67.7	Sí
<i>A. f. fusciceps</i>	Muy alta	15.3	Es probable
<i>L. l. lagothricha</i>	Muy alta	60.3	Sí
<i>L. l. poeppigii</i>	Muy alta	67.4	Sí

información empezó a ser cuantificada de mejor manera; estos años también muestran el mayor número de ejemplares traficados, con el 76 % del total (a un promedio de 174 incautaciones por año). El tercer período empieza en 2012 y se extiende hasta el presente (2021). Esta etapa muestra una importante disminución en el número de incautaciones, posiblemente como resultado de políticas impuestas por la Autoridad ambiental en el control del tráfico en el país. Este período aportó con el 17 % del total de registros (a un promedio de 42 ejemplares incautados por año).

Si bien existe poca información sobre la magnitud que representa el tráfico de vida silvestre dentro de la región; estimativos indican que los datos conocidos (basados principalmente en decomisos e incautaciones) representan un pequeño porcentaje del impacto real (Gastanaga et al., 2011; Shanee et al., 2017). Dentro de la vida silvestre traficada, los primates son uno de los grupos más afectados (Shanee, 2012; Tirira, 2012) y constituye una de las principales amenazas para su conservación (Shanee et al., 2017). Esto hace pensar que los resultados sobre tráfico aquí reportados son subestimados y los números reales serían más altos. Solo para Perú, el tráfico de primates se estima que supera los cien mil individuos al año (Shanee et al., 2017).

Más allá de este vacío de información, es clara la tendencia sobre la preferencia de tráfico que existe entre los primates ecuatorianos. Patrones similares a los aquí presentados se observan en otros dos estudios, en Ecuador (Tirira, 2013) y Perú (Shanee et al., 2017). En todos, el género de primate más traficado fue *Saimiri*, con porcentajes del 36 % en Perú y del 35 al 39 % en Ecuador. En Perú, otros géneros con altos números de tráfico fueron *Saguinus* (incluye *Leontocebus*) 16 %, *Cebus* 15 %, *Cebuella* 13 % y *Lagothrix* 10 %; en Ecuador, en el presente estudio, aparecen como más traficados los géneros *Cebus* 21 %, *Lagothrix* 11 %, *Leontocebus* 10 % y *Ateles* 7 %. En el estudio de Tirira (2013) fueron *Cebus* 21 %, *Leontocebus* 11 %, *Lagothrix* 9 % y *Ateles* 5 %.

La combinación de los resultados de tráfico aquí presentados con (1) un mejor control por parte de la Autoridad ambiental; (2) la tendencia que se observa de otras amenazas (principalmente la disminución en la abundancia que se esperaría para las especies más cazadas, como *Lagothrix* y *Ateles*; acompañada de un incremento en la cacería de especies menores, como *Cebus* y *Leontocebus*); y (3) las conductas sociales esperadas (una mayor valoración al cuidado de la naturaleza, con la consiguiente reducción en la demanda de fauna silvestre; hacen prever que el tráfico de primates podría disminuir para 2050 (tabla 5.14). Sin embargo, esta disminución en el tráfico debe ser tomada con precaución, pues el menor tráfico que muchos taxones analizados podrían mostrar en 2050 no quiere decir una menor incidencia de la amenaza sobre las poblaciones de los primates; implica que muchos taxones podrían ser menos traficados por la misma rareza o poca frecuencia con que serían registrados en la naturaleza, como producto de la cacería excesiva y la disminución derivada de los efectos de otras amenazas consideradas.

5.5.2. Factores intrínsecos

La información levantada indica que los taxones con los factores intrínsecos menos favorables en términos de conservación fueron *L. l. lagothricha*, *A. f. fusciceps*, *A. belzebuth* y *L. l. poeppigii*, en ese orden (tabla 5.15), todos dentro de la familia Atelidae y con serias amenazas a su conservación, derivadas, en su mayoría, de la deforestación, la fragmentación y la cacería (Tirira, 2011; UICN, 2020), una condición que ya fue encontrada durante la evaluación de mamíferos del mundo, cuando se obtuvo una relación positiva en términos estadísticos que indica que las familias más amenazadas de primates son también las de mayor tamaño corporal (Schipper et al., 2008). Entre los factores bióticos que más influyen sobre estos taxones, de acuerdo con el PCA, se encuentran las variables biológicas, principalmente aquellas relacionadas con la biología reproductiva (figura 5.10), condición que las vuelve más sensibles al tener largos períodos de madurez sexual y reproducción (Rylands & Mittermeier, 2013a). Otros factores intrínsecos que actúan negativamente sobre estos primates son su extenso ámbito hogareño (Jones et al., 2009; Rylands & Mittermeier, 2013a) y su tamaño corporal grande (Tirira, 2017), condición que además los vuelve atractivos para la cacería.

Las especies del género *Pithecia* y *Cheracebus lucifer* también mostraron un alto puntaje en la evaluación de los factores intrínsecos (tabla 5.15), lo cual demuestra que su nivel de adaptación a los cambios ambientales (derivados de las amenazas) no serían adecuados para garantizar su

supervivencia. Entre los factores bióticos de mayor influencia sobre estos primates se encuentran la “calidad de hábitat” y la “dieta”, toda vez que son especies mayormente frugívoras y en buena medida restringidas a hábitats primarios y bien conservados (Ferrari et al., 2013).

El género *Alouatta* siguió en importancia, un grupo que si bien comparte varios aspectos bióticos con sus congéneres (*Ateles* y *Lagothrix*) (figura 5.9, apéndice 9), presenta varias diferencias relacionadas con su dieta (mayormente folívora) y sus ámbitos hogareños (Rylands & Mittermeier, 2013a), esto hace que sean los taxones más alejados dentro de los Atelidae y muestren cierta cercanía con los miembros de la familia Cebidae (figuras 5.10 y 5.11).

Especies de primates con una valoración intermedia (géneros *Cebus* y *Sapajus*) muestran que están influenciados por el tamaño de grupos (figura 5.10); de hecho, son primates que forman agregaciones de hasta 30 individuos y además pueden asociarse con otros taxones y formar grupos más grandes (Rylands & Mittermeier, 2013c). Una excepción a estos primates es *C. c. capucinus*, un taxón con algunas diferencias respecto a los *Cebus* y que en su mayoría están relacionadas con su biología reproductiva. El puntaje de esta especie es cercano al género *Pithecia*, a pesar de que tienen notorias diferencias en su biología y ecología (Ferrari et al., 2013; Rylands & Mittermeier, 2013c).

El PCA indica que las especies de primates pequeños (*Cebuella pygmaea*, *Leontocebus* spp., *Plecturocebus discolor* y *Aotus lemurinus*) están influenciadas por su limitada capacidad de dispersión, condición que también se ve reflejada en las pequeñas áreas de vida que ocupan y en otras variables relacionadas, como la distribución y el rango altitudinal (figura 5.10) (Mittermeier et al., 2013; Tirira, De la Torre, et al., 2018a).

El puntaje y la ubicación de *S. c. macrodon* y *A. vociferans* (tabla 5.15, figura 5.10) implica que en términos generales ambas especies tienen mejores probabilidades de adaptación frente a amenazas externas, a pesar de que la biología y ecología es bastante diferente entre ambos taxones (apéndice 9) (Fernández-Duque et al., 2013; Rylands & Mittermeier, 2013c), lo cual se ve reflejado en el PCA y el diagrama de conglomerados (figuras 5.10 y 5.11).

5.5.3. Sobreposición del hábitat

El análisis de la sobreposición del hábitat idóneo frente a cuatro escenarios de uso y ocupación muestra escenarios diferentes a los presentados en los análisis previos (factores extrínsecos e intrínsecos), en donde destacan dos especies (*S. apella* y *P. aequatorialis*) que han tenido poca o moderada presencia entre los análisis de amenazas o de factores bióticos. Este análisis también muestra que una especie (*A. lemurinus*) presenta las mejores condiciones y se muestra alejada del resto de primates ecuatorianos.

En términos generales, el hábitat idóneo de los primates del Ecuador tiene una aceptable presencia en el interior de áreas protegidas, sean estatales (SNAP) o bosques y vegetaciones protectores de

carácter público, privado o comunitario, con el 39 % dentro de áreas de conservación, un porcentaje superior frente al 20 % de protección que tiene el país en su conjunto (MAAE, 2020). Sin embargo, la presencia de primates en el interior de áreas protegidas no garantiza su conservación, pues en muchas de ellas habitan grupos indígenas, quienes tienen libertad para la cacería, tal es el caso del PN Yasuní y la RPF Cuyabeno, solo por mencionar dos de las más grandes y con estudios específicos relacionados con el impacto de esta amenaza sobre los primates (Prieto-Albuja, 2011; Tirira, Greeney, et al., 2020; Tirira & Rios, 2019).

En este análisis, se determinó que una sola especie de primate (*P. aequatorialis*) está ausente de cualquier área protegida del país, por lo cual se considera una prioridad buscar un mecanismo para su conservación *in situ*, que es una de las actividades de trabajo (código IN-8) del *Plan de acción para la conservación de los primates del Ecuador* (Tirira, De la Torre, et al., 2018b).

Otro aspecto notorio de este análisis de sobreposición es que todas las especies de primates incluyen algún porcentaje de hábitat idóneo dentro de territorios indígenas del país, que van de apenas un 2 % (en *C. aequatorialis*) a casi 100 % de su área de ocupación (en *P. aequatorialis*), para un promedio entre todos los taxones del 62 %. Esta sobreposición indica que todos los taxones, en mayor o menor medida, pueden verse afectados por la cacería, sea como fuente proteína o para el tráfico y comercialización de mascotas.

Los mayores porcentajes de sobreposición entre el hábitat idóneo de los primates y los territorios indígenas se encuentran en los taxones restringidos a la Amazonía baja, con porcentajes de solapamiento que van del 60 al 100 %; mientras que las especies de la Costa muestran porcentajes bastante inferiores (2–15 %), con excepción de una especie (*C. c. capucinus*), que tiene una sobreposición del 57 %.

Las zonas de interés minero del Ecuador se concentran en su mayoría en las estribaciones occidentales y surorientales de la cordillera de los Andes, y en buena parte de las cordilleras del Kutukú y del Cóndor. En términos generales, estas zonas tienen una baja sobreposición frente al hábitat idóneo de los primates del país, con un promedio de solapamiento de apenas el 6 % (rango 0.1–30 %).

Este análisis destaca que la mayor incidencia de la minería ocurre en las cuatro especies de primates de la Costa, que es en donde se concentra el mayor número de concesiones; por fortuna, en el solapamiento entre áreas protegidas estatales (SNAP) y las zonas mineras es insignificante, inferior al 0.2 %, no así con los bosques protectores. Otras especies de primates con incidencia de la minería son aquellas de amplia distribución, también presentes en climas tropicales y templados.

La evaluación sobre la cantidad de hábitat idóneo amenazado indica que el promedio para todos los taxones de primates alcanza el 31 % (rango 9–42 %). Ambos valores extremos concuerdan con taxones que han demostrado los menores y mayores puntajes en los análisis de amenazas, como son los casos de *A. lemurinus*, en el rango inferior, y *C. aequatorialis*, en el superior.

En términos generales, este es la primera aproximación relacionada con un análisis de estas características para los primates del Ecuador. La única evaluación que consideró estos elementos fue un estudio sobre dos especies de primates en las estribaciones occidentales de la provincia del Azuay (*C. aequatorialis* y *A. p. aequatorialis*) (Tirira & Gallo-Viracocha, 2020). En esta investigación se determinó que la minería en la zona podría alterar entre el 18 y 89 % de los fragmentos de bosque con hábitat idóneo para ambas especies.

5.5.4. Estado de conservación y riesgo de extinción

Sobre la metodología. No se conoce de otros estudios que evalúen el riesgo de extinción en primates con base en los dos aspectos vinculados a la conservación de un taxón: las amenazas directas (factores extrínsecos) y los aspectos bióticos propios de cada taxón (factores intrínsecos). Entre los pocos trabajos conocidos que tomaron en consideración aspectos bióticos de primates figura un estudio que relaciona la vulnerabilidad de estos mamíferos frente a amenazas ambientales (Zhang et al., 2019).

La evaluación sobre el estado de conservación y el riesgo de extinción de primates aquí presentada ofrece una alternativa a las tradicionales evaluaciones de las listas rojas desarrolladas por la UICN (2001), aunque los procesos e insumos son diferentes. Durante las últimas cuatro décadas las listas rojas de la UICN han presentado aproximaciones al estado de conservación de las especies del planeta (Schipper et al., 2008) y han sido ampliamente aceptadas debido a que sus evaluaciones integran el trabajo mancomunado de científicos, técnicos, instituciones académicas, gubernamentales y no gubernamentales (Tirira, 2011; UICN, 2020). Sin embargo, muchos de los criterios y conceptos utilizados en las evaluaciones de la UICN aceptan, además de información observada y publicada, cualquier tipo de insumo, sean datos estimados, inferidos o sospechados (UICN, 2017), lo que conlleva a que puedan existir evaluaciones subjetivas.

La metodología que presenta la UICN para la evaluación de los taxones ha sido estandarizada para cualquier tipo de organismo en el planeta, con excepción de microorganismos (UICN, 2020), lo que ha causado cierta discusión en algunos sectores sobre su efectividad y pertinencia, pues ciertos insumos requeridos para las evaluaciones, entre ellos unos de los más empleados (i.e. Reducción del tamaño poblacional, criterio A), no siempre han estado disponibles y su utilización se ha basado más en la sospecha y la inferencia que en la certeza (Díaz & Ojeda, 2000; D. Tirira, com. pers.), o simplemente, se ha considerado que algunos de los procesos en la evaluación propuesta por la UICN no eran aplicables a evaluaciones nacionales, regionales o locales (MMAA, 2009; Palomo et al., 2007), lo que ha motivado a que en varias ocasiones la comunidad científica busque alternativas o variantes que se adapten mejor a sus evaluaciones (MMAA, 2009).

Si bien no es el objetivo de esta investigación rivalizar o reemplazar las categorías que propone la Lista Roja de la UICN, se considera que en varios aspectos la metodología aquí utilizada presenta una mayor certeza y datos con un mejor sustento científico a los insumos empleados en las

evaluaciones nacionales que aparecen en las tres ediciones de los libros rojos de los mamíferos del Ecuador (Tirira, 2001a, 2011, 2021a), y que siguen la metodología propuesta por la UICN (2001).

En el caso específico de la más reciente evaluación nacional del *Libro Rojo*, llevada a cabo en octubre de 2020 y que será publicada en noviembre de 2021 (Tirira, 2021a), tiene un 59 % de similitud ($n = 13$) con los resultados aquí presentados; mientras que para cinco taxones la categoría asignada no sería la suficiente y deberían incrementar en un nivel, pero para otros cuatro ocurre lo contrario (tabla 5.23). Con estos antecedentes, es necesario un análisis más detallado entre los distintos evaluadores y asesores en la nueva y futuras versiones de las listas y libros para definir la pertinencia de la metodología aquí desarrollada para la evaluación de los primates del Ecuador. También se propone aplicar o adaptar esta metodología a otros órdenes de mamíferos, u otra fauna en general, en busca no solo de evaluaciones más objetivas, sino también en proyecciones que permitan medir el riesgo de extinción de un taxón en el futuro con varias décadas de anticipación.

Sobre los taxones evaluados. El análisis realizado sobre el estado de conservación y riesgo de extinción de los primates del Ecuador demuestra la crítica situación que enfrentan estos mamíferos en el país, un hecho que ya fue puesto en evidencia con la segunda edición del *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (Tirira, 2011) y ratificado en su tercera edición (Tirira, 2021a), que se encuentra en proceso de publicación. Comentarios específicos para cada taxón evaluado, de acuerdo con el presente análisis, son los siguientes:

Cebuella pygmaea tiene un alto riesgo de extinción en el presente y la amenaza más importante que enfrenta es la fragmentación. Los factores intrínsecos tienen baja incidencia sobre esta especie, entre ellos, los de mayor relevancia fueron la dieta, la estructura poblacional, la calidad del hábitat, la capacidad de dispersión y el rango altitudinal; mientras que su área de distribución presenta un alto solapamiento con territorios indígenas y con zonas de influencia humana. Esta evaluación indica que en el presente *C. pygmaea* debería ser considerada como Vulnerable, categoría que coincide con la propuesta de la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a). En la proyección a 2050 se espera que la especie disminuya a Casi Amenazada, siendo esta una de las dos especies en el estudio que bajaría de categoría; sin embargo, esta condición no implica necesariamente un mejor estado de conservación, pues tres de las amenazas permanecerán constantes, solamente disminuirá la amenaza del tráfico, variable que ha sido suficiente dentro del análisis propuesto para que ocurra una disminución en su categoría. La información presentada debe ser actualizada y corroborada, primero porque este taxón fue separado recientemente en dos especies plenas (*C. pygmaea* y *C. niveiventris*), una a cada lado del río Napo (Porter et al., 2021); y segundo, porque dentro de los primates ecuatorianos la distribución de este primate es una de las más complejas, pues puede estar presente y ser abundante en unas zonas, pero estar ausente en otras (De la Torre & Tirira, 2018b), lo que hace suponer que el hábitat idóneo y la distribución propuestos podrían ser sobrestimados.

Leontocebus lagonotus tiene un alto riesgo de extinción en el presente y la amenaza más importante que enfrenta es el tráfico. Los factores intrínsecos tienen una baja incidencia sobre esta especie;

Tabla 5.23. Riesgo de extinción de los primates en el Ecuador: relación de acuerdo con las categorías de la UICN y comparación con las categorías asignadas en la tercera edición del *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (Tirira, 2021a).

Taxón	Libro Rojo 2021	Riesgo de extinción (este estudio)		Variación 2021	Riesgo de extinción (este estudio)	
	Categoría asignada	2021	Categoría sugerida		2050	Categoría sugerida
<i>C. pygmaea</i>	VU	Alto	VU	↔	Moderado	NT
<i>L. lagonotus</i>	NT	Alto	VU	↑	Alto	VU
<i>L. n. graellsii</i>	VU	Alto	VU	↔	Muy alto	EN
<i>L. tripartitus</i>	VU	Moderado	NT	↓	Alto	VU
<i>C. aequatorialis</i>	CR	Extremadamente alto	CR	↔	Extremadamente alto	CR
<i>C. albifrons</i>	VU	Muy alto	EN	↑	Muy alto	EN
<i>C. c. capucinus</i>	CR	Muy alto	EN	↓	Extremadamente alto	CR
<i>S. apella</i>	VU	Alto	VU	↔	Muy alto	EN
<i>S. c. macrodon</i>	VU	Muy alto	EN	↑	Muy alto	EN
<i>A. lemurinus</i>	EN	Moderado	NT	↓↓	Moderado	NT
<i>A. vociferans</i>	VU	Alto	VU	↔	Alto	VU
<i>C. lucifer</i>	EN	Moderado	NT	↓↓	Alto	VU
<i>P. discolor</i>	NT	Moderado	NT	↔	Alto	VU
<i>P. aequatorialis</i>	VU	Alto	VU	↔	Alto	VU
<i>P. milleri</i>	VU	Muy alto	EN	↑	Muy alto	EN
<i>P. napensis</i>	NT	Alto	VU	↑	Muy alto	EN
<i>A. p. aequatorialis</i>	CR	Extremadamente alto	CR	↔	Extremadamente alto	CR
<i>A. seniculus</i>	VU	Alto	VU	↔	Muy alto	EN
<i>A. belzebuth</i>	CR	Extremadamente alto	CR	↔	Muy alto	EN
<i>A. f. fusciceps</i>	CR	Extremadamente alto	CR	↔	Extremadamente alto	CR
<i>L. l. lagothericha</i>	CR	Extremadamente alto	CR	↔	Extremadamente alto	CR
<i>L. l. poeppigii</i>	EN	Muy alto	EN	↔	Muy alto	EN

Categorías: CR = En Peligro Crítico. EN = En Peligro. NT = Casi Amenazada. VU = Vulnerable.

Variación entre el Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador (2021) y la evaluación aquí realizada: ↔ mantiene la categoría; ↑ sube una categoría; ↓ baja una categoría; ↓↓ baja dos categorías.

las variables más importantes fueron la estructura poblacional, la capacidad de dispersión, la densidad poblacional y la abundancia relativa; mientras que su área de distribución presenta un alto solapamiento con territorios indígenas y con zonas de influencia humana, pero además apenas una pequeña superficie de su hábitat idóneo está protegida. Esta evaluación indica que en el presente *L. lagonotus* debería ser considerado como un taxón Vulnerable, categoría que es superior a la

propuesta por la más reciente evaluación nacional, que lo coloca como Casi Amenazado, en base a que su población estaría próxima a alcanzar un pérdida del 30 % (Tirira, 2021a), un porcentaje superior al aquí determinado, que apenas alcanza un 14 %; por el contrario, la evaluación nacional no tomó en consideración otros aspectos que inciden sobre la conservación de este primate, como la fragmentación, la cacería y, principalmente, el tráfico. En la proyección a 2050 se espera que *L. lagonotus* mantenga su categoría y riesgo de extinción, pues la fragmentación y la cacería se incrementarán sobre esta especie, mientras que el tráfico decrecerá; esta consideración se apoya en la evidencia que sugiere que las especies del género *Leontocebus* (*L. lagonotus* incluido) son afectadas por la pérdida de hábitat y la fragmentación (De la Torre, 2017).

Leontocebus nigricollis graellsii tiene un alto riesgo de extinción en el presente y la amenaza más importante que enfrenta es la fragmentación, al ocupar la Amazonía norte, una de las zonas con mayor pérdida de bosques tropicales en el país (MAE, 2018b). Los factores intrínsecos tienen una baja incidencia sobre esta especie; las variables más importantes fueron la estructura poblacional, la capacidad de dispersión y la distribución; mientras que su área de ocupación presenta un alto solapamiento con zonas de influencia humana. Esta evaluación indica que en el presente *L. n. graellsii* debería ser considerado como un taxón Vulnerable, categoría que es similar a la propuesta en la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a). En la proyección a 2050 se espera que este primate incremente su riesgo de extinción y sea tratado como En Peligro, pues la deforestación, la fragmentación y la cacería se incrementarán y ejercerán mayor presión, a pesar de que el tráfico decrecerá. Al igual que lo indicado para la especie anterior, esta consideración se apoya en la evidencia que sugiere que las especies del género *Leontocebus* son afectadas por la pérdida de hábitat y la fragmentación (De la Torre, 2017).

Leontocebus tripartitus tiene un moderado riesgo de extinción en el presente y la amenaza más importante que enfrenta es el tráfico. Los factores intrínsecos tienen una baja incidencia, con el rango altitudinal como la variable de mayor relevancia; otras variables importantes fueron la estructura poblacional, la capacidad de dispersión, la distribución y la densidad poblacional; mientras que su área de ocupación presenta un alto solapamiento con territorios indígenas y, en menor medida, con zonas de influencia humana. La evaluación indica que en el presente *L. tripartitus* debería ser considerado como un taxón Casi Amenazado, categoría que difiere a la propuesta en la más reciente evaluación nacional, que la trata como Vulnerable con base en la extensión de presencia inferior a 20 000 km², al número de localidades conocidas (≤ 10) y a una disminución continua observada, estimada, inferida o proyectada de su extensión de presencia y calidad del hábitat (Tirira, 2021a). Como se indicó anteriormente, es de esperar que existan diferencias entre la matriz aquí desarrollada y la evaluación nacional, pues los elementos de análisis son distintos; además, los criterios empleados en la evaluación nacional se basan en decisiones sospechadas y no confirmadas, a diferencia de la matriz aquí desarrollada que presenta datos cuantificados y que colocan a esta especie como la segunda con el menor puntaje dentro del índice REX (0.42). En la proyección a 2050 se espera que este primate incremente su riesgo de extinción y sea considerado Vulnerable, pues la deforestación, la fragmentación y la cacería se incrementarán y ejercerán una mayor presión, a pesar

de que el tráfico decrecerá. Al igual que lo indicado para los taxones anteriores, esta consideración se apoya en la evidencia que sugiere que las especies del género *Leontocebus* son afectadas por la pérdida de hábitat y la fragmentación (De la Torre, 2017).

Cebus aequatorialis es una de las especies de primates con mayor riesgo de extinción en el país y la que mayores amenazas enfrenta, condición que deriva de la alta pérdida de su hábitat idóneo y la severa fragmentación. Los factores intrínsecos tienen una baja incidencia sobre esta especie; entre ellos, el de mayor relevancia fue la densidad poblacional; otros factores importantes fueron el ámbito hogareño, el tamaño corporal, la madurez sexual y el número de partos por año. Además, su área de distribución presenta un muy alto solapamiento con zonas de influencia humana. Esta evaluación indica que en el presente *C. aequatorialis* debería ser tratado como un taxón En Peligro Crítico, categoría que coincide con la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a) y ratifica su difícil estado de conservación (Campos & Jack, 2013; Tirira, Arcos, & De la Torre, 2011), que lo ha llevado a ser considerada uno de las 25 especies de primates más amenazadas del planeta en la edición 2018–2020 de *Primates in Peril* (Schwitzer et al., 2019). En la proyección a 2050 su difícil situación se mantendrá y entre todos los primates del Ecuador este el tercero más amenazado y con mayor riesgo de extinción (REX = 0.69), principalmente derivado de un incremento en la pérdida de su hábitat idóneo y la fragmentación.

Cebus albifrons es una especie con riesgo muy alto de extinción, condición que deriva principalmente del alto tráfico que enfrenta. Los factores intrínsecos se considera que tienen una baja incidencia sobre esta especie, con la densidad poblacional como la variable de mayor relevancia, seguida del ámbito hogareño, el tamaño de grupos, el tamaño corporal, la madurez sexual y el número de partos por año; mientras que su área de distribución presenta un alto solapamiento con zonas de influencia humana. Esta evaluación indica que en el presente *C. albifrons* debería ser considerado como un taxón En Peligro, categoría que difiere de la más reciente evaluación nacional, que la trata como Vulnerable en base a una reducción del tamaño de la población igual o superior al 30 % en un período de tres generaciones (Tirira, 2021a). En la proyección a 2050 el estado de conservación de este taxón se mantendrá En Peligro, en especial derivado por un incremento de la cacería, aunque se sospecha que el tráfico disminuirá.

Cebus capucinus capucinus es una especie con riesgo muy alto de extinción, condición que deriva principalmente del alto tráfico que enfrenta. Los factores intrínsecos se considera que tienen una moderada incidencia sobre esta especie; entre ellos, la madurez sexual, el intervalo entre partos, el número de partos por año, la distribución y la densidad poblacional tuvieron alta relevancia; mientras que su área de distribución presenta un muy alto solapamiento con zonas de interés minero. Esta evaluación indica que en el presente *C. c. capucinus* debería ser considerado como un taxón En Peligro, categoría que difiere de la más reciente evaluación nacional, que la trata como En Peligro Crítico, en base a una reducción del tamaño de su población igual o superior al 80 % en un período de tres generaciones (Tirira, 2021a), un porcentaje que difiere con los resultados del presente estudio, que indica que para 2050 la pérdida forestal total alcanzará el 42 % en el escenario intermedio. En la

proyección a 2050 su riesgo de extinción aumentará y se propone que sea tratado como En Peligro Crítico, condición derivada de un incremento en la cacería y la deforestación, aunque se sospecha que el tráfico disminuirá.

Sapajus apella es una especie con riesgo alto de extinción, condición que deriva principalmente del alto tráfico que enfrenta. Los factores intrínsecos tienen una moderada incidencia sobre esta especie; entre ellos la abundancia relativa fue el de mayor relevancia; otros factores importantes fueron el ámbito hogareño, el tamaño corporal, la madurez sexual, el intervalo entre partos, el número de partos por año y la edad del primer parto; mientras que su área de distribución presenta un muy alto solapamiento con territorios indígenas y zonas de influencia humana y una muy baja presencia dentro de áreas protegidas. Esta evaluación indica que en el presente *S. apella* debería ser considerada como una especie Vulnerable, categoría que coincide con la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a); sin embargo, en la proyección a 2050 su riesgo de extinción aumentará y se propone que sea tratada como En Peligro, condición derivada de un incremento en la cacería y la deforestación, aunque se sospecha que el tráfico disminuirá.

Saimiri cassiquiarensis macrodon tiene un riesgo muy alto de extinción en el presente, condición que deriva principalmente del alto tráfico que enfrenta. Los factores intrínsecos tienen baja incidencia sobre este taxón; entre ellos, el de mayor relevancia fue el tamaño de grupos; las restantes variables bióticas tuvieron de baja a moderada importancia; mientras que su área de distribución presenta un alto solapamiento con territorios indígenas y zonas de influencia humana. Esta evaluación indica que en el presente *S. c. macrodon* debería ser considerado como un taxón En Peligro, categoría que difiere de la más reciente evaluación nacional, que la trata como Vulnerable (Tirira, 2021a); condición que se mantendrá en la proyección a 2050, con la cacería como la principal amenaza, aunque se sospecha que el tráfico disminuirá.

Aotus lemurinus es la especie con el mejor estado de conservación en el país (índice REX = 0.38) y su riesgo de extinción en el presente se considera moderado, condición que deriva de la baja deforestación de su hábitat y la incipiente cacería y tráfico que enfrenta. Los factores intrínsecos tienen moderada incidencia sobre este taxón; entre ellos, los de mayor relevancia fueron la estructura poblacional, la distribución y la abundancia relativa; mientras que su área de distribución presenta un muy bajo solapamiento con territorios indígenas y zonas de influencia humana, aunque una baja sobreposición con zonas de interés minero; además, su hábitat tiene una muy alta presencia en áreas protegidas. Esta evaluación indica que en el presente *A. lemurinus* debe ser considerado como un taxón Casi Amenazado, categoría que difiere en dos niveles con la más reciente evaluación nacional, que la trata como En Peligro (Tirira, 2021a); sin embargo, al ser este uno de los primates menos conocidos en el país hasta antes de esta evaluación, se considera que la categoría nacional propuesta no es correcta y debe ser revisada, la cual se basa en su reducida extensión de presencia (< 5000 km²), en el número de localidades conocidas (≤ 10) y en una disminución continua observada, estimada, inferida o proyectada de su calidad del hábitat. Según los resultados aquí presentados, la cantidad de hábitat idóneo que esta especie dispondría en 2050 corresponde a una pérdida del 24 % (insuficiente siquiera para ser

considerado como Vulnerable), con una importante superficie de hábitat idóneo protegida y con pocas amenazas directas llevan a la conclusión de que no es adecuada la categoría En Peligro propuesta. En la proyección a 2050 se espera que esta especie se mantenga como Casi Amenazada, aunque la evidencia sugiere que la deforestación y la cacería se incrementarán.

Aotus vociferans tiene un riesgo alto de extinción en el presente, con la fragmentación como la principal amenaza que enfrenta. Los factores intrínsecos tienen una baja incidencia, la menor entre todos los primates ecuatorianos, junto con *S. c. macrodon*; entre los factores más importantes figura la estructura poblacional, seguido de la dieta y la capacidad de dispersión; mientras que su área de distribución presenta un alto solapamiento con territorios indígenas y zonas de influencia humana. Esta evaluación indica que en el presente *A. vociferans* debe ser tratado como un taxón Vulnerable, categoría que es similar a la propuesta por la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a). En la proyección a 2050 este primate se mantendrá en esta categoría de conservación, aunque la evidencia sugiere que existirá un incremento en su cacería. De acuerdo con los resultados genéticos preliminares obtenidos (véase capítulo III) es posible que este taxón involucre al menos dos especies diferentes en país, en cuyo caso será necesaria una evaluación por separado de cada una de estos posibles taxones y actualizar su estado de conservación.

Cheracebus lucifer tiene un riesgo moderado de extinción en el presente y poca incidencia de las amenazas externas, entre ellas, la fragmentación y la cacería tuvieron los puntajes más altos. Por el contrario, los factores intrínsecos tienen una alta incidencia sobre esta especie; con la estructura poblacional, la distribución, el rango altitudinal y la abundancia relativa como los más relevantes para su conservación; mientras que su área de distribución presenta alto solapamiento con zonas de influencia humana y moderado con territorios indígenas. Esta evaluación indica que *C. lucifer* debe ser tratado como un taxón Casi Amenazado, categoría que difiere en dos niveles a la propuesta por la más reciente evaluación nacional, que la trata como En Peligro, en base a un análisis proyectado de la reducción del tamaño de la población y su extensión de presencia reducida (Tirira, 2021a); sin embargo, es posible que la especie fue sobreevaluada debido a la falta de datos específicos, en especial relacionados con la fragmentación. En la proyección a 2050 esta especie incrementaría su categoría de conservación a Vulnerable, como consecuencia de un aumento en la deforestación, la fragmentación y la cacería, mientras que el tráfico se presume que seguirá incipiente.

Plecturocebus discolor tiene un riesgo moderado de extinción en el presente, con la fragmentación como la principal amenaza externa. Los factores intrínsecos tienen una moderada incidencia sobre esta especie; con la estructura poblacional como el más relevante; otros factores importantes fueron la capacidad de dispersión, el rango altitudinal y la densidad poblacional; mientras que su área de distribución presenta alto solapamiento con territorios indígenas y zonas de influencia humana. Esta evaluación indica que *P. discolor* debe ser tratado como un taxón Casi Amenazado, categoría que coincide con la propuesta de la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a). En la proyección a 2050 esta especie incrementaría su categoría de conservación a Vulnerable, como consecuencia de un aumento en la deforestación de su hábitat y la cacería.

Pithecia aequatorialis tiene un riesgo alto de extinción en el presente, con la cacería como la principal y única amenaza importante. Los factores intrínsecos tienen una alta incidencia, con la distribución, el rango altitudinal y la abundancia relativa como los factores de mayor relevancia; mientras que su área de distribución está en casi su totalidad dentro de territorios indígenas, además, tiene un alto solapamiento con zonas de influencia humana y es la única especie de primate del Ecuador no incluida dentro de ninguna área protegida. Esta evaluación indica que *P. aequatorialis* debe ser tratado como un taxón Vulnerable, categoría que coincide con la propuesta de la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a). En la proyección a 2050 esta especie se mantendrá en la misma categoría, con la cacería como la principal amenaza y la única que incrementará en su impacto.

Pithecia milleri tiene un riesgo muy alto de extinción en el presente, con la fragmentación como la principal amenaza externa, seguida de la cacería. Los factores intrínsecos tienen una incidencia moderada sobre este primate, con la abundancia relativa como el factor de mayor relevancia, seguido de otros ocho factores importantes (figura 5.9). Su área de distribución tiene un alto solapamiento con territorios indígenas y zonas de influencia humana. Esta evaluación indica que *P. milleri* debe ser tratado en el Ecuador como un taxón En Peligro, categoría que difiere con la propuesta de la más reciente evaluación nacional, que la trata como Vulnerable en base a una reducción del tamaño de la población estimada para el pasado y el futuro igual o superior al 30 % de su distribución en un período de tres generaciones (30 años; Marsh et al., 2021) (Tirira, 2021a). Este criterio es diferente al aquí presentado, el cual estima que para 2050 la especie habrá perdido entre el 24 y 29 % de su hábitat idóneo (tabla 5.8), un valor inferior al proyecto en la evaluación nacional; sin embargo, el presente estudio también tomó en cuenta el impacto de fragmentación (una de las más altas para los primates amazónicos) y el incremento de la cacería. Para 2050, se sugiere que esta especie se mantenga En Peligro, con la fragmentación y la cacería como amenazas de alto impacto.

Pithecia napensis tiene un riesgo alto de extinción en el presente, con la cacería como la principal amenaza externa. Los factores intrínsecos tienen una incidencia moderada, con la densidad poblacional como el factor de mayor relevancia, seguido de otros siete factores importantes (figura 5.9). Su área de distribución tiene un alto solapamiento con territorios indígenas y zonas de influencia humana. Esta evaluación indica que *P. napensis* debe ser tratado en el Ecuador como un taxón Vulnerable, categoría que difiere con la propuesta de la más reciente evaluación nacional, que la trata como Casi Amenazado, en base a una reducción del tamaño de la población estimada para el pasado y el futuro cercana al 30 % de su distribución en un período de tres generaciones (30 años; Marsh et al., 2021) (Tirira, 2021a). Esta evaluación difiere a la aquí presentada, que estima una reducción del hábitat para 2050 de menos del 16 % (tabla 5.8), pero toma en consideración otras amenazas, principalmente la cacería. Para 2050, la proyección del estudio aquí realizado sugiere que la especie incremente su categoría de conservación a En Peligro, debido a una mayor incidencia de las tres principales amenazas: cacería, fragmentación y deforestación, en ese orden.

Alouatta palliata aequatorialis tiene un riesgo extremadamente alto de extinción, con la fragmentación como la principal amenaza externa, seguida de la deforestación y la cacería.

Los factores intrínsecos tienen una incidencia moderada dentro de esta especie, con el tamaño corporal y la edad de destete como los factores de mayor relevancia, seguidos del tiempo de gestación, la madurez sexual, el intervalo entre partos, el número de partos por año y la capacidad de dispersión. Su área de distribución tiene un alto solapamiento con zonas de interés minero y zonas de influencia humana. Esta evaluación indica que *A. p. aequatorialis* debe ser tratado en el Ecuador como un taxón En Peligro Crítico, categoría que es similar a la propuesta por la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a). Para 2050, se espera que este taxón sea uno de los más amenazados en el país, y la proyección del índice REX sugiere que para entonces tendrá el puntaje más alto (0.72) de todos los primates ecuatorianos; por este motivo se deberá mantener en la misma categoría debido a un incremento en la incidencia de tres amenazas: deforestación, fragmentación y cacería.

Alouatta seniculus tiene un riesgo alto de extinción, con la cacería como la principal amenaza externa, seguida de la fragmentación. Los factores intrínsecos tienen una incidencia moderada dentro de esta especie, con el tamaño corporal como el factor de mayor relevancia, seguido del tiempo de gestación, la madurez sexual, el intervalo entre partos, el número de partos por año, la edad de destete, la capacidad de dispersión y la densidad poblacional. Su área de distribución tiene un moderado solapamiento con todas las variables analizadas. Esta evaluación indica que *A. seniculus* debe ser tratado en el Ecuador como un taxón Vulnerable, categoría que es similar a la propuesta por la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a). Para 2050, se espera que este primate incremente su riesgo de extinción y sea considerado como En Peligro, con una mayor incidencia de la cacería.

Ateles belzebuth tiene un riesgo extremadamente alto de extinción, con la cacería como la principal amenaza externa, seguida de la fragmentación. Los factores intrínsecos tienen una incidencia alta dentro de esta especie, con el ámbito hogareño, la calidad del hábitat, el tamaño corporal, el tiempo de gestación, el intervalo entre partos, el número de partos por año y la edad de destete como los principales factores que determinan su alta sensibilidad a cambios en el ambiente. Su área de distribución tiene un moderado solapamiento con todas las variables analizadas. Esta evaluación indica que *A. belzebuth* debe ser tratado en el Ecuador como un taxón En Peligro Crítico, categoría que es similar a la propuesta por la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a). Para 2050, se espera que este taxón baje su riesgo de extinción y sea considerado En Peligro, cambio que deriva de una disminución en el tráfico, aunque esta condición se atribuye que tiene relación con la rareza que tendrá este primate en su hábitat natural más que a un menor impacto sobre su estado de conservación.

Ateles fusciceps fusciceps es uno de los taxones con mayor riesgo de extinción en el país y la que mayor puntaje alcanzó dentro del índice REX (0.74), con la deforestación, la fragmentación y la cacería como las principales amenazas. Los factores intrínsecos tienen una incidencia alta dentro de esta especie, con el ámbito hogareño, la calidad del hábitat, el tamaño corporal, el tiempo de gestación, el intervalo entre partos, el número de partos por año, la edad de destete y la densidad

poblacional como los principales factores que determinan su alta sensibilidad a cambios en el ambiente. Su área de distribución tiene un muy alto solapamiento con zonas de interés minero. Esta evaluación indica que *A. f. fusciceps* debe ser tratado en el Ecuador como un taxón En Peligro Crítico, categoría que es similar a la propuesta por la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a), criterio que coincide con cuatro evaluaciones de la lista de los primates más amenazados del planeta: 2006–2008 (Mittermeier et al., 2007), 2012–2014 (Mittermeier et al., 2012; Schwitzer et al., 2014), 2014–2016 (Schwitzer et al., 2015) y 2016–2018 (Schwitzer et al., 2017). Para 2050, se espera que este taxón se mantenga en esta categoría, con una mayor incidencia de la fragmentación y la deforestación.

Lagothrix lagothricha lagothricha tiene un riesgo extremadamente alto de extinción y es la más amenazada en la región amazónica, con el segundo puntaje más alto dentro del índice REX (0.70), con la cacería como la principal amenaza externa, seguida de la fragmentación y el tráfico. Los factores intrínsecos tienen una incidencia alta dentro de esta especie, con el ámbito hogareño, el tamaño de grupos, la calidad del hábitat, el tamaño corporal, el tiempo de gestación, la edad al primer parto y el rango altitudinal como los principales factores que determinan su alta sensibilidad a cambios en el ambiente. Su área de distribución tiene un alto solapamiento con las zonas de presencia humana. Esta evaluación indica que *L. l. lagothricha* debe ser tratado en el Ecuador como un taxón En Peligro Crítico, categoría que es similar a la propuesta por la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a). Para 2050, se espera que este taxón se mantenga en esta categoría; para entonces, la cacería se mantendrá como su principal amenaza, mientras que la fragmentación tendrá una mayor relevancia, pero decrecerá el tráfico.

Lagothrix lagothricha poeppigii tiene un riesgo muy alto de extinción, con la cacería como la principal amenaza externa, seguida del tráfico. Los factores intrínsecos tienen una incidencia alta dentro de esta especie, con el ámbito hogareño, la calidad del hábitat, el tamaño corporal, el tiempo de gestación y la edad al primer parto como los principales factores que determinan su alta sensibilidad a los impactos sobre su ambiente. Su área de distribución tiene un moderado solapamiento con todas las variables analizadas. Esta evaluación indica que en la actualidad *L. l. poeppigii* debe ser tratado en el Ecuador como un taxón En Peligro, categoría que es similar a la propuesta por la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a). Para 2050, se espera que se mantenga en esta categoría; para entonces, la cacería se mantendrá como su principal amenaza, mientras que la fragmentación tendrá una mayor relevancia, pero decrecerá el tráfico.

Sobre las listas rojas de primates. La información levantada corrobora la difícil situación que enfrentan los primates, y no solo en el Ecuador. De acuerdo con la más reciente información de la Lista Roja de la UICN (2021), 339 especies de primates del mundo se encuentran amenazadas, esto es un 66 % del total ($n = 515$); de ellos, 10 taxones amenazados corresponden a Ecuador, un 45 % de la riqueza total del país. Por el contrario, la más reciente evaluación nacional reporta 19 taxones amenazados (Tirira, 2021a), un 86 % de los primates del país, mientras que el presente estudio considera que 18 taxones (82 %) tienen riesgo de extinción (tabla 5.24).

Tabla 5.24. Categorías de conservación asignadas a los primates del Ecuador de acuerdo con las listas rojas global (UICN, 2021) y nacional (Tirira, 2021a) y los resultados del presente estudio.

Categoría		Lista Roja		Presente estudio (2021)
		UICN (2021)	Ecuador (2021)	
En Peligro Crítico	CR	2	6	5
En Peligro	EN	3	3	5
Vulnerable	VU	5	10	8
Número de taxones amenazados	-	10	19	18
Casi Amenazada	NT	3	3	4
Preocupación Menor	LC	9	0	0
Datos Insuficientes	DD	0	0	0
Número de taxones considerados	-	22	22	22

La variación que existe entre las listas de especies amenazadas de la UICN, que tiene alcance global, con las evaluaciones nacionales o regionales, demuestra el diferente estado de conservación que pueden tener las especies a lo largo de su rango de distribución, pues en unas zonas pueden ser abundantes y bien conservadas, pero en otras raras y en peligro de extinción (Tirira & Burneo, 2011). Esto se demuestra al comparar ambos listados, con 10 taxones amenazados en la evaluación global (dos de ellos En Peligro Crítico), pero 19 en la evaluación nacional (seis En Peligro Crítico) (tabla 5.24).

Por el contrario, las diferencias entre la más reciente evaluación nacional (Tirira, 2021a) y los resultados del estudio aquí propuesto sugieren que es necesaria una revisión de los nueve taxones que presentan diferentes categorías entre ambas evaluaciones (tabla 5.23). En dos de ellos, *A. lemurinus* y *C. lucifer*, la evidencia sugiere que deben ser categorizados como casi amenazados (NT), pues su estado de conservación no es tan severo como el propuesto por la Lista Roja nacional, que los trata como En Peligro (Tirira, 2021a). Este es un buen indicador que demostraría que la metodología de evaluación propuesta por la UICN (2003, 2017) no siempre es objetiva y en ocasiones puede provocar sesgos al utilizar información que no ha sido verificada adecuadamente, no está fundamentada o no ha sido corroborada. Por este motivo, la metodología de evaluación aquí desarrollada, si bien todavía es experimental y debe ser mejorada, se considera como un buen insumo que puede contribuir a un mejor entendimiento del estado de conservación de los primates, y quizá también, con algunas adaptaciones, de otros mamíferos y de otra fauna silvestre.

5.6. Conclusiones

- Las amenazas afectan de diferente manera a los primates del Ecuador; por lo tanto, el estado de conservación entre ellos es diferente. Se rechaza la quinta hipótesis:

“Las amenazas y el estado de conservación de los primates del Ecuador afectan por igual a todos los taxones.”

- El índice desarrollado para evaluar el riesgo de extinción de un taxón (REX) se considera como un mecanismo alternativo que utiliza información verificable, con resultados objetivos y precisos para la evaluación del estado de conservación de los primates.
- Cinco taxones enfrentan un riesgo extremadamente alto de extinción en el presente (*C. aequatorialis*, *A. p. aequatorialis*, *A. f. fusciceps*, *A. belzebuth* y *L. l. lagothericha*), condición que cuatro de ellos mantendrá para 2050, mientras que uno bajará de categoría (*A. belzebuth*), pero será reemplazado por otro (*C. c. capucinus*).
- Estos resultados respaldan parcialmente la evaluación de la tercera edición de la *Lista Roja de los mamíferos del Ecuador* y confirman que es necesario tomar en cuenta otros aspectos para determinar con mayor precisión el estado de conservación en el que se encuentra cada taxón. Por lo tanto, la sexta hipótesis no es aceptada:

“Las categorías propuestas por la *Lista Roja de los mamíferos del Ecuador* (tercera edición), que siguen los criterios de la UICN, son adecuadas para medir el estado de conservación en el que se encuentran todos los primates del país.”

- El análisis llevado a cabo pone de manifiesto la compleja situación que enfrentan los primates del país y la urgencia de buscar acciones efectivas que garanticen su conservación a largo plazo.

Alouatta palliata aequatorialis (foto de Diego Tirira)

A young brown howler monkey is perched on a tree branch in a lush tropical forest. The monkey has dark brown fur and a prominent, bushy beard. It is looking towards the left of the frame. The background is filled with large, green palm fronds and other tropical vegetation, creating a dense and vibrant environment. The lighting is natural, highlighting the texture of the monkey's fur and the surrounding foliage.

**Capítulo VI:
Incidencia del cambio climático
en la distribución y conservación
de los primates del Ecuador**

Capítulo VI: Incidencia del cambio climático en la distribución y conservación de los primates del Ecuador

6.1. Resumen

El cambio climático es una de las principales amenazas emergentes y que mayores consecuencias tendrá sobre la pérdida de diversidad biológica en el planeta. Para determinar sus efectos sobre la distribución y la pérdida de hábitat de los 22 taxones de primates del Ecuador se realizó un modelamiento de nicho ecológico proyectado a 2050 en base a dos modelos predictivos, uno optimista (RCP 4.5) y otro pesimista (RCP 8.5), y tres modelos de circulación general; también se analizó el cambio del clima y la capacidad de resiliencia que tendría cada taxón de primate frente a esta amenaza; además, se evaluó la pérdida de idoneidad ambiental debido al cambio climático y se la relacionó con la deforestación proyectada a 2050, tanto en el área de distribución de cada taxón, como en el interior de las áreas protegidas que ocupan. Los resultados sugieren que, en el escenario optimista, el 55 % de los taxones de primates del país se verían afectados por el cambio climático, contra 73 % en el escenario pesimista; mientras que un 9 % no tendría impacto en ambos escenarios. Los resultados predicen que *Leontocebus tripartitus* sería la especie más afectada por esta amenaza, con la pérdida del 100 % de su hábitat idóneo en ambos escenarios; otros taxones con alto nivel de afectación serían *Cebuella pygmaea* y *Lagothrix lagothricha poeppigii*. Al relacionar estos resultados con las categorías de conservación proyectadas para 2050 en el análisis del estado de conservación y riesgo de extinción de los primates del Ecuador (capítulo V: Amenazas), se tiene que el 82 y el 68 % de los taxones, para los escenarios optimista y pesimista, respectivamente, mantendrían las mismas categorías de conservación asignadas; el resto de taxones subiría su nivel de amenaza en al menos una categoría. Al analizar la disponibilidad de hábitat idóneo al interior de las áreas protegidas para 2050, el 68 % de los taxones cumplirían con la meta mínima de un 17 % de superficie protegida, según el escenario optimista; y el 55 % en el escenario pesimista. La pérdida de hábitat protegido, en relación con la cobertura actual (2021), predice que para 2050 tres taxones tendrían una pérdida de hábitat superior al 30 % en el escenario optimista y nueve en el escenario pesimista. El análisis del efecto del cambio climático confirma que se trata de una amenaza compleja, con predicciones distintas para los diferentes taxones de primates; en algunos su nivel de incidencia sería nulo o reducido (< 10 % de su distribución), pero en otros podría ser severo. Se propone emprender un plan de monitoreo permanente para evaluar esta amenaza a lo largo del tiempo.

6.2. Introducción

Entre las amenazas emergentes, el cambio climático es una de las más importantes y que mayores consecuencias se espera que tenga sobre la pérdida de diversidad biológica en el planeta (Chen

et al., 2011; Lovejoy, 2010), aunque la intensidad de los efectos y su forma de acción todavía son poco comprendidos (Iturralde-Pólit et al., 2017). Entre los efectos del cambio climático, de acuerdo con modelamientos predictivos, se espera que para fines del presente siglo la temperatura en el planeta incremente de 1.4 a 5.8 °C (Levinsky et al., 2007), con una mayor incidencia hacia las regiones tropicales y montañosas, como el neotrópico, en donde se espera un aumento de 2 a 7 °C (Urrutia & Vuille, 2009). Otros cambios ambientales que pueden ocurrir están relacionados con cambios en los niveles y períodos de precipitación y en la dirección e intensidad del viento (Primack, 2007).

El cambio climático se atribuye a un incremento en la concentración de dióxido de carbono (CO₂), metano y otros gases en la atmósfera, llamados gases de invernadero y que son los responsables del calentamiento global al atrapar el calor que se genera en el planeta debido a la quema de combustibles fósiles e impedir su liberación hacia el espacio (Primack, 2007). El reporte de registros históricos indica que durante el siglo pasado la temperatura global incrementó en 0.76 °C (± 0.19 °C) y existió un aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera, desde un valor preindustrial de 280 ppm, a 379 ppm en 2005 (Solomon et al., 2007).

Distintas evaluaciones predicen que el cambio climático impactará en un amplio grupo de organismos (Root et al., 2003), desde insectos (Gonzalez et al., 2021) y otros invertebrados (Jacobsen et al., 2014), hasta anfibios (Pounds et al., 2006), aves (Tingley et al., 2012), flora (Aguirre Mendoza et al., 2015) y mamíferos (Iturralde-Pólit et al., 2017; Levinsky et al., 2007; Zamora-Gutiérrez et al., 2018); dentro de estos últimos, los primates se encuentran entre los que mayor afectación recibirían debido a la pérdida de hábitat y a su limitada capacidad de dispersión (Iturralde-Pólit et al., 2017; Linero et al., 2020; Sales et al., 2020; Schloss et al., 2012; Zhao et al., 2019).

Uno de los efectos del cambio climático es la modificación de las áreas de distribución de las especies, lo cual implica la alteración de las características y los patrones de diversidad de los ecosistemas que ocupan (Bakkenes et al., 2002; Gonzalez et al., 2021; Lovejoy, 2008). Al parecer, estos cambios serán más complejos en las zonas de montaña, en donde se espera que la precipitación y la temperatura actúen de diferente manera de acuerdo con el gradiente altitudinal (Crespo-Pérez et al., 2015; Pounds et al., 2006). También se espera que las distintas respuestas que puedan dar las especies al cambio climático afecten las interacciones ecológicas que ocurren en una comunidad natural, como las relaciones presa-predador, planta-insecto, entre otras (Parmesan, 2006); además de la modificación en la cantidad y variedad de recursos que las especies necesitan (Hannah et al., 2002). Para comprender los efectos del cambio climático en este complejo escenario se deben considerar múltiples factores abióticos a escalas espaciales finas (Anderson, 2013; Tingley et al., 2012).

Entre los aspectos más complejos del cambio climático está la implementación de medidas para mitigar o reducir sus efectos (Hannah et al., 2002). Los principales desafíos buscan la salvaguardia de especies amenazadas y vulnerables que en la actualidad habitan en áreas protegidas y que

debido a esta amenaza podrían cambiar sus áreas de distribución a espacios que posiblemente carezcan de alguna figura de conservación, lo que haría ineficientes los actuales sistemas de reservas naturales y otras áreas protegidas (Araújo et al., 2004; Burns et al., 2003; Hannah et al., 2007). Por este motivo, se plantea la necesidad de revisar las estrategias de conservación existentes y actualizarlas frente a los nuevos desafíos (Hannah et al., 2002). Entre ellos, el desarrollo de esfuerzos de conservación *ex situ* o la creación de nuevas áreas de conservación, o la expansión de las actualmente existentes, para mantener poblaciones viables en los márgenes de las distribuciones de estas especies (Hannah et al., 2005).

Los efectos del cambio climático pueden ser más severos en un país como Ecuador, debido a su geografía montañosa y amplio rango altitudinal, a que alberga una alta biodiversidad en un superficie pequeña y a que presenta una alta tasa de deforestación (Iturralde-Pólit et al., 2017); sin embargo, poco se conoce sobre esta amenaza y su relación con la biodiversidad en el país (Cadilhac et al., 2017); los pocos estudios específicos realizados se centran en el estudio de la flora (Aguirre Mendoza et al., 2015, 2017; Garavito et al., 2015; Manchego et al., 2017). Para mamíferos, el único aporte publicado hasta el momento es un análisis geográfico que evaluó los cambios en la riqueza de especies en el Ecuador continental (Iturralde-Pólit et al., 2017). En la región, también son escasos los estudios que utilizaron primates para evaluar los efectos del cambio climático (e.g. Linero et al., 2020; Sales et al., 2020).

El objetivo de este capítulo fue analizar cómo el cambio climático podría incidir sobre las áreas de distribución y la disponibilidad de hábitat idóneo de los primates del Ecuador y evaluar si las actuales áreas protegidas del país serán suficientes para contrarrestar esta amenaza en el futuro (proyectado a 2050). Este análisis complementa al realizado en el capítulo V.

6.3. Métodos

Para evaluar los efectos del cambio climático en el futuro se recurrió a modelamientos de nicho ecológico mediante el empleo de herramientas geográficas. También se usó la proyección de la deforestación en el país para 2050 (véase capítulo V) y se analizó la capacidad de resiliencia de los taxones frente al cambio climático.

6.3.1. Modelos de nicho ecológico

Con base en la extensión de presencia (EOO) se generaron modelos de nicho ecológico (MNE) para el presente (2021) y fueron proyectados al futuro (2050) para cada uno de los 22 taxones de primates. Para generar los modelos se utilizó la misma metodología (capítulo IV), variables ambientales (tabla 4.1) y datos de ocurrencia de los primates (distribución actual) (capítulo II). Los análisis y porcentajes presentados se basan en la distribución potencial efectiva (DPE) de cada taxón (capítulo IV). Las capas para representar los escenarios futuros se descargaron de la base de datos de CHELSA (Karger et al., 2020) que presentan la misma resolución que las capas para el presente.

6.3.2. Escenarios de cambio climático

El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) desarrolló predicciones alternativas sobre cómo podría cambiar el clima debido al aumento en las emisiones de los gases de invernadero, plasmadas en el *Special Report on Emissions Scenarios (SRES, Reporte Especial de Escenarios de Emisiones)* (IPCC, 2000, 2014). El SRES presenta diferentes predicciones de concentraciones de CO₂ y de la variabilidad del clima en el futuro basado en las probabilidades de crecimiento demográfico, desarrollo económico y cambios en el uso del suelo (Arnell et al., 2004).

Para representar los futuros cambios ambientales se escogieron dos escenarios *SRES* de emisiones de gases de efecto invernadero (RCP, Representative Concentration Pathways), uno optimista y otro pesimista. El escenario optimista (RCP 4.5) considera que las emisiones de dióxido de carbono y de otros gases de invernadero alcanzarán una concentración media baja, con su punto máximo alrededor de 2040 y luego disminuirán, gracias a que se tomaron acciones de mitigación; el escenario pesimista (RCP 8.5) considera una concentración alta de los gases de efecto invernadero a lo largo del tiempo debido a que no se tomaron acciones de mitigación para controlar las emisiones (IPCC, 2014).

Las variables bioclimáticas consideradas provinieron de tres diferentes modelos de circulación general (GCM, por sus siglas en inglés; *Global Circulation Models*) construidos con algoritmos y datos relativamente diferentes para explorar la variabilidad en los resultados: Community Climate System Model (CCSM4, Modelo de Sistema Climático Comunitario); Hadley Centre Global Environmental Model (HadGEM2-CC, Modelo Ambiental Global del Centro Hadley); y Model for Interdisciplinary Research on Climate (MIROC5, Modelo de Investigación Interdisciplinaria sobre Clima). La importancia de usar distintos GCM radica en que son modelos generados por diferentes laboratorios que usan las mismas estimaciones del IPCC para proyectar el clima al futuro; por lo tanto, al usar varios GCM se garantiza que las proyecciones obtenidas muestren la variabilidad esperada en los resultados (Gonzalez et al., 2021).

Se realizó la comparación entre las proyecciones actuales (2021, capítulo IV: Distribución) y futuras (2050) de los modelos de distribución potencial para encontrar: (1) áreas adecuadas estables o áreas con idoneidad ambiental, (2) áreas inadecuadas estables o áreas sin idoneidad ambiental, (3) áreas en donde la idoneidad podría aumentar en el futuro y (4) áreas en donde la idoneidad podría perderse (Alkishe et al., 2020; Cobos, Osorio-Olvera, et al., 2019) (tabla 6.1). Los modelos de cambio climático resultantes con cada GCM proyectaron valores de -1 a 1. Los valores negativos corresponden a zonas en donde la idoneidad del hábitat disminuirá, contrario a los valores positivos, que indican las zonas donde las condiciones de idoneidad aumentarán; los valores cercanos a cero representan zonas de mayor estabilidad (con idóneo ambiental). Los modelos de los tres GCM, para cada taxón y escenario RCP, se sumaron e interpretaron.

Tabla 6.1. Interpretación de los valores resultantes de los modelamientos de nicho ecológico de cambio climático generados mediante tres modelos de circulación general (GCM).

Valor	Descripción del hábitat
0	Estable: idoneidad ambiental inadecuada en el período actual y en todos los GCM
1	Ganancia de idoneidad ambiental en 1 GCM
2	Ganancia de idoneidad ambiental en 2 GCM
3	Ganancia de idoneidad ambiental en 3 GCM
4	Pérdida de idoneidad ambiental en 3 GCM
5	Pérdida de idoneidad ambiental en 2 GCM
6	Pérdida de idoneidad ambiental en 1 GCM
7	Estable: idoneidad ambiental adecuada en el período actual y en todos los GCM

6.3.3. Hábitat idóneo remanente

Para estimar la cantidad de hábitat idóneo que los taxones de primates dispondrán en 2050 se superpuso a los resultados de cambio climático obtenidos (escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5), la capa de vegetación remanente (MAE, 2018a) y la deforestación y fragmentación proyectada para 2050 (escenario intermedio) (véase capítulo V), que se basa en el promedio de dos escenarios propuestos y que toman como base la proyección de pérdida de la cobertura forestal conocida en el país, para el período 1990–2018 (MAE, 2017, 2018a, 2018b).

6.3.4. Presencia en áreas protegidas

La capa resultante con la cantidad de hábitat idóneo remanente para 2050 fue superpuesta a la capa de áreas protegidas estatales (SNAP) y bosques y vegetación protectora del país (MAAE, 2020) (figura 5.1.A). Este análisis buscó comparar la superficie protegida en 2050 con aquella disponible en la actualidad (2021) y predecir cuáles serían las áreas protegidas que en 2050 podrían actuar como espacios adecuados para albergar poblaciones de estos primates y asegurar su conservación; también se busca identificar la proporción de pérdida de hábitat idóneo protegido debido a la deforestación y a los efectos del cambio climático.

Para definir la superficie mínima de hábitat idóneo protegido necesaria se siguió la recomendación de las metas Aichi, objetivo estratégico C, meta 11: “Para 2020, al menos el 17 % de las zonas terrestres [...], especialmente aquellas de particular importancia para la biodiversidad biológica [...], se conservan por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados [...]” (CDB, 2011). En este sentido, se consideraron cuatro categorías relacionadas con la superficie de hábitat idóneo protegido dentro de la DPE de cada taxón: sin protección (< 5 % del hábitat idóneo está protegido), no cumple la meta (5–17 %), cumple la meta (17–30 %), cumplimiento ideal (> 30 %).

6.3.5. Áreas de extrapolación estricta

El objetivo de este análisis fue identificar áreas de extrapolación estricta; es decir, aquellas áreas que se espera presenten condiciones climáticas futuras no análogas a las actuales y que en nada se parecen al período donde el modelo fue calibrado. Se utilizó la métrica Mobility-oriented Parity (MOP, Paridad Orientada a la Movilidad) (Owens et al., 2013). Este método evalúa los niveles de similitud entre las áreas de calibración y proyección e identifica áreas de extrapolación estricta cuando la similitud es cero (Gonzalez et al., 2021).

El análisis MOP es de utilidad para evitar la sobreinterpretación de modelos de cambio climático y evaluar el riesgo de extrapolación en las transferencias de los modelos (Cobos, Peterson, Barve, et al., 2019). Los mapas MOP para escenarios futuros van de cero a un número igual al de GCM utilizados para realizar la proyección del modelo, en este caso cero representa las áreas sin extrapolación estricta (donde se espera que el clima no cambie y la especie esté presente) y los otros valores corresponden al número de modelos GCM que coinciden dentro de las áreas de extrapolación estricta (donde se espera una variación en el clima y la especie no disponga de idoneidad climática). En este caso, se usaron los mismos GCM indicados para el análisis de cambio climático.


6.3.6. Capacidad de resiliencia

Para evaluar la capacidad de resiliencia de los primates frente a los efectos del cambio climático, como el incremento de temperatura (Levinsky et al., 2007), el cambio en los niveles y períodos de precipitación (Primack, 2007), la modificación de sus áreas de distribución (Bakkenes et al., 2002) y las interacciones ecológicas que ocurren en una comunidad natural (Parmesan, 2006), se realizó un evaluación de siete factores intrínsecos relacionados con esta amenaza, especialmente vinculados con rangos de distribución estrechos, poblaciones pequeñas y limitada capacidad de dispersión (Meyer et al., 2014). La información sobre las variables analizadas fue extraída de fuentes bibliográficas (Jones et al., 2009; Mittermeier et al., 2013; Shuai et al., 2021; Tirira, 2017; Tirira, De la Torre, et al., 2018a), con excepción de las áreas de distribución y el rango altitudinal que provino de los resultados de esta investigación (capítulo IV).

Para definir la importancia de las distintas variables sobre cada taxón de primate se construyó una matriz categórica: categoría A (5 puntos), que corresponde a la peor condición o la menos favorable frente al cambio climático; categoría E (1 punto), que corresponde a la mejor condición o la más favorable en términos de conservación (tabla 6.2).

Las siete variables fueron representadas en gráficos radiales por taxón. La evaluación final para cada taxón (y su riesgo de extinción) fue definida de acuerdo con el porcentaje de la calificación obtenida (de un máximo de 35 puntos) (tabla 6.3).

Tabla 6.2. Matriz categórica de siete factores intrínsecos relacionados con los efectos del cambio climático y la conservación de los primates del Ecuador.


Factores	Categoría (puntaje)				
	A (5)	B (4)	C (3)	D (2)	E (1)
Ámbito hogareño	Extenso (> 2 km ²)	Grande (1–2 km ²)	Moderado (0.5–1.0 km ²)	Pequeño (0.01–0.5 km ²)	Restringido (< 0.01 km ²)
Dieta primaria	Altamente específica	Mayormente frugívora	Mayormente insectívora	Mayormente folívora	Omnívora
Tamaño de grupos	Muy grandes (> 30 individuos)	Grandes (20–30 individuos)	Medianos (12–20 individuos)	Pequeños (6–12 individuos)	Muy pequeños (grupo familiar) (< 6 individuos)
Calidad de hábitat que prefiere	Hábitat específico y bien conservado	Hábitat específico y bien conservado, pero acepta hábitats secundarios	Hábitat no específico; acepta hábitats secundarios	Amplitud de hábitat moderada	Amplitud de hábitat alta (generalista)
Capacidad de dispersión	Muy baja (< 100 m/día)	Baja (100–1000 m/día)	Moderada (1000–1500 m/día)	Alta (1500–2000 m/día)	Muy alta (> 2000 m/día)
Distribución	Restringida (< 10 000 km ²)	Pequeña (10 000–30 000 km ²)	Moderada (30 001–50 000 km ²)	Grande (50 001–100 000 km ²)	Extensa (> 100 000 km ²)
Rango altitudinal	Muy restringido (< 500 m)	Restringido (500–1000 m)	Moderado (1000–1500 m)	Amplio (1500–2000 m)	Muy amplio (> 2000 m)
Evaluación					
Nivel de amenaza	+				-
Interpretación en relación con el cambio climático	Muy alta sensibilidad	Alta sensibilidad	Moderada sensibilidad	Baja sensibilidad	Muy baja sensibilidad

6.3.7. Evaluación final

Para determinar los efectos del cambio climático en 2050 para los primates del Ecuador se evaluó los resultados de tres análisis: (1) pérdida de idoneidad ambiental (debido al cambio climático y sumado a la deforestación), (2) áreas de extrapolación estricta (análisis MOP) y (3) capacidad de resiliencia (tabla 6.3). Cada variable recibió un peso diferente, en función de la importancia que se consideró tendría dicha variable frente a los efectos del cambio climático. Esta matriz fue desarrollada por separado para cada uno de los dos escenarios planteados: optimista (RCP 4.5) y pesimista (RCP 8.5).

Los resultados de la matriz generada fueron relacionados con el estado de conservación y el riesgo de extinción definido para cada taxón de primate en el país (capítulo V). Para el efecto se revisó si la categoría de conservación asignada al taxón es la adecuada o debería ser modificada. En esta revisión se tomó como criterio la categoría más alta obtenida para el taxón en cualquiera de los dos análisis realizados: amenazas y riesgo de extinción (capítulo V) o análisis de cambio climático (este capítulo).

Tabla 6.3. Matriz de evaluación para definir el nivel de afectación frente al cambio climático que para 2050 se espera que tengan los 22 taxones de primates del Ecuador.

Variables	Peso asignado	Parámetros de categorización (puntaje)				
		A (5)	B (4)	C (3)	D (2)	E (1)
Pérdida de idoneidad ambiental debido al cambio climático	1.5	Severa > 70 %	Alta 50–70 %	Moderada 30–50 %	Baja 10–30 %	Reducida < 10 %
Presencia de áreas de extrapolación estricta (análisis MOP)	0.5	Muy alta > 70 %	Alta 50–70 %	Moderada 30–50 %	Baja 10–30 %	Reducida < 10 %
Capacidad de resiliencia	1.0	Muy baja ≥ 84 %	Baja 68–83 %	Moderada 52–67 %	Alta 36–51 %	Muy alta ≤ 35 %
Evaluación						
Efecto del cambio climático		Severo > 70 %	Alto 50–70 %	Moderado 30–50 %	Bajo 20–30 %	Reducido < 20 %
Importancia		+				-
Categorías de conservación propuestas		CR	EN	VU	NT	LC

Categorías de pérdida de hábitat y cambio en el clima se basan en porcentajes definidos en el análisis de amenazas (capítulo V). Categorías de capacidad de resiliencia se distribuyeron en cinco rangos iguales entre los valores máximos y mínimos posibles. Categorías de conservación propuestas: CR (En Peligro Crítico), EN (En Peligro), LC (Preocupación Menor), NT (Casi Amenazada), VU (Vulnerable).

Todos los análisis espaciales y geográficos se realizaron en ArcGIS 10.6.1. El análisis MOP se efectuó con el paquete kuenm en R. Curvas, cálculos y gráficos adicionales se efectuaron en Excel.

6.4. Resultados

6.4.1. Escenarios de cambio climático

De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), se espera que siete taxones de primates no se vean afectados por los efectos del cambio climático y otros cinco tendrían un impacto reducido (< 10 % de su distribución potencial efectiva, DPE), para un total del 55 % de los primates ecuatorianos; otros cinco taxones tendrían un impacto bajo (10–30 % de su DPE) y cuatro un impacto moderado (30–50 %); en este escenario, ningún taxón alcanzaría un impacto alto (50–70 %) y solo uno tendría un impacto severo (*L. tripartitus*), con una pérdida de idoneidad ambiental del 100 % (figura 6.1, apéndice 10); en total, el 23 % de los taxones tendrían una pérdida superior al 30 %.

El escenario pesimista (RCP 8.5) indica que seis taxones no serían afectados debido al cambio climático y en otros tres el impacto se espera un impacto reducido, para un 41 % del total de primates ecuatorianos; cinco taxones tendrían una afectación baja y en tres sería moderada; además, cinco taxones tendrían un impacto de alto (*C. aequatorialis* y *A. vociferans*) a severo (*C. pygmaea*, *L. tripartitus* y *L. l. poeppigii*) (figura 6.1, apéndice 10), esto es un 36 % de los taxones tendrán una pérdida de idoneidad ambiental superior al 30 %. El promedio de pérdida de idoneidad ambiental

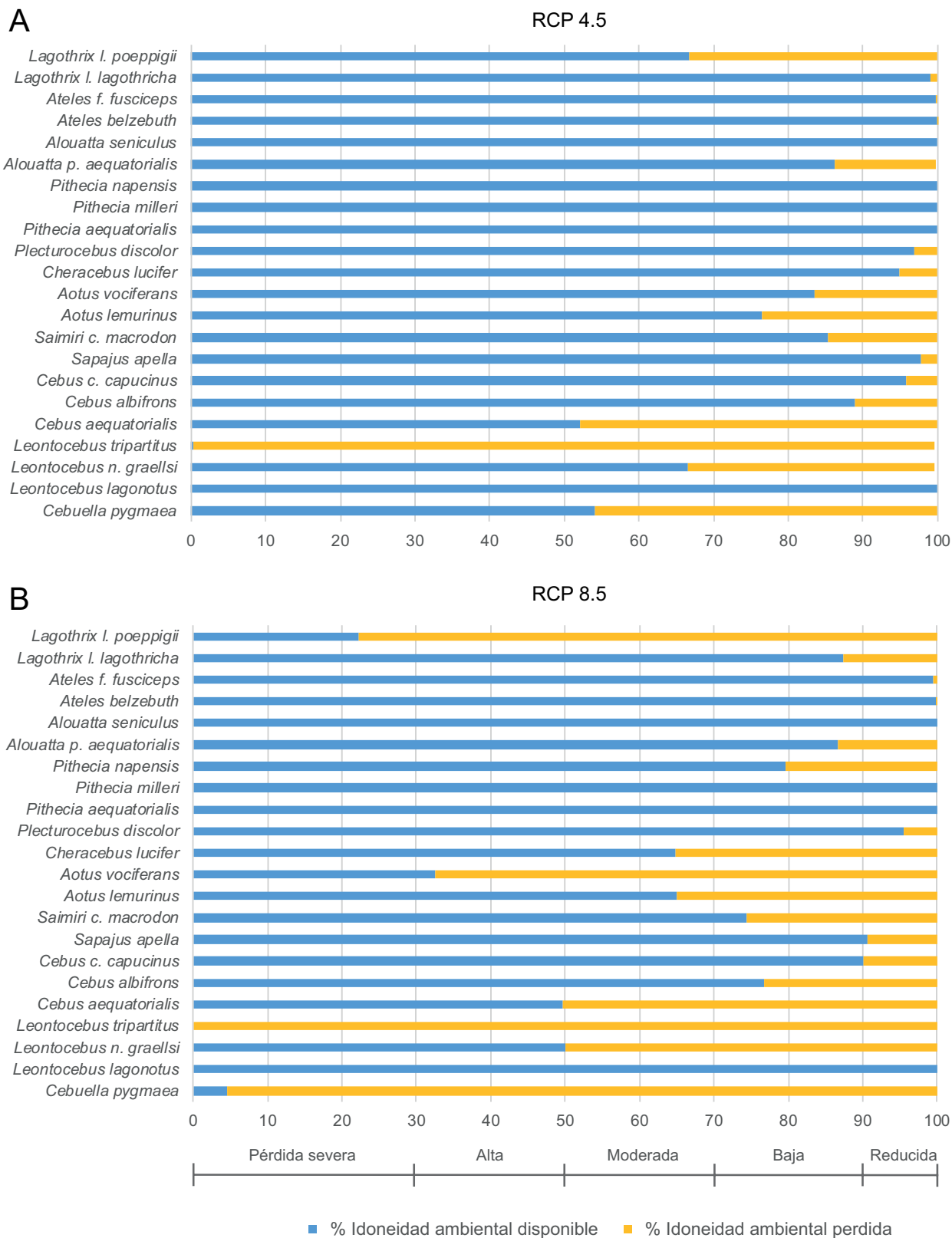


Figura 6.1. Porcentaje de idoneidad ambiental disponible y perdida para los 22 taxones de primates del Ecuador de acuerdo con dos escenarios de cambio climático proyectados a 2050: **(A)** escenario optimista (RCP 4.5) y **(B)** escenario pesimista (RCP 8.5).

para todos los taxones se estima que alcance entre el 16 y 29 %, para los escenarios optimista y pesimista, respectivamente (apéndice 10).

6.4.2. Hábitat idóneo remanente

La sobreposición de las capas de cambio climático, vegetación remanente y deforestación proyectada a 2050, indican que debido al efecto del cambio climático el 23 % de los taxones sufrirán una pérdida de hábitat superior al 30 % en el escenario optimista (RCP 4.5); contrario al 59 % de los primates ecuatorianos que tendrían una pérdida de reducida a nula (tabla 6.4, apéndice 11). Si a estos resultados se añade la pérdida de hábitat proyectada por la deforestación a 2050, se espera que *P. aequatorialis* sea el taxón con la mayor proporción de idoneidad ambiental, con una pérdida de apenas el 8 %; otros 11 taxones tendrían una pérdida baja (< 30 %), cinco una pérdida moderada (30–50 %), uno tendría una pérdida alta (50–70 %) y cuatro taxones enfrentarían una pérdida severa (> 70 %) (tabla 6.4, figura 6.2, apéndice 11).

Tabla 6.4. Porcentaje de pérdida de idoneidad ambiental para los primates del Ecuador de acuerdo con dos escenarios de cambio climático (CC) y la proyección de la deforestación para 2050. Interpretación de la pérdida: Reducida (< 10 %), Baja (10–30 %), Moderada (30–50 %), Alta (50–70 %), Severa (> 70 %).

Taxón	Escenario optimista (RCP 4.5)		Escenario pesimista (RCP 8.5)	
	Pérdida CC ¹	Pérdida total ²	Pérdida CC ¹	Pérdida total ²
<i>C. pygmaea</i>	68.4	56.5	81.4	95.8
<i>L. lagonotus</i>	0.0	21.2	0.1	21.2
<i>L. n. graellsi</i>	28.9	44.2	43.7	55.9
<i>L. tripartitus</i>	90.0	98.8	90.0	98.8
<i>C. aequatorialis</i>	8.3	85.2	8.6	85.5
<i>C. albifrons</i>	31.8	33.7	47.3	43.6
<i>C. c. capucinus</i>	1.6	41.9	7.0	44.3
<i>S. apella</i>	6.0	18.4	27.7	24.0
<i>S. c. macrodon</i>	21.3	29.5	42.4	40.3
<i>A. lemurinus</i>	44.9	39.5	54.2	47.5
<i>A. vociferans</i>	8.7	25.7	67.6	72.3
<i>C. lucifer</i>	20.9	20.9	61.9	43.3
<i>P. discolor</i>	15.7	19.4	21.5	20.9
<i>P. aequatorialis</i>	0.0	8.3	0.0	8.3
<i>P. milleri</i>	0.0	25.6	0.0	25.6
<i>P. napensis</i>	0.0	12.8	61.2	32.9
<i>A. p. aequatorialis</i>	4.9	78.1	4.9	78.1
<i>A. seniculus</i>	0.0	23.0	0.0	23.0
<i>A. belzebuth</i>	0.0	22.3	0.5	22.4
<i>A. f. fusciceps</i>	0.2	72.3	1.3	73.1
<i>L. l. lagothricha</i>	4.0	24.7	34.6	36.2
<i>L. l. poeppigii</i>	52.7	47.3	72.8	82.4

¹ Porcentaje corresponde a la pérdida por cambio climático relacionada con la pérdida total.

² Porcentaje incluye pérdida acumulada por cambio climático y deforestación proyectada a 2050.

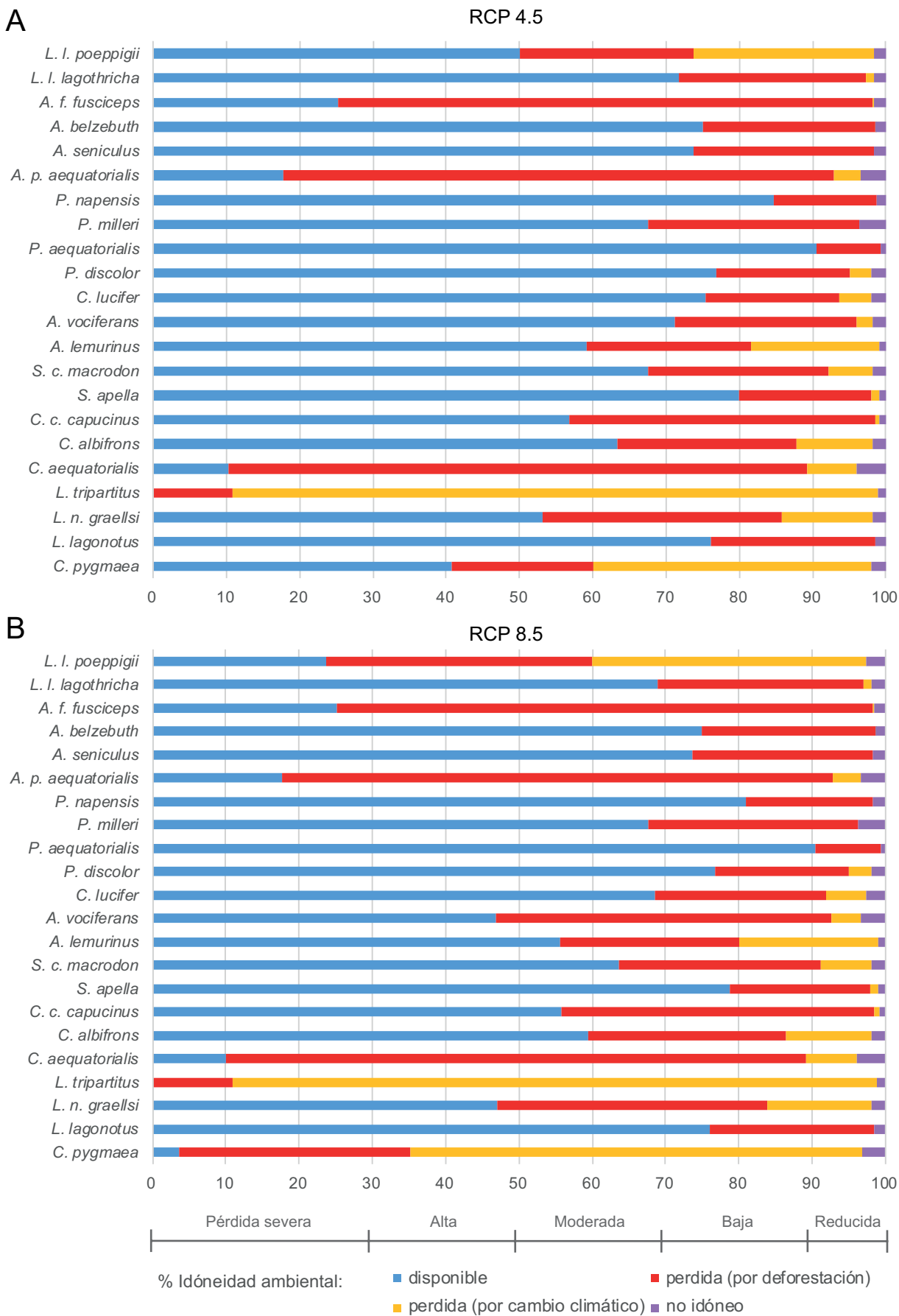


Figura 6.2. Porcentaje de idoneidad ambiental disponible y perdida para los 22 taxones de primates del Ecuador según la proyección de la deforestación y el modelamiento de dos escenarios de cambio climático para 2050: **(A)** escenario optimista (RCP 4.5); **(B)** escenario pesimista (RCP 8.5).

Por el contrario, de acuerdo con el escenario pesimista (RCP 8.5), la pérdida de idoneidad ambiental derivada del efecto del cambio climático será superior al 30 % en el 45 % de los taxones, mientras que la pérdida será reducida o nula (< 10 %) en el 41 % de los primates ecuatorianos (tabla 6.4, apéndice 11). Si a este escenario se añade la pérdida de hábitat proyectada por la deforestación a 2050, se espera que *P. aequatorialis* sea el taxón con la mayor proporción de hábitat idóneo, con una pérdida de apenas el 8 %; otros seis taxones tendrían una pérdida baja, siete una pérdida moderada, uno pérdida alta y siete taxones tendrían una pérdida severa (tabla 6.4, figura 6.2, apéndice 11).

6.4.3. Presencia en áreas protegidas

En el presente, 20 taxones de primates ecuatorianos (91 %) cumplen con la meta de la superficie mínima protegida del 17 %, de ellos, en 19 el cumplimiento es ideal (> 30 %) (tabla 6.5), una condición que podría modificarse para 2050 de acuerdo con los análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación. Según el escenario optimista (RCP 4.5), 15 taxones (68 %) cumplirían con la meta del 17 %; de ellos, siete superarían el 30 % de hábitat idóneo protegido. Entre los siete taxones que no cumplirían con esta meta, cuatro tendrían un porcentaje de hábitat idóneo protegido que variaría del 5 al 11 %; un taxón (*L. lagonotus*) tendría una superficie protegida de apenas un 3 % y los dos taxones restantes no dispondrían de hábitat protegido en 2050, pero en condiciones diferentes: *L. tripartitus* perdería todo su hábitat idóneo, mientras que *P. aequatorialis*, de momento, es el único taxón del país no incluido dentro de área protegida alguna (tabla 6.5).

El escenario pesimista (RCP 8.5) predice que 12 taxones (55 %) cumplirían la meta del 17 % de superficie protegida; de ellos, cinco superarían el 30 % de hábitat incluido (cumplimiento ideal) dentro de alguna figura de conservación. Entre los 10 taxones restantes, la mitad tendría entre el 5 y el 15 % de su hábitat idóneo protegido, tres dispondrían de superficies de entre 1 y 3 % y dos taxones (los mismos indicados en el escenario anterior) no dispondrían de hábitat idóneo protegido para 2050 (tabla 6.5). El promedio de pérdida de hábitat idóneo para todos los taxones variaría del 39 % en el presente, al 24 % en el escenario optimista, y decrecer al 19 % en el escenario pesimista.

En cuanto a la pérdida de hábitat idóneo protegido para 2050, en relación con la cobertura protegida en el presente, el escenario optimista predice que el promedio de pérdida para todos los taxones sería del 18 %; en 11 (50 %) la pérdida de hábitat sería reducida (inferior al 10 % de la superficie protegida en la actualidad), otros siete taxones tendrían una pérdida baja (10–30 %), uno moderada (30–50 %), uno alta (50–70 %) y solo un taxón alcanzaría una pérdida severa (> 70%) (tabla 6.5). Este mismo análisis para el escenario pesimista indica que el promedio de pérdida para los 22 taxones alcanzaría el 34 %; en siete (32 %) la pérdida de hábitat sería reducida, cinco tendrían una pérdida baja, en cuatro sería moderada, en dos alta y en tres la pérdida podría ser severa (tabla 6.5). En estos resultados no se incluye *P. aequatorialis* al ser el único primate del país que en el presente no se incluye dentro área protegida alguna.

Tabla 6.5. Hábitat idóneo protegido para los primates del Ecuador de acuerdo con dos escenarios de cambio climático y deforestación proyectada a 2050. En verde taxones que cumplen la meta del 17 %, en rojo taxones que no cumplen; en **negritas** las mejores (> 30 %) y peores (< 5 %) condiciones, respectivamente.

Taxón	Hábitat idóneo protegido* (2021)		Hábitat idóneo protegido* (2050)							
			Escenario optimista (RCP 4.5)				Escenario pesimista (RCP 8.5)			
			Disponible		Perdido		Disponible		Perdido	
	km ²	% ^{***}	km ²	% ^{**}	% ^{***}	% ^{****}	km ²	% ^{**}	% ^{***}	% ^{****}
<i>C. pygmaea</i>	15 393	30.6	13 735	57.2	23.8	10.8	830	64.1	1.4	94.6
<i>L. lagonotus</i>	1 330	4.5	1 330	4.4	3.4	12.0	1 170	4.4	3.4	12.0
<i>L. n. graellsii</i>	9 770	54.8	9 144	69.9	37.8	6.4	7 600	74.1	31.4	22.2
<i>L. tripartitus</i>	7 719	63.6	0	0.0	0.0	100.0	0	0.0	0.0	100.0
<i>C. aequatorialis</i>	4 204	39.3	2 301	48.2	5.1	45.3	2 295	49.2	5.1	45.4
<i>C. albifrons</i>	29 989	35.4	24 340	36.8	23.7	18.8	18 512	33.0	18.1	38.3
<i>C. c. capucinus</i>	2 225	45.0	2 075	54.1	31.0	6.7	2 007	54.6	30.0	9.8
<i>S. apella</i>	5 790	20.9	5 523	22.3	18.0	4.6	5 523	23.9	18.0	4.6
<i>S. c. macrodon</i>	25 981	32.0	22 073	35.0	24.1	15.0	18 512	34.9	20.2	28.7
<i>A. lemurinus</i>	3 474	77.9	2 463	83.7	50.0	29.1	2 109	82.9	42.8	39.3
<i>A. vociferans</i>	22 749	31.7	20 028	32.0	23.2	12.0	8 586	38.4	9.9	62.3
<i>C. lucifer</i>	4 005	69.1	3 658	72.5	55.8	8.7	2 613	73.0	39.9	34.8
<i>P. discolor</i>	14 030	33.3	13 194	35.9	27.8	6.0	13 235	36.2	27.9	5.7
<i>P. aequatorialis</i>	0	0.0	0	0.0	0.0	No aplica	0	0.0	0.0	No aplica
<i>P. milleri</i>	7 927	64.7	7 646	69.5	47.9	3.5	7 646	69.5	47.9	3.5
<i>P. napensis</i>	10 208	34.2	10 069	36.7	31.4	1.4	4 658	22.1	14.5	54.4
<i>A. p. aequatorialis</i>	6 280	33.6	4 735	41.3	7.6	24.6	4 714	41.1	7.5	24.9
<i>A. seniculus</i>	31 011	36.1	29 989	38.8	28.8	3.3	29 944	38.8	28.8	3.4
<i>A. belzebuth</i>	20 753	30.0	19 553	31.7	24.0	5.8	19 498	31.8	23.9	6.0
<i>A. f. fusciceps</i>	2 450	33.9	2 225	42.7	10.8	9.2	2 225	42.9	10.8	9.2
<i>L. l. lagothricha</i>	5 156	62.6	4 908	67.6	48.3	4.8	4 178	66.3	41.1	19.0
<i>L. l. poeppigii</i>	23 364	31.8	9 842	21.9	11.1	57.9	2 444	17.5	2.8	89.5
Promedio	-	39.3	-	41.0	24.3	18.4	-	40.9	19.3	33.7

* De acuerdo con datos oficiales de áreas protegidas del SNAP y bosques y vegetación protectora del Ecuador a diciembre de 2020 (MAAE, 2020).

** Relaciona la cantidad de hábitat protegido con la cantidad de hábitat disponible en 2050.

*** Relaciona la cantidad de hábitat protegido con la distribución potencial efectiva (DPE).

**** Relaciona la cantidad de hábitat perdido con la superficie protegida en 2021.

6.4.4. Áreas de extrapolación estricta

El escenario optimista (RCP 4.5) predice que para 2050, de acuerdo con el análisis MOP, el clima se mantendría análogo en más del 50 % de la distribución de 11 taxones (esta es la mitad de los primates ecuatorianos); de ellos, en siete se espera que el clima sea similar en más del 97 % de su distribución actual (considerado como un cambio reducido o de poca importancia); por el contrario, para otros 11 taxones se espera que más del 50 % de su área de distribución corresponda con áreas de extrapolación estricta (o climas diferentes a los actuales); entre ellos, se incluyen seis taxones que tendrían un cambio severo, superior al 70 % de su distribución, cuatro de los cuales alcanzarían el 100 % (figura 6.3, apéndice 12).

De acuerdo con el escenario pesimista (RCP 8.5), se espera que para 2050 nueve taxones de primates mantengan un clima análogo al presente en más del 50 % de su distribución (esto es el 41 % de los primates ecuatorianos); entre ellos, se espera que en cinco taxones más del 95 % de su área de distribución corresponda a clima análogo al presente, lo que corresponde con un cambio de poca importancia; por el contrario, 13 taxones de primates (59 %) incluirían áreas de extrapolación estricta en más del 50 % de su área de presencia, que incluye a 10 taxones con un cambio severo, superior al 70 % (seis de ellos alcanzarían un cambio del 100 %) (figura 6.3, apéndice 12).

6.4.5. Capacidad de resiliencia

El análisis sobre la capacidad de resiliencia que podrían tener los primates del Ecuador a los efectos del cambio climático indica que nueve taxones (41 %) serían resistentes a esta amenaza, con una capacidad de resiliencia alta, aunque ninguno alcanzó el puntaje necesario para la categoría muy alta (figura 6.4, tabla 6.6); además, otros ocho taxones tendrían una capacidad de resiliencia moderada; por el contrario, cinco taxones (23 %) podrían ser afectados por el cambio climático; en ellos, cuatro tendrían una capacidad de resiliencia baja y para uno (*L. l. lagothricha*) su capacidad de resiliencia sería muy baja (figura 6.4, tabla 6.6).

Entre los siete factores intrínsecos analizados, el que mayor importancia tuvo para los primates del Ecuador frente al cambio climático fue la calidad del hábitat, con un puntaje promedio de 3.2 (de un máximo de 5); siguieron en relevancia la distribución (3.1), la dieta (3.0) y la capacidad de dispersión y el ámbito hogareño (2.9, para cada uno); el rango altitudinal y el tamaño de grupos tuvieron poca relevancia (2.6 y 2.5, respectivamente) (figura 6.4).

6.4.6. Evaluación final

Según el escenario optimista (RCP 4.5), para 2050 el cambio climático afectaría a 12 taxones de primates (55 % del total nacional): en uno de ellos se espera que la afectación sea severa (*L. tripartitus*), en dos alta (*C. pygmaea* y *L. l. poeppigii*) y en nueve moderada; por el contrario, ocho taxones tendrían una afectación baja y en dos el impacto sería reducido (tabla 6.7). De acuerdo con

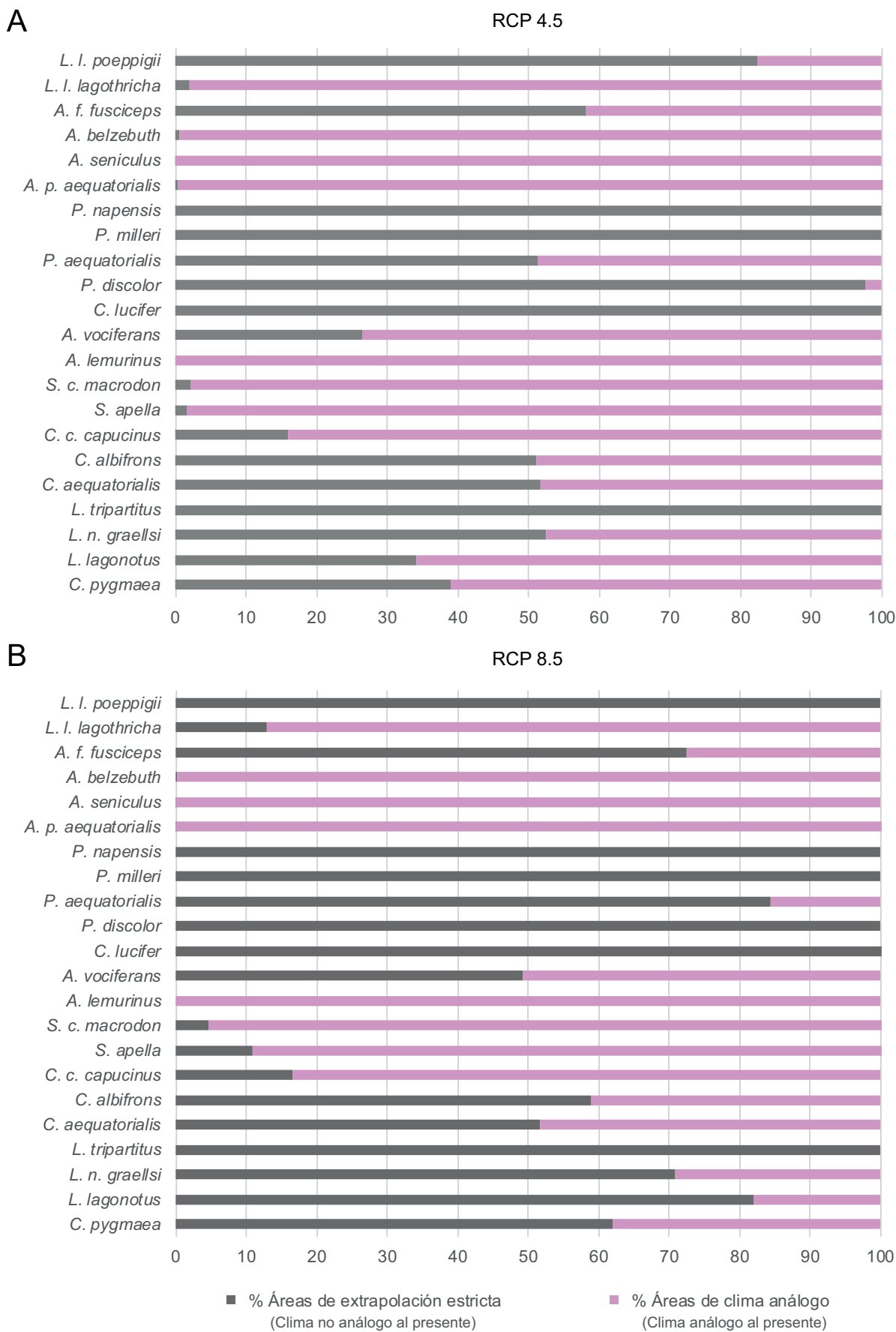


Figura 6.3. Porcentaje de clima no análogo (áreas de extrapoliación estricta) y análogo (similar al presente) que para 2050 dispondrían los 22 taxones de primates del Ecuador de acuerdo con el análisis MOP para dos escenarios de cambio climático: **(A)** optimista (RCP 4.5); **(B)** pesimista (RCP 8.5).

Primates del Ecuador: aportes al conocimiento de su diversidad, distribución y conservación

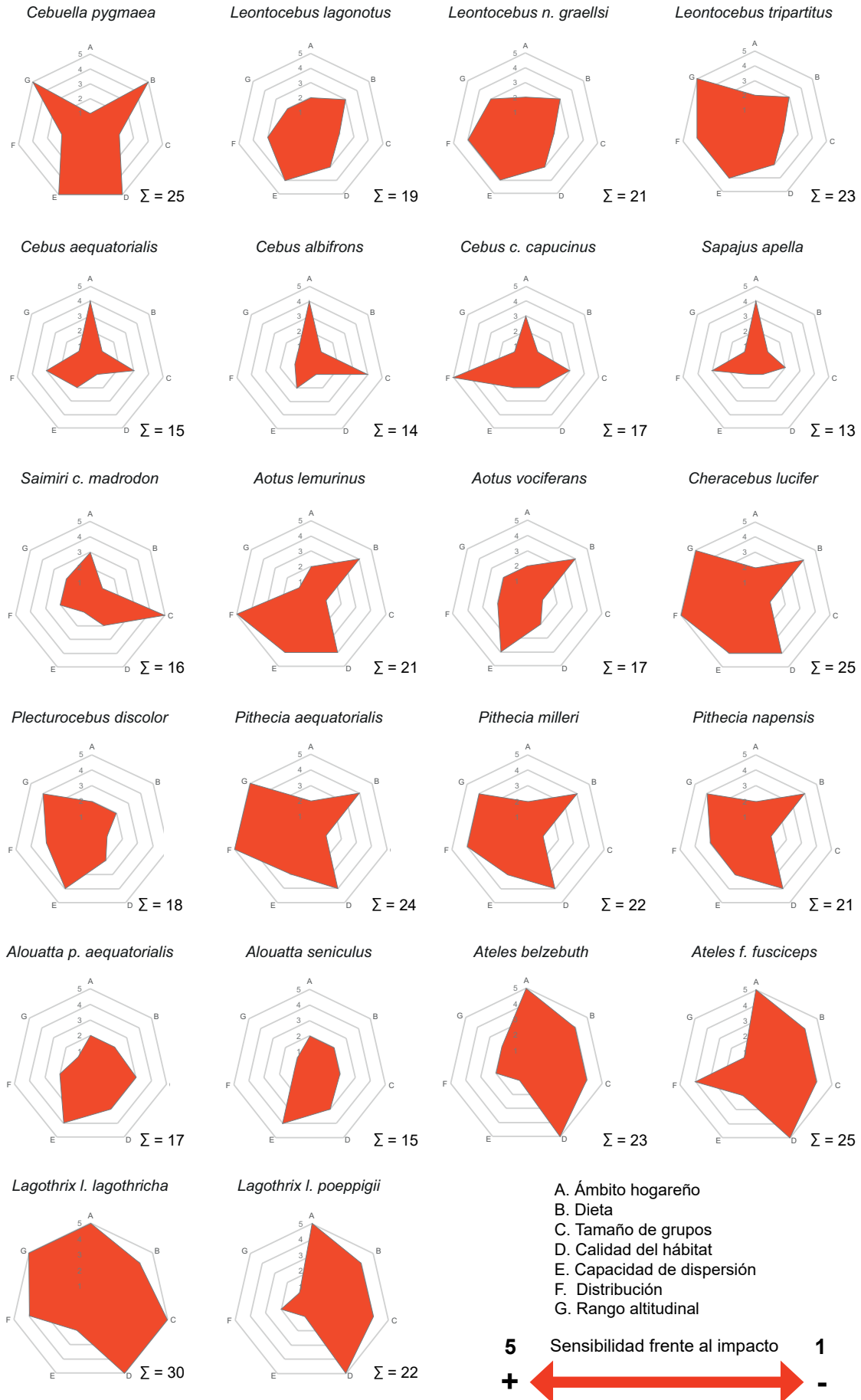


Figura 6.4. Resultados del análisis de siete factores intrínsecos relacionados con la sensibilidad de los primates del Ecuador frente al cambio climático.

Tabla 6.6. Capacidad de resiliencia frente al cambio climático que tendrían los 22 taxones de primates del Ecuador.

Taxón	Puntaje de calificación (máximo 35 puntos)	Porcentaje de calificación	Capacidad de resiliencia	Puesto decreciente
<i>C. pygmaea</i>	25	71	Baja	2
<i>L. lagonotus</i>	19	54	Moderada	7
<i>L. n. graellsii</i>	21	60	Moderada	6
<i>L. tripartitus</i>	23	66	Moderada	4
<i>C. aequatorialis</i>	15	43	Alta	11
<i>C. albifrons</i>	14	40	Alta	12
<i>C. c. capucinus</i>	17	49	Alta	9
<i>S. apella</i>	13	37	Alta	13
<i>S. c. macrodon</i>	16	46	Alta	10
<i>A. lemurinus</i>	21	60	Moderada	6
<i>A. vociferans</i>	17	49	Alta	9
<i>C. lucifer</i>	25	71	Baja	2
<i>P. discolor</i>	18	51	Alta	8
<i>P. aequatorialis</i>	24	69	Baja	3
<i>P. milleri</i>	22	63	Moderada	5
<i>P. napensis</i>	21	60	Moderada	6
<i>A. p. aequatorialis</i>	17	49	Alta	9
<i>A. seniculus</i>	15	43	Alta	11
<i>A. belzebuth</i>	23	66	Moderada	4
<i>A. f. fusciceps</i>	25	71	Baja	2
<i>L. l. lagothricha</i>	30	86	Muy baja	1
<i>L. l. poeppigii</i>	22	63	Moderada	5

Capacidad de resiliencia (basada en el porcentaje de calificación): Muy alta: ≤ 35 %. Alta: 36–51 %. Moderada: 52–67 %. Baja: 68–83 %. Muy baja: ≥ 84 %.

el escenario pesimista (RCP 8.5), 16 taxones se verían afectados por esta amenaza (esto es el 73 % de los primates ecuatorianos): tres de ellos tendrían una afectación severa (*C. pygmaea*, *L. tripartitus* y *L. l. poeppigii*), en otros tres sería alta (*L. n. graellsii*, *Aotus vociferans* y *C. lucifer*) y en 10 el impacto sería moderado; por el contrario, cuatro taxones tendrían un impacto bajo y en dos reducido (tabla 6.7).

Al comparar los resultados del análisis de cambio climático con las categorías de conservación definidas para los primates del Ecuador (capítulo V), se tiene que para 2050, de acuerdo con el escenario optimista, 18 taxones (82 %) se mantendrían dentro de la misma categoría de conservación asignada. Entre los cuatro taxones restantes, dos subirían a la categoría En Peligro Crítico, uno a la categoría En Peligro y uno a Vulnerable. En este escenario, la distribución final de categorías sería la siguiente: siete taxones (32 %) se encontrarían En Peligro Crítico, nueve (41 %) En Peligro y seis serían asignados a la categoría Vulnerable (27 %) (tabla 6.8).

Por el contrario, en el escenario pesimista 15 taxones (68 %) se mantendrían dentro de la misma categoría asignada dentro del análisis del estado de conservación de los primates (capítulo V);

Tabla 6.7. Evaluación final sobre el efecto del cambio climático que se espera en 2050 para los 22 taxones de primates del Ecuador de acuerdo con dos escenarios (todos los valores corresponden a porcentajes). Peso asignado a las variables: idoneidad ambiental perdida (1.5), áreas de extrapolación estricta (0.5).

Taxón	Capacidad de resiliencia	Escenario optimista (RCP 4.5)					Escenario pesimista (RCP 8.5)						
		Idoneidad ambiental perdida		Áreas de extrapolación estricta		Calificación final	Interpretación	Idoneidad ambiental perdida		Áreas de extrapolación estricta		Calificación final	Interpretación
		Inicial	x 1.5	Inicial	x 0.5			Inicial	x 1.5	Inicial	x 0.5		
<i>C. pygmaea</i>	71.0	45.6	68.4	38.9	19.5	53.0	Alto	94.8	142.2	61.9	31.0	81.4	Severo
<i>L. lagonotus</i>	54.0	0.0	0.0	34.1	17.0	23.7	Bajo	0.0	0.0	82.0	41.0	31.7	Moderado
<i>L. n. graellsii</i>	60.0	33.1	49.7	52.5	26.3	45.3	Moderado	49.8	74.7	70.9	35.4	56.7	Alto
<i>L. tripartitus</i>	66.0	99.3	149.0	100.0	50.0	88.3	Severo	100.0	150.0	100.0	50.0	88.7	Severo
<i>C. aequatorialis</i>	43.0	47.8	71.7	51.7	25.9	46.9	Moderado	50.2	75.3	51.7	25.9	48.1	Moderado
<i>C. albifrons</i>	40.0	11.1	16.7	51.1	25.6	27.4	Bajo	23.2	34.8	58.9	29.4	34.7	Moderado
<i>C. c. capucinus</i>	49.0	4.1	6.2	16.0	8.0	21.1	Bajo	9.9	14.9	16.5	8.3	24.0	Bajo
<i>S. apella</i>	37.0	2.2	3.3	1.7	0.8	13.7	Reducido	9.3	14.0	10.9	5.5	18.8	Reducido
<i>S. c. macrodon</i>	46.0	14.7	22.1	2.2	1.1	23.1	Bajo	25.7	38.6	4.7	2.3	29.0	Bajo
<i>A. lemurinus</i>	60.0	23.5	35.3	0.0	0.0	31.8	Moderado	34.6	51.9	0.0	0.0	37.3	Moderado
<i>A. vociferans</i>	49.0	16.5	24.8	26.5	13.2	29.0	Bajo	67.4	101.1	49.3	24.6	58.2	Alto
<i>C. lucifer</i>	71.0	5.1	7.7	100.0	50.0	42.9	Moderado	35.0	52.5	100.0	50.0	57.8	Alto
<i>P. discolor</i>	51.0	3.0	4.5	97.8	48.9	34.8	Moderado	4.5	6.8	100.0	50.0	35.9	Moderado
<i>P. aequatorialis</i>	69.0	0.0	0.0	51.3	25.6	31.5	Moderado	0.0	0.0	84.5	42.2	37.1	Moderado
<i>P. milleri</i>	63.0	0.0	0.0	100.0	50.0	37.7	Moderado	0.0	0.0	100.0	50.0	37.7	Moderado
<i>P. napensis</i>	60.0	0.0	0.0	100.0	50.0	36.7	Moderado	20.3	30.5	100.0	50.0	46.8	Moderado
<i>A. p. aequatorialis</i>	49.0	13.5	20.3	0.4	0.2	23.1	Bajo	13.3	20.0	0.0	0.0	23.0	Bajo
<i>A. seniculus</i>	43.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	Reducido	0.0	0.0	0.1	0.0	14.3	Reducido
<i>A. belzebuth</i>	66.0	0.0	0.0	0.6	0.3	22.1	Bajo	0.1	0.2	0.1	0.1	22.1	Bajo
<i>A. f. fusciceps</i>	71.0	0.2	0.3	58.2	29.1	33.5	Moderado	0.4	0.6	72.4	36.2	35.9	Moderado
<i>L. l. lagothricha</i>	86.0	1.0	1.5	2.0	1.0	29.5	Bajo	12.7	19.1	12.9	6.4	37.2	Moderado
<i>L. l. poeppigii</i>	63.0	33.3	50.0	82.3	41.1	51.4	Alto	77.7	116.6	100.0	50.0	76.5	Severo

Interpretación de la calificación final: impacto severo (> 70 %), impacto alto (50–70 %), impacto moderado (30–50 %), impacto bajo (20–30 %), impacto reducido (< 20 %).

Tabla 6.8. Categorías de conservación propuestas para los primates del Ecuador para 2050: sin cambio climático (CC) (capítulo V) y para dos escenarios de cambio climático (optimista y pesimista).

Taxón	Categoría sin CC	Escenario optimista (RCP 4.5)		Escenario pesimista (RCP 8.5)	
		Impacto	Categoría con CC	Impacto	Categoría con CC
<i>C. pygmaea</i>	NT	Alto	EN*	Severo	CR*
<i>L. lagonotus</i>	VU*	Bajo	VU*	Moderado	VU*
<i>L. n. graellsii</i>	EN*	Moderado	EN*	Alto	CR*
<i>L. tripartitus</i>	VU*	Severo	CR*	Severo	CR*
<i>C. aequatorialis</i>	CR*	Moderado	CR*	Moderado	CR*
<i>C. albifrons</i>	EN*	Bajo	EN*	Moderado	EN*
<i>C. c. capucinus</i>	CR*	Bajo	CR*	Bajo	CR*
<i>S. apella</i>	EN*	Reducido	EN*	Reducido	EN*
<i>S. c. macrodon</i>	EN*	Bajo	EN*	Bajo	EN*
<i>A. lemurinus</i>	NT	Moderado	VU*	Moderado	VU*
<i>A. vociferans</i>	VU*	Bajo	VU*	Alto	EN*
<i>C. lucifer</i>	VU*	Moderado	VU*	Alto	EN*
<i>P. discolor</i>	VU*	Moderado	VU*	Moderado	VU*
<i>P. aequatorialis</i>	VU*	Moderado	VU*	Moderado	VU*
<i>P. milleri</i>	EN*	Moderado	EN*	Moderado	EN*
<i>P. napensis</i>	EN*	Moderado	EN*	Moderado	EN*
<i>A. p. aequatorialis</i>	CR*	Bajo	CR*	Bajo	CR*
<i>A. seniculus</i>	EN*	Reducido	EN*	Reducido	EN*
<i>A. belzebuth</i>	EN*	Bajo	EN*	Bajo	EN*
<i>A. f. fusciceps</i>	CR*	Moderado	CR*	Moderado	CR*
<i>L. l. lagothericha</i>	CR*	Bajo	CR*	Moderado	CR*
<i>L. l. poeppigii</i>	EN*	Alto	CR*	Severo	CR*

* La categoría sin y con cambio climático es la misma.

los cambios en los siete taxones restantes indican que cuatro subirían a la categoría En Peligro Crítico, dos a En Peligro y uno a Vulnerable. En este escenario, la distribución final de categorías sería la siguiente: nueve taxones (41 %) se encontrarían En Peligro Crítico, otros nueve ocuparían la categoría En Peligro y cuatro serían tratados como Vulnerable (27 %) (tabla 6.8). En ambos escenarios, el 100 % de las categorías asignadas corresponden a especies amenazadas.

6.4.7. Resultados por taxón

Un detalle específico de los distintos análisis relacionados con cambio climático para cada taxón de primate en el Ecuador es el siguiente:

6.4.7.1. *Cebuella pygmaea*

Escenarios de cambio climático. La extensión de presencia (EOO) de *C. pygmaea* en Ecuador se estableció en 63 944 km² (figura 6.5.A); de esta superficie, el modelo de nicho ecológico (MNE)

determinó que en el presente (2021) la distribución potencial efectiva (DPE) alcanza 57 813 km². De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), el 52 % de esta superficie permanecerá idónea para 2050; además existirá una ganancia de 1.4 %, que en total representa poco más del 53 % de hábitat idóneo disponible (apéndice 10); esto implica que el cambio climático tendrá un impacto moderado para esta especie, pues la pérdida de hábitat se sospecha que podría alcanzar el 46 % (un 17 % de la pérdida total fue predicha por tres GCM). La mayor pérdida de idoneidad del hábitat se espera que ocurra hacia el occidente de su distribución, con alta influencia en el área de la provincia de Pastaza (figura 6.5.B).

Por el contrario, el escenario pesimista (RCP 8.5) indica que el cambio climático tendrá un impacto severo para este primate, pues la pérdida en la idoneidad de hábitat en 2050 alcanzará el 95 % (un 15 % de la pérdida total fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). El área de pérdida abarca casi toda la DPE de este primate, con mayor relevancia hacia el occidente de su distribución; mientras que los pequeños fragmentos de hábitat idóneo estable o con ganancia se encuentran en su mayor parte en el extremo nororiental (figura 6.5.C), dentro de la provincia de Sucumbíos.

En los dos escenarios, la pérdida de hábitat sugiere que la especie en Ecuador no dispondrá de hábitat hacia donde expandir su distribución debido al cambio climático; en el escenario optimista, se observa una importante área de ganancia en la Amazonía de Perú, hacia el oriente de la distribución ecuatoriana (figura 6.5.B); algo que también es evidente, aunque con menor intensidad, en el escenario pesimista (figura 6.5.C). Si bien ambos modelos indican que la especie podría expandir su distribución hacia Colombia, al norte del río Putumayo, en la práctica se considera improbable debido a que el río actuaría como barrera.

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *C. pygmaea* en Ecuador, de acuerdo con el escenario optimista, alcanzará un 42 % de la DPE y un 48 % del hábitat idóneo que la especie dispone en la actualidad (figura 6.5.D); la pérdida total de idoneidad ambiental para la especie se espera que sea alta y alcance un 57 % de la DPE y un 68 % del hábitat idóneo perdido para entonces será atribuible al efecto del cambio climático (apéndice 11).

Por el contrario, de acuerdo con el escenario pesimista, se espera que para 2050 la cantidad de hábitat idóneo para la especie apenas alcance un 2 % de la DPE y un 3 % de la distribución en el presente (figura 6.5.E); en este caso, el efecto del cambio climático sería severo, pues debido a esta causa la pérdida de idoneidad ambiental alcanzaría el 81 % y la pérdida total de hábitat idóneo se esperaría que alcance al 96 % (apéndice 11).

Presencia en áreas protegidas. El escenario optimista predice que el 57 % del hábitat idóneo disponible para *C. pygmaea* estaría protegido en 2050; esta superficie representa una pérdida del 11 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 24 % de su DPE estaría protegida (tabla 6.5). La mayor proporción de bosque protegido corresponde a la RPF Cuyabeno y a la parte

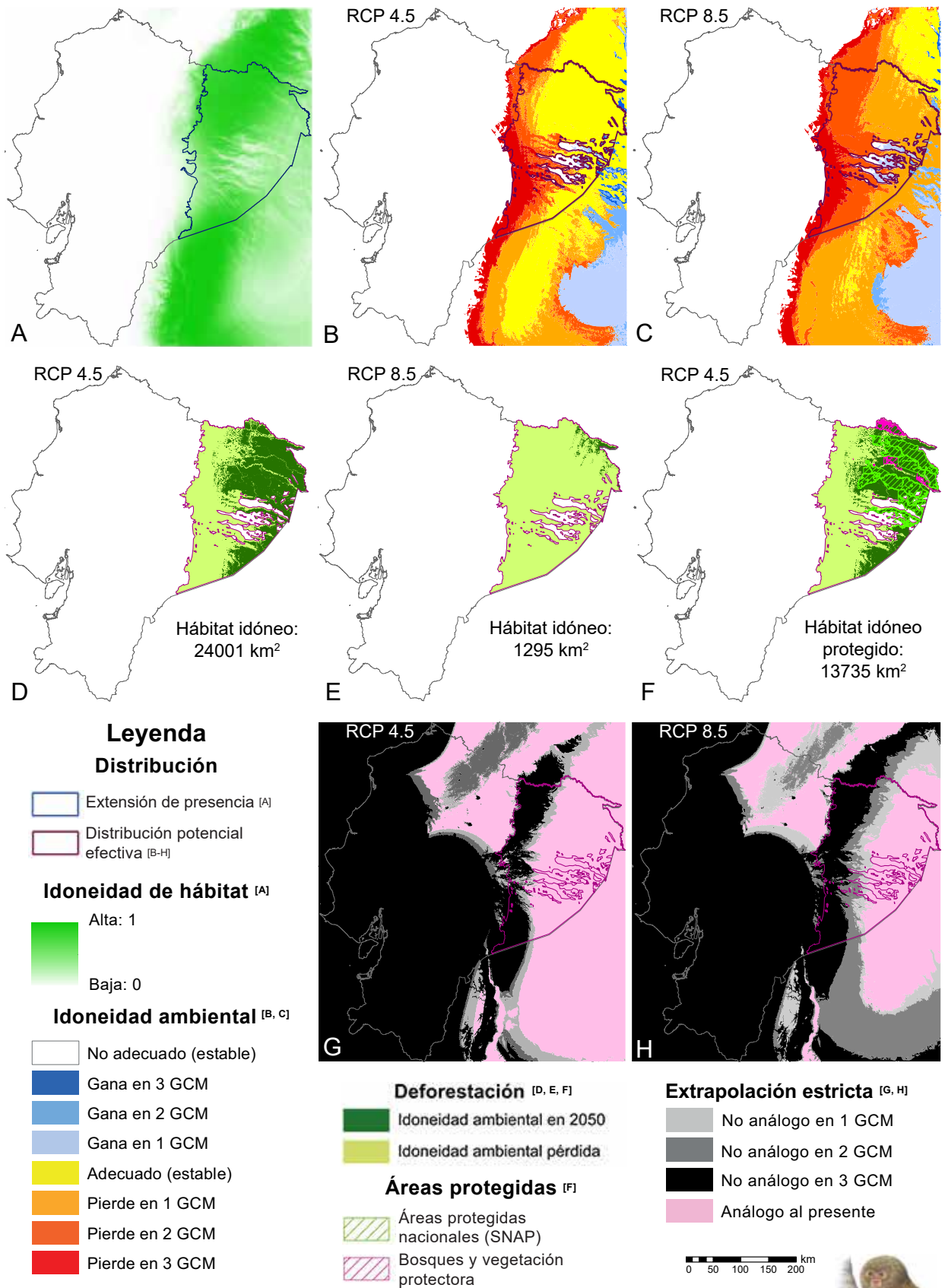


Figura 6.5. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Cebuella pygmaea*: **A.** Idóneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



norte del PN Yasuní, dentro del SNAP; otras áreas protegidas con una superficie importante son los bosques protectores Cuembí, Pañacocha y Río Aguarico (figura 6.5.F). Zonas sin protección y con una importante superficie de hábitat idóneo dentro de este escenario aparecen al suroriente de la provincia de Pastaza y nororiente de Morona Santiago.

Dentro del escenario pesimista, se estima que un 64 % del hábitat idóneo disponible en 2050 estará protegido; esta superficie representa una pérdida del 95 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que apenas poco más del 1 % de su DPE estaría protegida (tabla 6.5). La mayor proporción de bosque protegido corresponde a sectores de la RPF Cuyabeno y del BP Cuembí. Por el contrario, la mayor parte de hábitat no protegido, y el bloque más compacto dentro de este escenario, aparece entre los ríos Putumayo y Güepí, en el extremo nororiental de la provincia de Sucumbíos y que sirve de frontera con Colombia y Perú.

Áreas de extrapolación estricta. Los dos escenarios MOP muestran que la parte oriental del área de distribución de *C. pygmaea* podría corresponder con climas análogos al presente, característica que se extiende hacia el norte (Colombia) y el este (Perú) de su distribución (figura 6.5.G y H). En el escenario optimista, el 61 % de la DPE podría ser análoga al presente (apéndice 12), áreas que coinciden con el hábitat idóneo predicho por el análisis de cambio climático (figura 6.5.B); en el escenario pesimista, se esperaría que el 38 % de la DPE sea análoga al presente (apéndice 12). Por el contrario, tres GCM predicen que para 2050 el occidente de su distribución correspondería a áreas de extrapolación estricta (clima no análogo al presente) (figura 6.5.G y H).

Capacidad de resiliencia. *C. pygmaea* tendrá alta sensibilidad al cambio climático debido a su dieta altamente específica, a su muy baja capacidad de dispersión (< 100 m/día) y a su muy restringido rango altitudinal (< 500 m); estas condiciones hacen que su capacidad de resiliencia a este impacto sea baja; su puntuación (71 %) fue la segunda más alta entre los primates ecuatorianos.

6.4.7.2. *Leontocebus lagonotus*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *L. lagonotus* en Ecuador se estableció en 36 950 km² (figura 6.6.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 34 468 km². De acuerdo con los escenarios RCP planteados (4.5 y 8.5), más del 99 % permanecerá idóneo para 2050, lo que indica que el cambio climático no afectará a este primate (figura 6.6.B y C, apéndice 10). En los dos escenarios, la especie tendrá ganancia de hábitat idóneo hacia todos los bordes de su distribución, en especial hacia el límite oriental, que corresponde a la Amazonía peruana y hacia donde la especie podrá expandir su distribución sin la existencia de barreras naturales. Hacia las estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes, en el extremo occidental de su distribución, la especie también presenta idoneidad ambiental hacia donde podría expandir su distribución, con la altitud como única limitante. Hacia el norte y sur no es probable que este primate expanda su distribución debido a la presencia de barreras físicas o biológicas (capítulo IV), con excepción de áreas específicas en las provincias de Orellana (a lo largo de la vía Auca) y Morona Santiago (zona al norte de Macas).

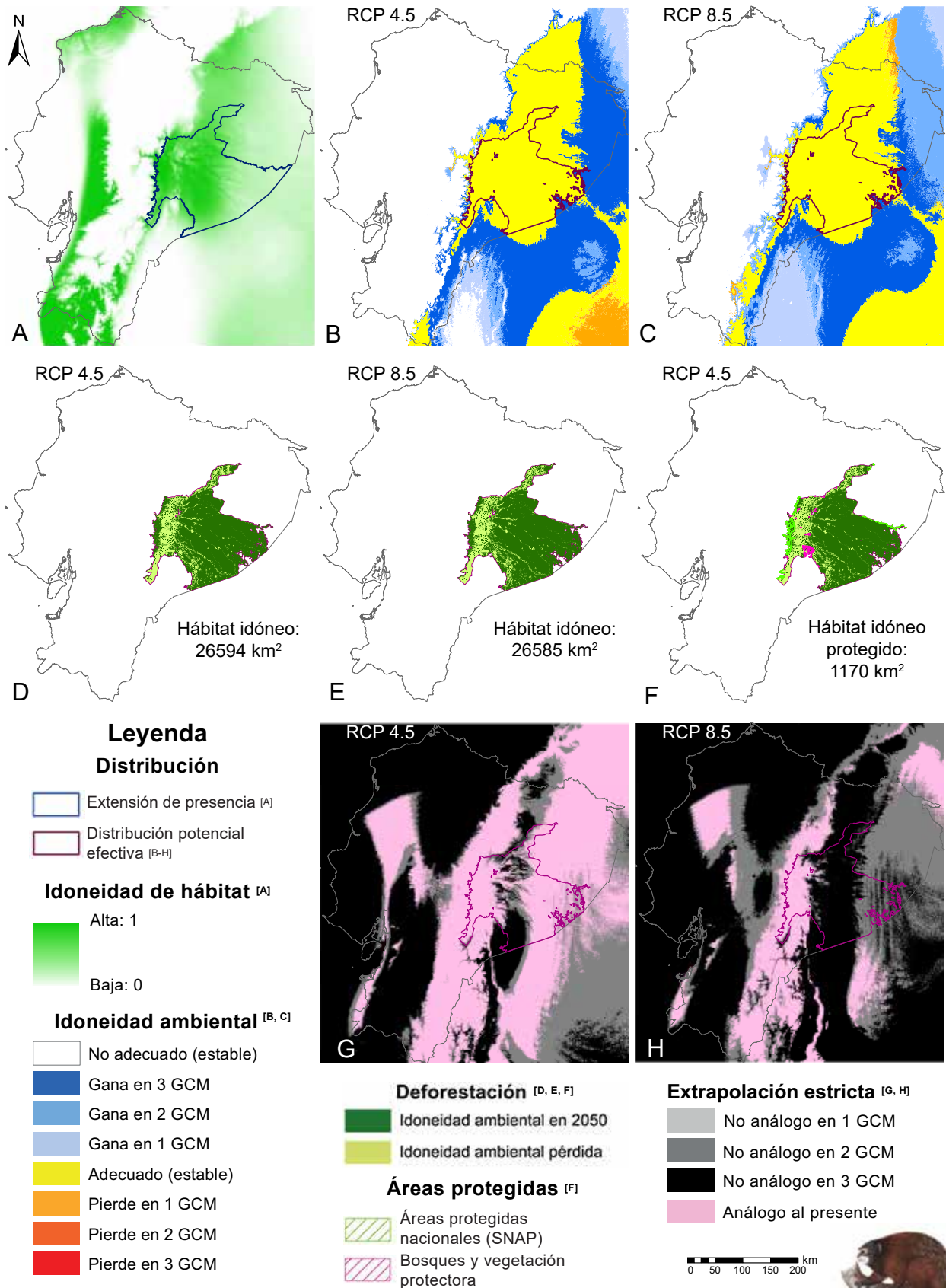


Figura 6.6. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Leontocebus lagothotus*: **A.** Idóneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que para ambos escenarios el hábitat idóneo disponible para *L. lagonotus* alcanzaría un 77 % de la DPE (figura 6.6.D y E); esta superficie corresponde a un 91 % del hábitat idóneo que la especie dispone en el presente; ambos modelos muestran que la pérdida debido al cambio climático será reducida, inferior al 1 %, mientras que la pérdida total de hábitat idóneo sería baja y alcanzaría un 21 % en ambos escenarios (apéndice 11).

Presencia en áreas protegidas. La mayor parte del hábitat idóneo disponible para este primate no está protegido; ambos escenarios predicen que para 2050 apenas un 4 % de su distribución se incluirá dentro de alguna figura de conservación; esta superficie representa una pérdida del 12 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que apenas un 3 % de su DPE estaría protegida (tabla 6.5). Dentro del SNAP, la mayor proporción de bosque protegido corresponde al PN Sangay; otras áreas con pequeñas extensiones son los parques nacionales Llanganates y Yasuní. Entre los bosques protectores, la mayor superficie para esta especie se encuentra en la sección norte del BP Cordillera de Kutukú y Shaimi (figura 6.6.F).

Áreas de extrapolación estricta. El escenario MOP RCP 4.5 muestra que para 2050 un 66 % del área de distribución de *L. lagonotus* podría presentar clima análogo al presente, condición que se espera sea evidente hacia los dos extremos de su DPE, tanto al oriente como al occidente; mientras que un 34 % correspondería a áreas de extrapolación estricta (un 12 % fue predicho por tres GCM) (apéndice 12). En su mayor parte, las áreas de clima no análogo se distribuirían a lo largo de una amplia franja central (figura 6.6.G). Las áreas de clima análogo muestran en su mayor parte continuidad hacia zonas que la especie podría ocupar en el futuro y también coinciden con importantes áreas hábitat idóneo en el presente.

Por el contrario, el escenario MOP RCP 8.5 indica que para 2050 un 18 % de la DPE de este primate podría presentar clima análogo al presente; esta zona se restringe hacia el occidente de su distribución. Se espera que las áreas de extrapolación estricta alcancen un 82 % (28 % fue predicho por tres GCM) y se distribuyan desde el centro hacia el este de su área de presencia (figura 6.6.H). La zona con clima análogo aparece hacia el oeste y sur de su DPE, una zona que en el presente comprende extensas áreas intervenidas.

Capacidad de resiliencia. *L. lagonotus* tendrá una moderada sensibilidad al cambio climático; el factor menos favorable para este primate fue su baja capacidad de dispersión (100–1000 m/día); por tal motivo, su capacidad de resiliencia sería moderada; su puntuación (54 %) fue la séptima más alta entre los primates ecuatorianos.

6.4.7.3. *Leontocebus nigricollis graellsii*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *L. n. graellsii* en Ecuador se estableció en 24 736 km² (figura 6.7.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 24 222 km². De

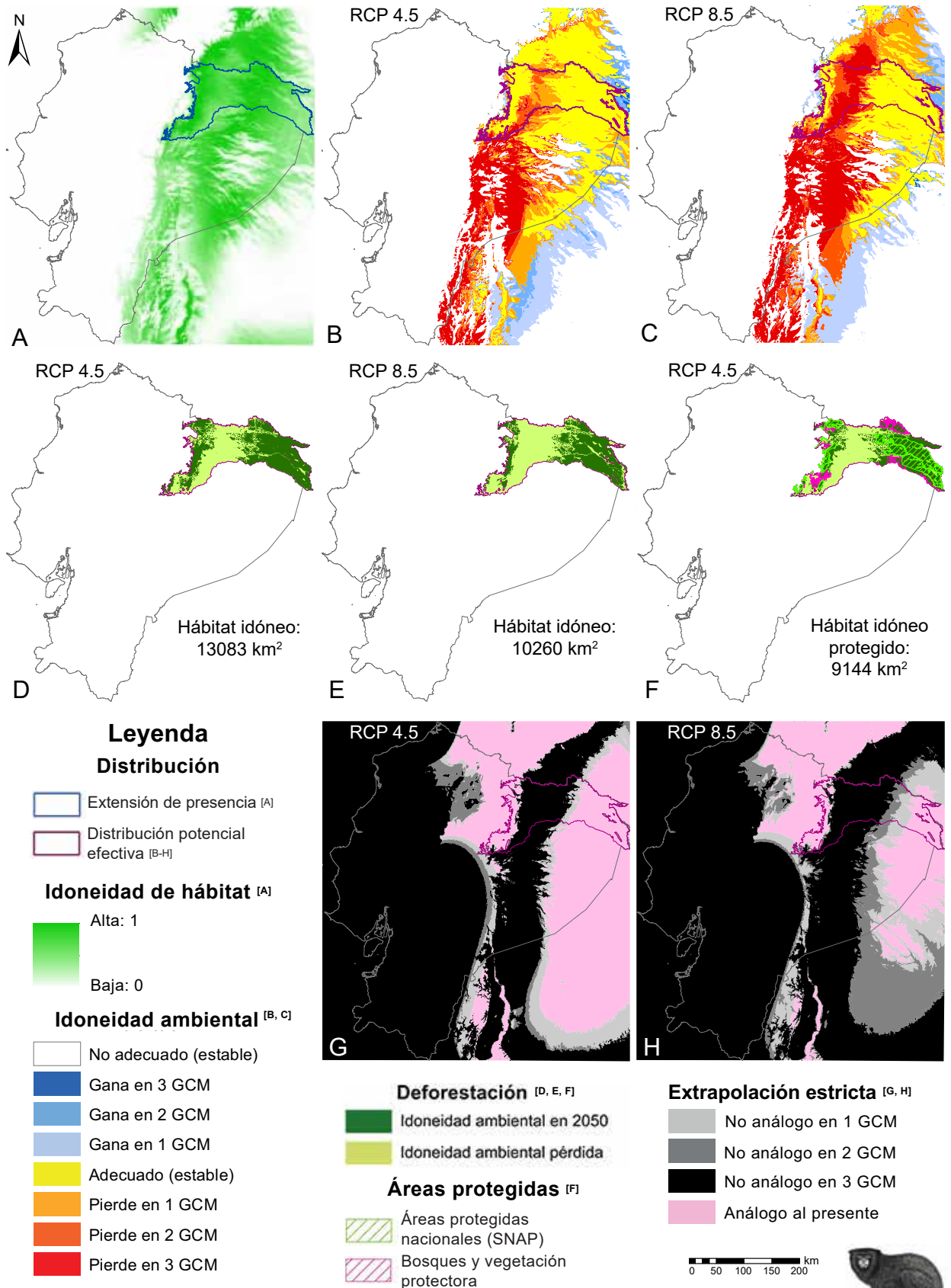


Figura 6.7. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Leontocebus nigricollis graellsii*: **A.** Idóneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].

acuerdo con el escenario optimista, se considera que el 66 % permanecerá idóneo para 2050; además existirá una ganancia inferior al 1 % (apéndice 10); esto implica que el cambio climático tendrá un impacto moderado para este taxón, pues la pérdida de hábitat podría alcanzar un 33 % (un 6 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM). La mayor pérdida de idoneidad del hábitat se espera hacia el centro de su distribución, en una amplia franja alrededor de la ciudad de Nueva Loja, en la provincia de Sucumbíos, y hacia el suroccidente, en zonas que corresponden a las provincias de Orellana y Napo (figura 6.7.B).

Por el contrario, el escenario pesimista indica que el cambio climático tendrá un impacto alto para este primate, pues la idoneidad ambiental disponible alcanzaría para 2050 un 50 % de su DPE, al igual que la cantidad de hábitat perdido (un 24 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). Este modelo también predice que el área de pérdida de idoneidad de hábitat abarcará las mismas zonas indicadas para el modelo optimista, pero con mayor intensidad; tanto que el taxón casi perdería su hábitat en la provincia de Orellana y en todo el sur de Napo (figura 6.7.C).

En los dos escenarios, la pérdida de hábitat sugiere que debido al cambio climático este primate solo podrá expandir su distribución hacia el oeste y el este; aunque la primera opción es reducida y tiene como principal barrera la altitud; por el contrario, hacia el este, en la Amazonía peruana, los modelos muestran que existirá estabilidad y ganancia en la idoneidad ambiental (figura 6.7.B y C). Si bien ambos modelos indican que este primate podría expandir su distribución hacia el norte del río Putumayo y hacia el sur del río Napo, en la práctica es una expansión improbable debido a que ambos ríos son barreras naturales para su distribución (véase capítulo IV).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *L. n. graellsii* en Ecuador, de acuerdo con el escenario optimista, alcanzaría un 54 % de la DPE y un 73 % del hábitat idóneo disponible en la actualidad (figura 6.7.D). También se estimó que el hábitat idóneo perdido para 2050 que es atribuible al efecto del cambio climático será bajo (29 %) y que para entonces la pérdida total de hábitat idóneo sería moderada (alcanzaría un 44 %) (apéndice 11).

De acuerdo con el escenario pesimista, se espera que para 2050 la cantidad de hábitat idóneo para el taxón alcance un 42 % de la DPE y un 58 % de la distribución en el presente (figura 6.7.E); en este caso, el efecto del cambio climático sería moderado, pues debido a esta causa la pérdida de hábitat idóneo alcanzaría un 44 % y la pérdida total de hábitat para este taxón será alta, estimada en un 56 % de la DPE (apéndice 11). Para ambos escenarios, la mayor parte de las zonas deforestadas se solapan con las áreas de hábitat idóneo perdido de acuerdo con los modelos de cambio climático (figura 6.7.B–E).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con el escenario optimista, alrededor de un 70 % del hábitat idóneo disponible para *L. n. graellsii* en 2050 se espera que ocupe alguna figura de conservación (figura 6.7.F); esta superficie representa una pérdida del 6 % del hábitat idóneo

protegido en la actualidad e indica que el 38 % de su DPE estaría protegida (tabla 6.5). Por el contrario, el escenario pesimista indica que el 74 % de su hábitat idóneo en 2050 estaría protegido; esta superficie representa una pérdida del 22 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 31 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación (tabla 6.5).

Para ambos escenarios, la mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP corresponde a la RPF Cuyabeno; otras áreas con importantes extensiones de hábitat idóneo son la RE Cofán-Bermejo y la parte oriental del PN Sumaco-Napo Galeras (figura 6.7.F). Entre los bosques protectores, la mayor superficie para esta especie se incluye dentro de los bosques Cuembí y Pañacocha, en la provincia de Sucumbíos; Río Aguarico, en Orellana; y Cerro Sumaco y Cuenca Alta del Río Suno, que es compartido entre las provincias de Orellana y Napo.

Áreas de extrapolación estricta. El escenario MOP RCP 4.5 muestra que para 2050 el 48 % del área de distribución de *L. n. graellsii* presentaría clima análogo al presente, condición que sería evidente hacia los dos extremos de su DPE, tanto al oriente como al occidente; mientras que un 53 % serían áreas de extrapolación estricta (un 44 % fue predicho por tres GCM) (apéndice 12). En su mayor parte, las áreas de clima no análogo se distribuirían en una amplia franja central (figura 6.7.G), que además coincide con las zonas de pérdida de idoneidad de hábitat de acuerdo con el análisis de cambio climático (figura 6.7.B) y con las áreas con mayor deforestación (figura 6.7.D). Las áreas de clima análogo muestran continuidad hacia zonas que la especie podría ocupar en el futuro y también coinciden con importantes áreas hábitat idóneo en el presente.

Por el contrario, el escenario MOP RCP 8.5 indica que para 2050 apenas un 29 % de la DPE de este primate podría presentar clima análogo al presente; esta zona se restringiría hacia los extremos occidental y oriental de su distribución (figura 6.7.H). Las áreas de extrapolación estricta alcanzarían un 71 % (51 % fue predicho por tres GCM) y se espera que se distribuyan en una amplia franja en el centro y centro oriente de su área de presencia (figura 6.7.H, apéndice 12).

Capacidad de resiliencia. *L. n. graellsii* tendrá una moderada sensibilidad frente al cambio climático; los factores menos favorables para este primate se considera que son su baja capacidad de dispersión (100–1000 m/día) y su distribución pequeña. Su puntuación (60 %) fue la sexta más alta entre los primates ecuatorianos, para una capacidad de resiliencia moderada.

6.4.7.4. *Leontocebus tripartitus*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *L. tripartitus* en Ecuador se estableció en 16 578 km² (figura 6.8.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 12 568 km². De acuerdo con los dos escenarios planteados (RCP 4.5 y 8.5) se considera que la especie perderá toda su idoneidad ambiental para 2050 (un 75 % de la pérdida total fue predicha por tres GCM en el escenario optimista y un 100 % en el pesimista) (apéndice 10). El escenario optimista sugiere que hacia parte oriental de su distribución existirá hábitat adecuado hacia donde la especie podría

expandir su distribución (figura 6.8.B), zona que además se encuentra dentro de su EOO (figura 6.8.A); no así en el escenario pesimista, con todo el hábitat no idóneo (figura 6.8.C).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que *L. tripartitus* en Ecuador no dispondrá de hábitat idóneo de acuerdo con los dos escenarios planteados (figura 6.8.D y E). Los modelos también sugieren que en ambos casos el 90 % de la pérdida de hábitat idóneo es atribuible al efecto del cambio climático (apéndice 11), lo que implica que la deforestación para este mismo período se esperaría que alcance el 10 % de la DPE.

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con ambos escenarios de cambio climático, la especie no dispondría de hábitat idóneo en 2050, lo que implica una pérdida del 100 % de su hábitat protegido (tabla 6.5); por lo tanto, estará ausente del PN Yasuní, la única área protegida que ocupa en la actualidad (figura 6.8.F).

Áreas de extrapolación estricta. El análisis MOP indica que para los dos escenarios RCP se espera que el 100 % del área de distribución de *L. tripartitus* presente clima no análogo al presente (un 88 % fue predicho por tres GCM en el escenario optimista y un 100 % en el escenario pesimista) (figura 6.8.G y H, apéndice 12).

Capacidad de resiliencia. *L. tripartitus* tendrá una moderada sensibilidad frente al cambio climático; el factor menos favorable fue su limitado rango altitudinal (< 500 m); otros factores importantes fueron su baja capacidad de dispersión (100–1000 m/día) y su distribución pequeña. Su puntuación (66 %) fue la cuarta más alta entre los primates ecuatorianos, para una capacidad de resiliencia moderada.

6.4.7.5. *Cebus aequatorialis*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *C. aequatorialis* en Ecuador se estableció en 59 154 km² (figura 6.9.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 44 699 km². De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), se considera que el 52 % permanecerá idóneo para 2050, lo cual implica que el cambio climático tendrá un moderado impacto para este taxón, pues la pérdida de hábitat se sospecha que podría alcanzar un 48 % (un 20 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). El modelo indica que la mayor pérdida de idoneidad del hábitat se espera que ocurra hacia el centro-oriente de su distribución, en una amplia franja que discurre de norte a sur a lo largo de su área de presencia. Otras zonas donde el hábitat perderá idoneidad aparecen en el límite occidental de las provincias de Manabí y Esmeraldas, en la zona próxima al estuario del río Chone, y en el área al sur y oriente de las ciudades de Manta y Portoviejo, todas localidades en la provincia de Manabí (figura 6.9.B).

El escenario pesimista (RCP 8.5) también indica que el cambio climático tendrá un impacto moderado, pues la idoneidad ambiental disponible y ganada alcanzará para 2050 un 50 % de su DPE,

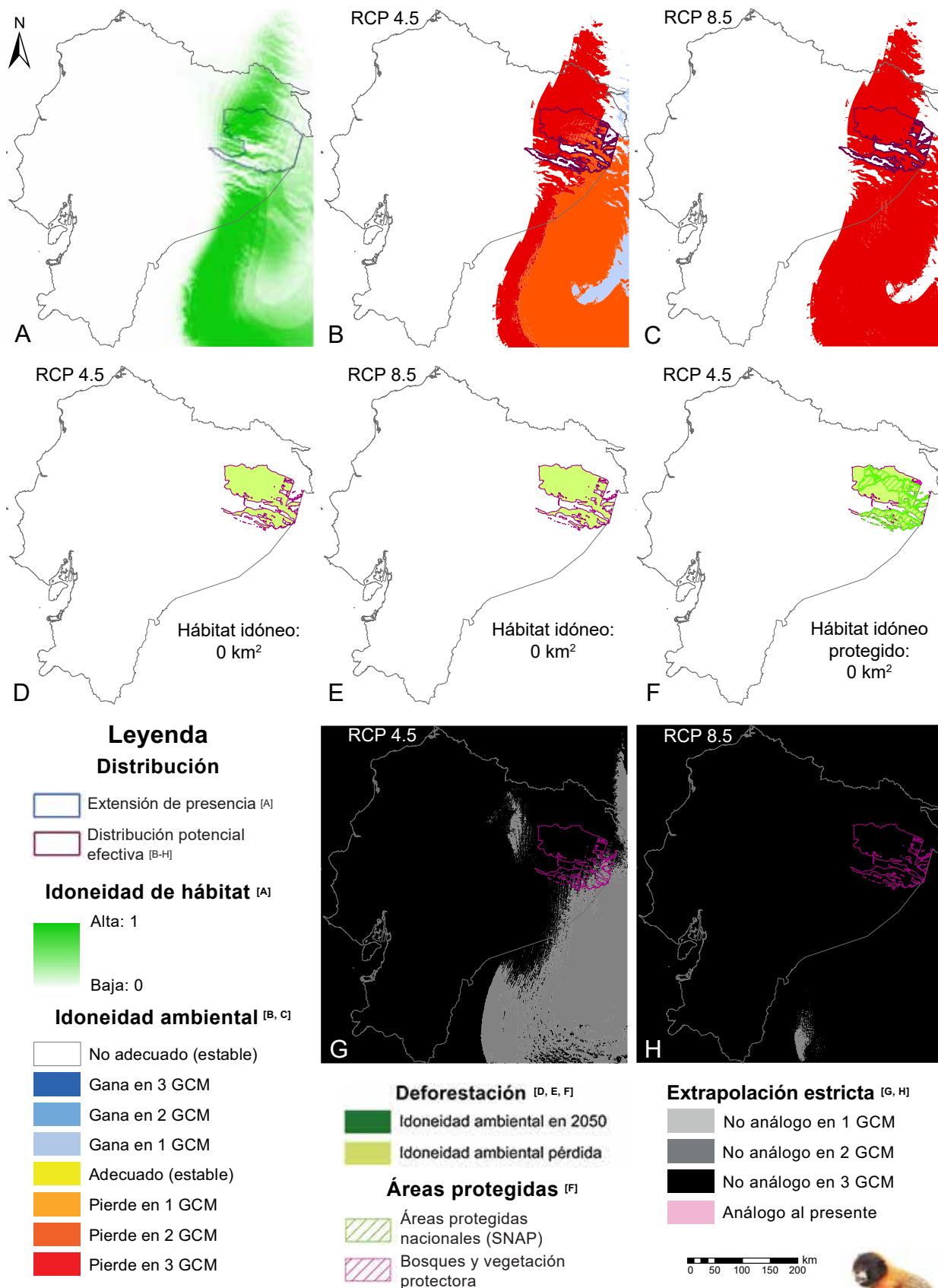


Figura 6.8. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Leontocebus tripartitus*: **A.** Idoneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



al igual que la cantidad de hábitat perdido (un 28 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM). Este modelo predice que el área de pérdida de idoneidad de hábitat abarcará las mismas zonas indicadas para el modelo optimista, pero con mayor intensidad (figura 6.9.C).

Las áreas de expansión de hábitat para *C. aequatorialis* en los dos escenarios de cambio climático aparecen hacia las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes; el modelo optimista también predice que al oeste de la cordillera Chongón-Colonche, en la provincia de Santa Elena, existirá una importante zona de idoneidad ambiental para la especie (figura 6.9.B); algo que también considera el modelo pesimista, aunque con menor intensidad (figura 6.9.C).

Ambos modelos indican hábitat adecuado hacia donde la especie podría expandir su distribución, tanto al norte como al sur de su actual DPE; al norte se considera improbable que la especie ocupe esos espacios debido a la presencia de los ríos Esmeraldas-Guayllabamba, que actúan como barrera física; por el contrario, al sur aparece una importante superficie de hábitat idóneo en la provincia de Loja, zona en donde su presencia es esperada (véase capítulo IV).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *C. aequatorialis* en Ecuador, en el escenario optimista, alcanzaría un 11 % de la DPE y un 45 % del hábitat idóneo disponible en la actualidad (figura 6.9.D). También se estimó que el efecto del cambio climático sería reducido (un 8 % del hábitat idóneo perdido sería atribuible a esta amenaza) y la pérdida total de hábitat idóneo disponible para este taxón alcanzaría un 85 % (apéndice 11).

En el escenario pesimista se espera que para 2050 la cantidad de hábitat idóneo disponible alcance un 10 % de la DPE y un 44 % de la distribución en el presente (figura 6.9.E); en este caso, el efecto del cambio climático sería similar al escenario anterior, con una pérdida de hábitat idóneo que alcanzaría el 9 % y la pérdida total de hábitat para este taxón sería del 86 % (apéndice 11). Para ambos escenarios, la mayor parte de las zonas deforestadas se solapan con las áreas de hábitat idóneo perdido en los dos modelos de cambio climático (figura 6.9.B–E).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con el escenario optimista, alrededor de un 48 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 formaría parte de alguna figura de conservación, mientras que según el escenario pesimista este porcentaje sería del 49 % (figura 6.9.F); para ambos escenarios, esta superficie representa una pérdida del 45 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que apenas un 5 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación (tabla 6.5).

La mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP corresponde a secciones del PN Machalilla y de las reservas ecológicas Mache-Chindul y Los Ilinizas (figura 6.9.F). Entre los bosques protectores, la mayor superficie para esta especie se incluye dentro de tres reservas: Mindo-Nambillo,

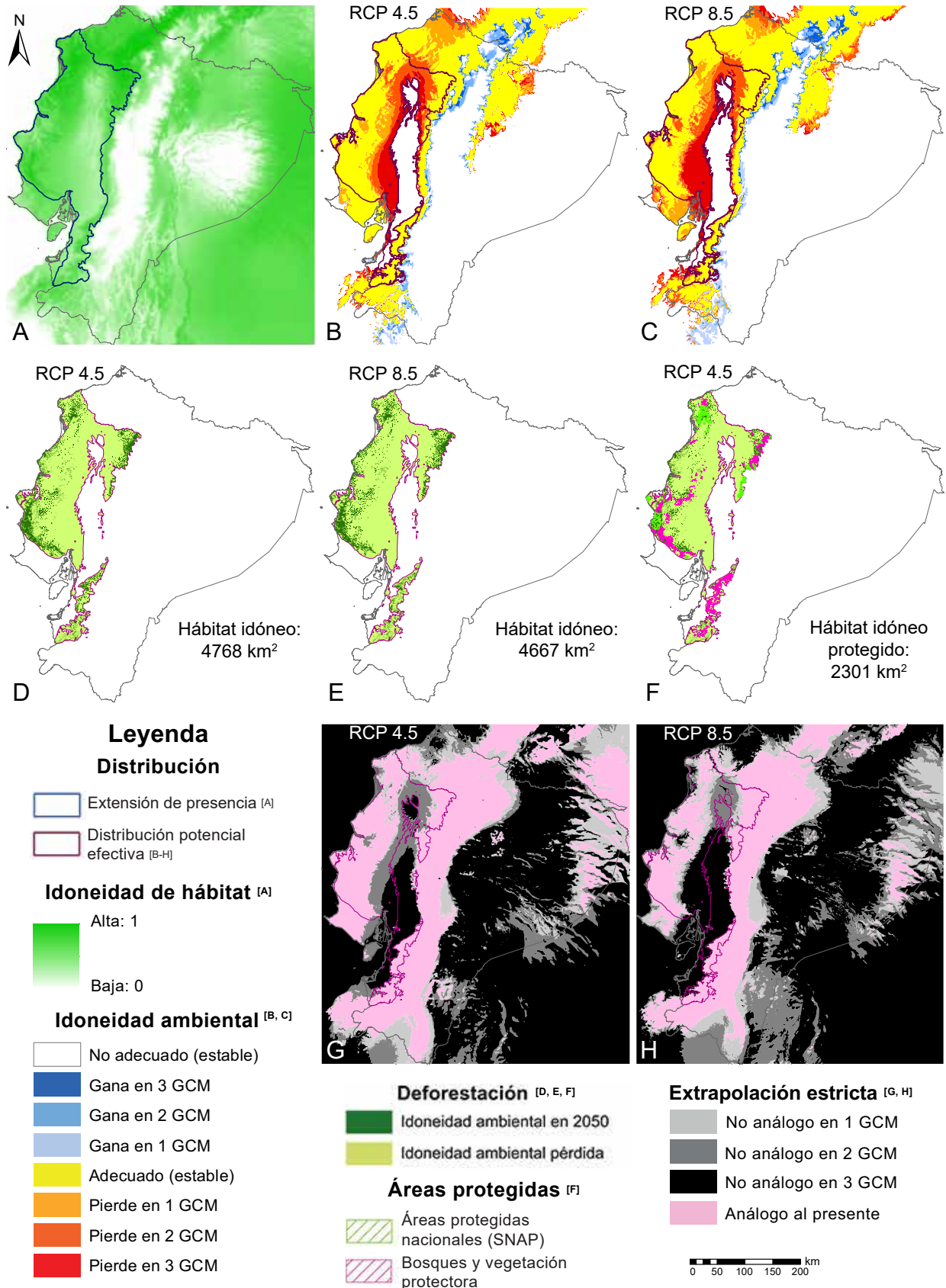


Figura 6.9. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Cebus aequatorialis*: **A.** Idoneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



en la provincia de Pichincha; Cordillera Chongón-Colonche, en las provincias de Guayas y Santa Elena; y Molleturo-Mollepungo, en Azuay.

Áreas de extrapolación estricta. Los escenarios MOP (RCP 4.5 y 8.5) muestran resultados similares; ambos predicen que para 2050 el 48 % del área de distribución de *C. aequatorialis* podría presentar clima análogo al presente, condición que sería evidente en la mitad occidental y en el extremo oriental, tanto al norte como al sur, de su DPE; mientras que a un 52 % se le atribuye que correspondería a áreas de extrapolación estricta (un 21 % fue predicho por tres GCM) (apéndice 12). En su mayor parte, las áreas de clima no análogo ocuparían una amplia franja central en su distribución (figura 6.9.G y H), que además coincide con las zonas de pérdida de idoneidad de hábitat de acuerdo con el análisis de cambio climático (figura 6.9.B y C). Las áreas de clima análogo muestran continuidad hacia zonas que la especie podría ocupar en el futuro.

Capacidad de resiliencia. *L. tripartitus* tendrá una moderada sensibilidad frente al cambio climático; el factor menos favorable fue su limitado rango altitudinal (< 500 m); otros factores importantes fueron su baja capacidad de dispersión (100–1000 m/día) y su distribución pequeña. La puntuación que obtuvo (66 %) fue la cuarta más alta entre los primates ecuatorianos, para una capacidad de resiliencia moderada.

Capacidad de resiliencia. *C. aequatorialis* tuvo una de las más bajas calificaciones (43 %) entre los primates ecuatorianos frente al cambio climático, lo cual indica que su capacidad de resiliencia será alta; el factor menos favorable para esta especie se considera que sería su extenso ámbito hogareño.

6.4.7.6. *Cebus albifrons*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *C. albifrons* en Ecuador se estableció en 104 299 km² (figura 6.10.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 102 498 km². De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), se considera que el 89 % permanecerá idóneo para 2050; esto implica que el cambio climático tendrá un impacto bajo en este taxón, pues la pérdida de hábitat se sospecha que podría alcanzar un 11 % (un 2 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). La pérdida de idoneidad de hábitat se espera que ocurra en pequeñas secciones de su distribución: al norte y oriente de la provincia de Sucumbíos, al oriente de Orellana, en el centro de Pastaza y al nororiente de Morona Santiago (figura 6.10.B).

El escenario pesimista (RCP 8.5) indica que la idoneidad ambiental para esta especie alcanzaría en 2050 un 78 % de su DPE; esto implica que el cambio climático tendrá un impacto bajo, pues la cantidad de hábitat perdido alcanzará el 23 % (un 9 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM). El modelo pesimista indica que el área de pérdida de idoneidad de hábitat abarcará las mismas zonas indicadas para el modelo optimista, pero con mayor intensidad, en particular hacia el oriente de su distribución, en las provincias de Sucumbíos y Orellana, en donde la pérdida de idoneidad del hábitat será importante (figura 6.10.C).

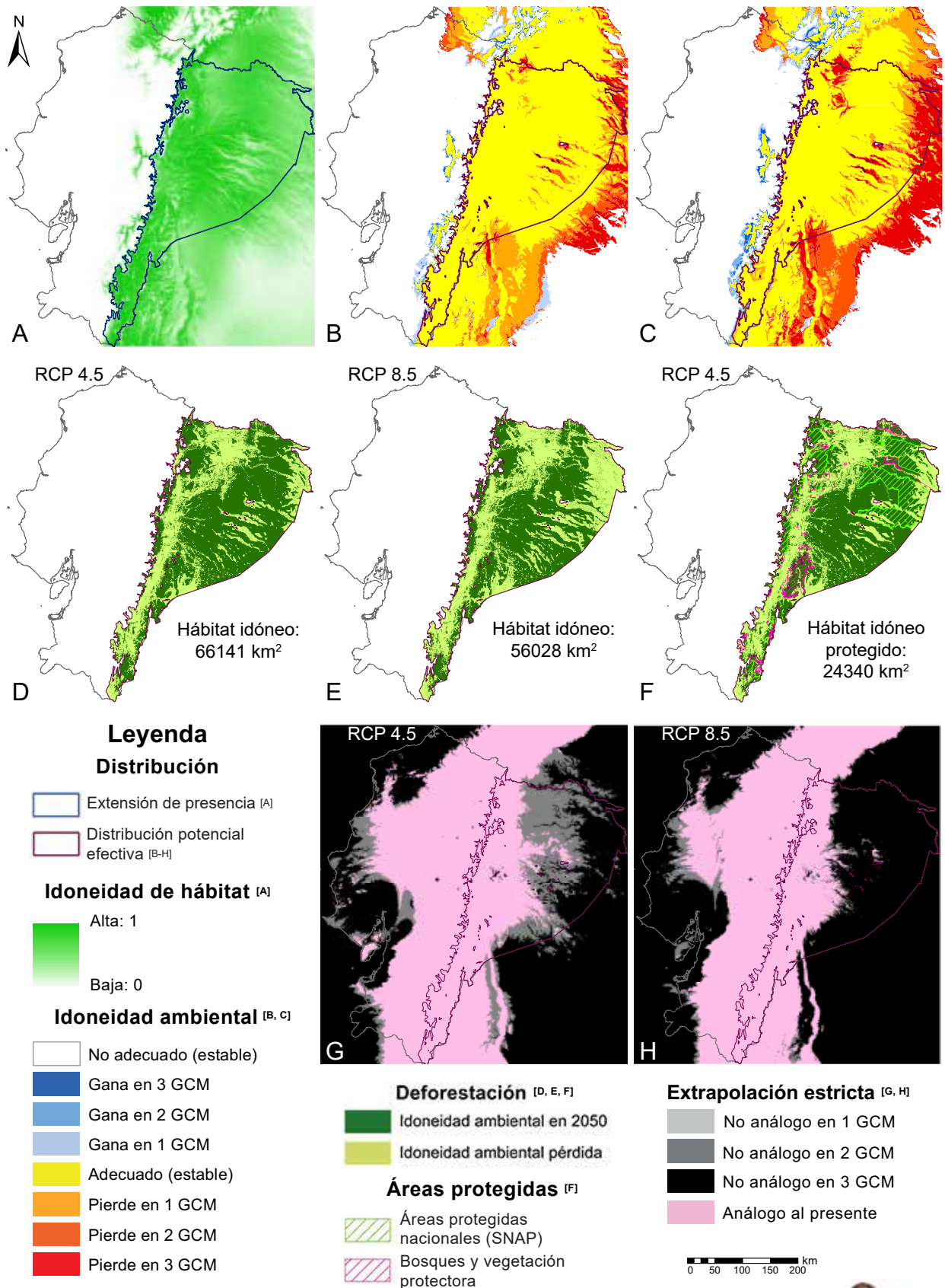


Figura 6.10. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Cebus albifrons*: **A.** Idoneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



Ambos escenarios señalan que este primate podría expandir su área de presencia hacia el norte, el centro-suroriente y el sur de su DPE; sin embargo, debido a la existencia de barreras naturales es poco probable que esto ocurra en el norte (presencia de los ríos San Miguel y Putumayo) y el suroriente (presencia de la cordillera del Cóndor); por lo tanto, las únicas zonas de hábitat continuo hacia donde la especie podría expandir su distribución se encuentran en el centro-suroriente, en zonas que corresponden a las provincias de Pastaza y Morona Santiago. El modelo también predice que en las estribaciones Orientales de los Andes, dentro de su límite occidental de su distribución, existe poca idoneidad ambiental hacia donde extender su presencia (figura 6.10.B y C).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *C. albifrons* en Ecuador, de acuerdo con el escenario optimista, alcanzaría un 65 % de la DPE y un 78 % del hábitat idóneo que la especie dispone en la actualidad (figura 6.10.D). También se estimó que el 32 % del hábitat idóneo perdido para 2050 es atribuible al efecto del cambio climático y que para entonces la pérdida total de hábitat idóneo para la especie alcanzaría un 34 % (apéndice 11).

De acuerdo con el escenario pesimista, se espera que para 2050 la idoneidad ambiental para el taxón alcance un 55 % de la DPE y un 66 % de la distribución en el presente (figura 6.10.E); en este caso, el efecto del cambio climático sería alto, pues debido a esta causa la pérdida de idoneidad ambiental alcanzaría el 47 % y la pérdida total de hábitat para este taxón llegaría al 44 % (apéndice 11). Para ambos escenarios, la mayor parte de hábitat perdido en 2050 corresponde a zonas con hábitat idóneo en el presente (figura 6.10.B–E).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con el escenario optimista, alrededor de un 37 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se espera que se incluya dentro de alguna figura de conservación (figura 6.10.F); esta superficie representa una pérdida del 19 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 24 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación (tabla 6.5). Por el contrario, el escenario pesimista muestra que el 33 % del hábitat idóneo en 2050 estaría protegido, superficie que corresponde a una pérdida de hábitat idóneo del 38 % y que un 18 % de su DPE estaría incluida dentro de alguna figura de conservación (tabla 6.5).

Para ambos escenarios, la mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP corresponde a la RPF Cuyabeno y al PN Yasuní; otras áreas con importantes extensiones de hábitat idóneo son la RE Cofán-Bermejo y los parques nacionales Cayambe-Coca, Sumaco-Napo Galeras y Podocarpus (figura 6.10.F). Entre los bosques protectores, la mayor superficie para esta especie se encuentra dentro del BP Cordillera Kutukú y Shaimi, en la provincia de Morona Santiago; también en los bosques Cuembí y Pañacocha, en Sucumbíos.

Áreas de extrapolación estricta. El escenario MOP RCP 4.5 muestra que para 2050 el 49 % del área de distribución de *C. albifrons* podría presentar clima análogo al presente, condición que sería evidente

en la mitad occidental de su DPE (figura 6.10.G); mientras que la mitad oriental (51 %) presentaría áreas de extrapolación estricta (un 5 % fue predicho por tres GCM) (apéndice 12). El escenario MOP RCP 8.5 es similar al anterior, pero muestra que se esperaría una menor cantidad de clima análogo al presente, con un 41 % de la DPE. Las áreas de extrapolación estricta alcanzarían un 59 % (un 42 % fue predicho por tres GCM) (figura 6.10.H, apéndice 12). Ambos escenarios indican que las áreas de clima análogo tendrían continuidad hacia el norte y sur de la DPE de esta especie y coinciden con zonas de hábitat idóneo estable, según el análisis de cambio climático (figura 6.10.B y C).

Capacidad de resiliencia. *C. albifrons* tuvo la segunda más baja calificación (40 %) entre los primates ecuatorianos, lo cual indica que su capacidad de resiliencia se esperaría que sea alta; los factores menos favorables para esta especie serían su extenso ámbito hogareño y el tamaño de grupos.

6.4.7.7. *Cebus capucinus capucinus*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *C. c. capucinus* en Ecuador se estableció en 6709 km² (figura 6.11.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 6700 km². De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), el 96 % del hábitat permanecerá idóneo para 2050; esto implica que el cambio climático tendría un impacto reducido para este taxón, pues la pérdida de hábitat apenas alcanzaría un 4 % (un 2 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). La pérdida de hábitat se espera que ocurra hacia el suroriente de su distribución, en bosques que corresponden a la provincia de Imbabura (figura 6.11.B).

El modelo pesimista (RCP 8.5) predice que el área de pérdida de idoneidad de hábitat abarcará las mismas zonas indicadas para el modelo optimista, pero con mayor intensidad; además de una pequeña sección hacia el límite suroccidental, dentro de la provincia de Esmeraldas (figura 6.11.C); en este caso, la idoneidad ambiental disponible alcanzaría un 90 % de su DPE y el hábitat perdido un 10 % (un 2 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10).

En los dos escenarios, la pérdida de hábitat sugiere que debido al cambio climático este primate podría expandir sus áreas de distribución hacia el oeste, el norte y el noreste (figura 6.11.B y C); la primera opción tiene mayor probabilidad debido a la ausencia de barreras naturales; mientras que hacia el norte, los ríos Mira y San Juan podrían actuar como barreras; de hecho, la parte baja del río Mira ya es considerada como tal (véase capítulo IV); la expansión hacia el noreste, en las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes, también es probable en zonas que corresponden a las provincias de Carchi e Imbabura; en este caso, la principal barrera sería la altitud. Por el contrario, los modelos muestran que hacia el sur y el sureste no habría idoneidad ambiental.

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *C. c. capucinus* en Ecuador, de acuerdo con el escenario optimista, alcanzaría un 57 % de la DPE y un 78 % del hábitat idóneo

que la especie dispone en la actualidad (figura 6.11.D). También se estimó que el 2 % del hábitat idóneo perdido para 2050 es atribuible al efecto del cambio climático y que para entonces la pérdida total de hábitat llegaría a un 42 % (apéndice 11).

De acuerdo con el escenario pesimista, se espera que para 2050 la cantidad de hábitat idóneo para el taxón alcance un 55 % de la DPE y un 74 % de la distribución actual (figura 6.11.E); en este caso, el efecto del cambio climático también sería bajo, pues debido a esta causa la pérdida de hábitat idóneo se reduciría en un 2 % y la pérdida total de hábitat para este taxón llegaría al 42 % (apéndice 11). Para ambos escenarios, la parte sur y suroriental de la DPE, que corresponden a zonas en que los modelos predicen pérdida de idoneidad de hábitat, son también zonas deforestadas (figura 6.11.B–E).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con el escenario optimista, alrededor de un 54 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 estaría incluido dentro de alguna figura de conservación (figura 6.11.F); esta superficie representa una pérdida del 7 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 31 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación (tabla 6.5). El escenario pesimista es similar al anterior, con un 55 % del hábitat protegido en 2050, superficie que representa una pérdida del 10 % de su hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 30 % de su DPE estaría protegida (tabla 6.5). Para ambos escenarios, la mayor proporción corresponde a una sola área protegida, el PN Cotacachi-Cayapas; otras áreas de conservación presentes dentro de su área de distribución son el RVS El Pambilar y los bosques protectores Cerro Golondrinas, en la provincia de Carchi, y Los Cedros, en Imbabura (figura 6.11.F).

Áreas de extrapolación estricta. Ambos escenarios MOP proyectan que para 2050 este primate dispondría de clima análogo al presente en la mayor parte de su distribución. De acuerdo con el escenario optimista, el 84 % correspondería a un clima similar al actual, mientras que un 16 % serían áreas de extrapolación estricta (la mayor parte fue predicho por dos GCM y 0 % por tres) (apéndice 12), concentradas hacia el centro-occidente y el noroccidente de su distribución (figura 6.11.G).

De acuerdo con el escenario pesimista, se esperaría que el 83 % de la DPE corresponda con zonas con clima análogo al presente; mientras que para el 17 % serían áreas de extrapolación estricta (la mayor parte fue predicha por dos GCM y 0 % por tres). En este escenario, las áreas de clima no análogo se distribuirían hacia el nororiente de su distribución (figura 6.11.H), que además coincide con la cuenca media y alta del río Mira, que es una de las zonas con mayor pérdida de hábitat para este primate (figura 6.11.D y E). Las áreas de clima análogo muestran continuidad hacia la mayor parte de su área de distribución, en especial hacia el occidente, que coincide con zonas de hábitat estable para 2050 (figura 6.11.B y C).

Capacidad de resiliencia. *C. c. capucinus* tuvo una puntuación baja (49 %) en el análisis de factores intrínsecos, lo cual indica que su capacidad de resiliencia se esperaría que sea alta; el factor menos favorable para esta especie frente a este impacto sería su limitada distribución.

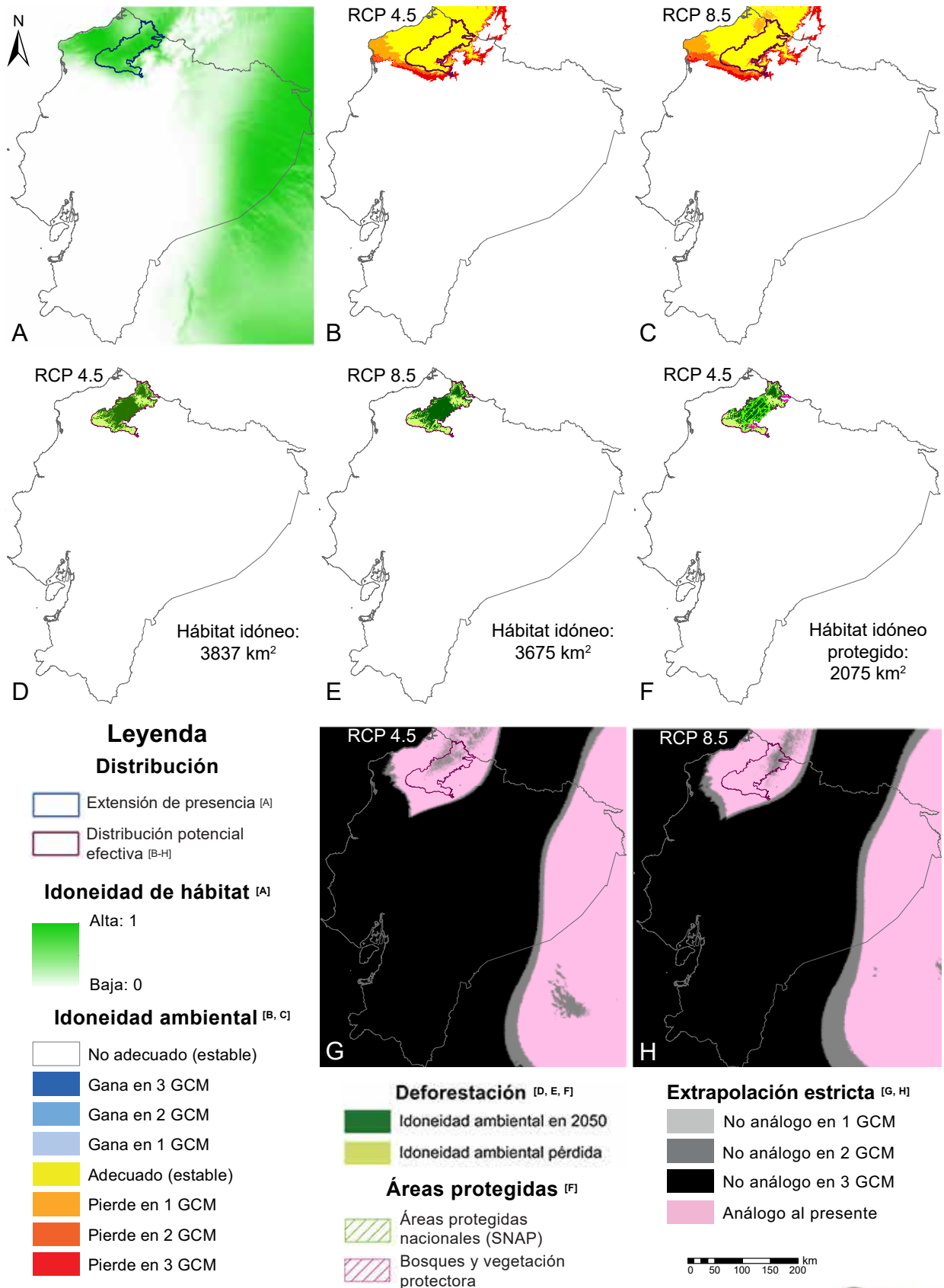


Figura 6.11. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Cebus capucinus capucinus*: **A.** Idóneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



6.4.7.8. *Sapajus apella*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *S. apella* en Ecuador se estableció en 30 819 km² (figura 6.12.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 30 706 km². El escenario optimista (RCP 4.5) considera que para 2050 el 98 % del hábitat permanecerá idóneo; esto implica que el cambio climático tendrá un impacto reducido en este taxón, pues la pérdida de hábitat se sospecha que alcanzaría un 2 % (0 % de esa pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). La mayor pérdida de idoneidad del hábitat se espera que ocurra al suroriente de su distribución, dentro de la población Morona, al noreste de la provincia de Morona Santiago (figura 6.12.B).

Por el contrario, el escenario pesimista (RCP 8.5) indica que los efectos del cambio climático también serán reducidos para este primate, aunque algo mayores a los registrados en el escenario anterior; la idoneidad ambiental disponible y ganada alcanzaría para 2050 un 91 % de su DPE; por lo tanto, el hábitat perdido representaría un 9 % (poco más del 1 % de esa pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). El modelo pesimista señala que el área de pérdida de idoneidad de hábitat afectará a toda la población Morona; otras zonas afectadas aparecen al occidente de la población Pastaza, en la provincia homónima (figura 6.12.C).

En los dos escenarios, la pérdida de hábitat debido al cambio climático tendrá poca importancia para esta especie, pues las tres poblaciones (Sucumbíos, Pastaza y Zamora) podrán expandir su distribución hacia cualquiera de sus áreas contiguas (figura 6.12.B y C), aunque en la práctica se considera una expansión poco probable debido a que la presencia de barreras naturales, principalmente ríos (véase capítulo IV). La población Morona es la única que se verá afectada por el cambio climático; según el escenario optimista solo podrá expandir su distribución hacia el este, en la Amazonía de Perú; no así en el escenario pesimista, que no presenta idoneidad ambiental en sus proximidades (figura 6.12.C).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *S. apella* en Ecuador, de acuerdo con el escenario optimista, alcanzaría un 81 % de la DPE y un 89 % del hábitat idóneo que la especie dispone en la actualidad (figura 6.12.D). También se estimó que el 6 % del hábitat idóneo perdido para 2050 es atribuible al efecto del cambio climático y que para entonces la pérdida total de hábitat idóneo alcanzará el 18 % (apéndice 11).

De acuerdo con el escenario pesimista, se espera que para 2050 la cantidad de hábitat idóneo para el taxón alcance un 75 % de la DPE y un 83 % de la distribución en el presente (figura 6.12.E); en este caso, al efecto del cambio climático se le atribuye la pérdida del 28 % del hábitat idóneo y la pérdida total de hábitat para este taxón será del 24 % (apéndice 11).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con el escenario optimista, alrededor de un 22 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de

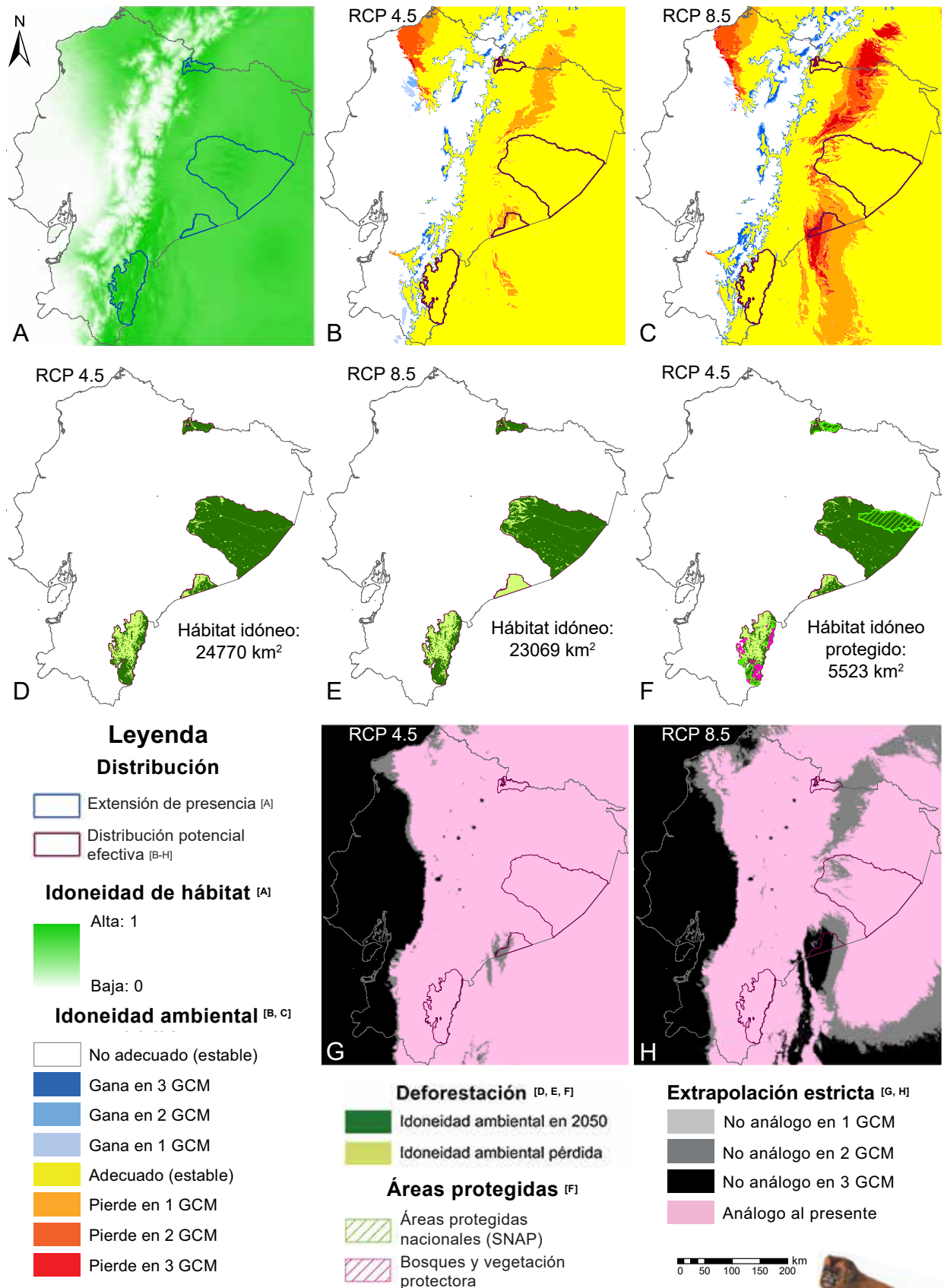


Figura 6.12. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Sapajus apella*: **A.** Idóneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].

conservación (figura 6.12.F); en el caso del escenario pesimista, se espera que la superficie protegida alcance un 24 %; para ambos escenarios, esta superficie representa una pérdida del 5 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que un 18 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación (tabla 6.5).

La mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP corresponde a la RE Cofán-Bermejo, para la población Sucumbíos; el PN Yasuní, para la población Pastaza; y el PN Podocarpus y las reservas biológicas El Quimi y Cerro Plateado, para la población Zamora; esta última población también incluye un bosque protector de importancia dada su superficie y ubicación, se trata del BP Cuenca Alta del Río Nangaritza; la población Morona no tiene áreas protegidas.

Áreas de extrapolación estricta. El escenario MOP RCP 4.5 muestra que para 2050 el 99 % del área de distribución de *S. apella* se espera que presente clima análogo al actual, condición que sería evidente en toda su área de distribución, con excepción del occidente de la población Morona (figura 6.12.G); la pequeña superficie de áreas de extrapolación estricta alcanzaría menos del 2 % de la DPE (0 % fue predicho por tres GCM) (apéndice 12). Esta alta analogía de clima con el presente hace que la especie en el futuro podría ocupar cualquiera de las zonas hacia donde exista continuidad de hábitat.

Por el contrario, el escenario MOP RCP 8.5 indica que para 2050 un 90 % de su DPE presentaría clima análogo al presente; esta zona comprende casi toda la superficie de las poblaciones Sucumbíos y Zamora, además de la mayor parte de la población Pastaza (excepto algunas secciones al occidente) (figura 6.7.H). Las áreas de extrapolación estricta alcanzarían un 11 % (1 % fue predicho por tres GCM) (apéndice 12) y en su mayor parte ocuparían toda la población Morona.

Capacidad de resiliencia. *S. apella* tuvo la calificación más baja (37 %) entre los primates ecuatorianos, lo cual indica que su capacidad de resiliencia se esperaría que sea alta; el factor menos favorable para esta especie frente a este impacto se considera que sería su extenso ámbito hogareño.

6.4.7.9. *Saimiri cassiquiarensis macrodon*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *S. c. macrodon* en Ecuador se estableció en 92 384 km² (figura 6.13.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 91 750 km². De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), se considera que el 85 % de su hábitat permanecerá idóneo para 2050; esto implica que el cambio climático tendrá un impacto bajo en este taxón, pues la pérdida de hábitat alcanzaría un 15 % (un 3 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). La pérdida de idoneidad del hábitat se espera que ocurra en el centro-occidente y suroccidente de su distribución (figura 6.13.B).

El escenario pesimista (RCP 8.5) indica que idoneidad ambiental para este primate en 2050 alcanzaría un 74 % de su DPE; esto implica que el cambio climático también tendrá un impacto bajo,

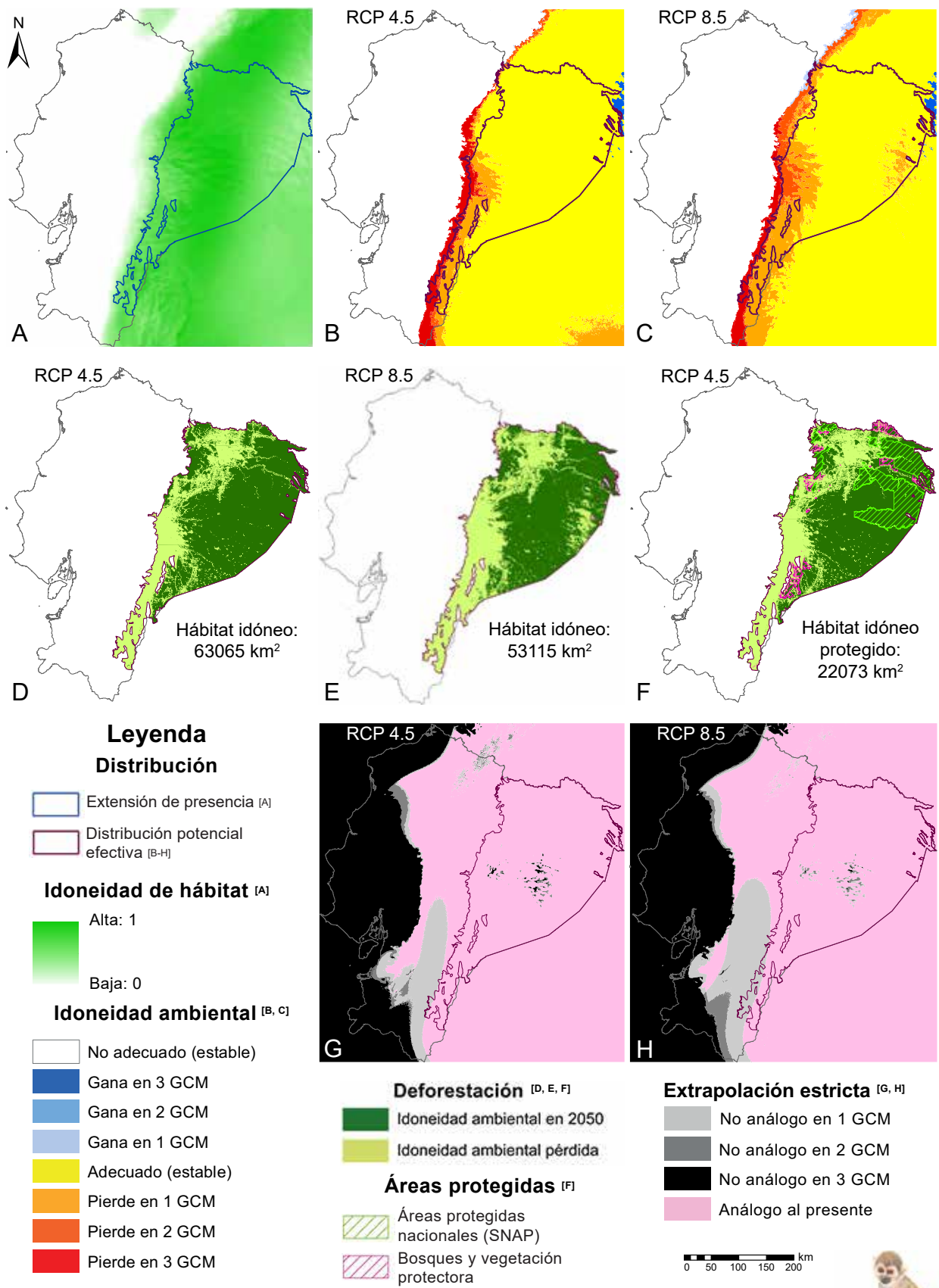


Figura 6.13. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Saimiri cassiquiarensis macrodon*: **A.** Idóneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



aunque mayor al del escenario anterior; la cantidad de hábitat perdido alcanzaría el 26 % (apenas 1 % de esa pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). Este modelo predice que el área de pérdida de idoneidad de hábitat tendrá mayor intensidad del centro-occidente y suroccidente de su DPE; además, en una pequeña sección al noroccidente de la provincia de Sucumbíos y al centro-orientado de la provincia de Pastaza (figura 6.13.C).

Ambos escenarios predicen que este primate podrá expandir su área de presencia hacia el norte y el este de su DPE; sin embargo, debido a la existencia de barreras naturales es poco probable que esto ocurra en el norte (presencia de los ríos San Miguel y Putumayo); otra zona hacia donde la especie podría expandir su distribución aparece al centro-occidente de su área de presencia, en las estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes, dentro de las provincias de Napo y Pastaza (figura 6.13.B y C).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *S. c. macrodon* en Ecuador, de acuerdo con el escenario optimista, alcanzaría un 58 % de la DPE y un 70 % del hábitat idóneo que la especie dispone en la actualidad (figura 6.13.D). También se estimó que el 21 % del hábitat idóneo perdido para 2050 es atribuible al efecto del cambio climático y que para entonces la pérdida total de hábitat idóneo alcanzará el 30 % (apéndice 11).

De acuerdo con el escenario pesimista, se espera que para 2050 la cantidad de hábitat idóneo para el taxón alcance un 58 % de la DPE y un 70 % de la distribución en el presente (figura 6.13.E); en este caso, al efecto del cambio climático se le atribuye la pérdida del 42 % del hábitat idóneo y la pérdida total de hábitat para este taxón será del 40 % (apéndice 11). Para ambos escenarios, el suroccidente de su distribución será la zona de mayor pérdida de hábitat en 2050 debido al efecto del cambio climático y también es una de las áreas con mayor pérdida forestal para el taxón (figura 6.13.B–E).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con los dos escenarios propuestos, alrededor de un 35 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.13.F); para el escenario optimista representa una pérdida del 15 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que un 24 % de su DPE estaría incluida dentro de alguna figura de conservación; por el contrario, en el escenario pesimista la pérdida de hábitat sería del 29 % y el 20 % estaría protegido (tabla 6.5).

Para ambos escenarios, la mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP corresponde a la RPF Cuyabeno y al PN Yasuní; otras áreas con importantes extensiones de hábitat idóneo son la RE Cofán-Bermejo y los parques nacionales Cayambe-Coca y Sumaco-Napo Galeras (figura 6.13.F). Entre los bosques protectores, la mayor superficie para esta especie se encuentra dentro del BP Cordillera Kutukú y Shaimi, en la provincia de Morona Santiago; además de los bosques Cuembí, Pañacocha y Río Aguarico.

Áreas de extrapolación estricta. Los modelos MOP para ambos escenarios muestran que para 2050 un alto porcentaje de la DPE de este primate mostraría clima análogo al presente; un 98 % en el RCP 4.5 (figura 6.13.G) y un 96 % en el RCP 8.5 (figura 6.13.H); las áreas de extrapolación estricta se reducirían a pequeñas secciones en el centro y suroccidente de la DPE (menos del 1 % de estas áreas fueron predichas por tres GCM) (apéndice 12). Ambos escenarios indican que las áreas de clima análogo tendrían continuidad hacia todos los extremos de su distribución y en su mayoría coinciden con zonas de idoneidad ambiental (figura 6.13.B y C).

Capacidad de resiliencia. *S. c. macrodon* tuvo una baja calificación (46 %) entre los primates ecuatorianos, lo cual indica que su capacidad de resiliencia se esperaría que sea alta; el factor menos favorable para esta especie frente a este impacto se considera que sería el tamaño grande de los grupos que forma.

6.4.7.10. *Aotus lemurinus*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *A. lemurinus* en Ecuador se estableció en 4976 km² (figura 6.14.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 4930 km². De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), se considera que el 76 % permanecerá idóneo para 2050; esto implica que el cambio climático tendrá un impacto bajo en este taxón, pues la pérdida de hábitat se sospecha que podría alcanzar un 24 % (un 13 % de esa pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). La pérdida de idoneidad de hábitat se espera hacia el oriente de su distribución, en zonas de menor altitud (figura 6.14.B).

El escenario pesimista (RCP 8.5) indica que la idoneidad ambiental disponible en 2050 alcanzaría un 65 % de su DPE; por lo tanto, el cambio climático tendría un impacto moderado, pues la cantidad de hábitat a perderse llegaría a un 35 % (24 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). El modelo pesimista predice que la pérdida de idoneidad de hábitat abarcaría las mismas zonas indicadas para el modelo optimista, pero con mayor intensidad (figura 6.14.C).

Ambos escenarios predicen que este primate podría expandir su área de presencia solo hacia el norte o el sur de su DPE; sin embargo, debido a la presencia del río Jatun Yaku en su borde austral, se considera poco probable que la especie pueda extender su distribución al sur de dicho río, ya que al parecer actúa como barrera natural para este primate (véase capítulo IV).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *A. lemurinus* en Ecuador, de acuerdo con el escenario optimista, alcanzaría un 60 % de la DPE y un 66 % del hábitat idóneo que la especie dispone en la actualidad (figura 6.14.D). También se estimó que el 45 % del hábitat idóneo perdido para 2050 es atribuible al efecto del cambio climático y que para entonces la pérdida total de hábitat idóneo alcanzaría el 40 % (apéndice 11).

En el escenario pesimista se espera que para 2050 la cantidad de hábitat idóneo para el taxón alcance un 52 % de la DPE y un 57 % de la distribución en el presente (figura 6.14.E); en este caso, se espera que el efecto del cambio climático sea alto, pues debido a esta causa la pérdida de hábitat idóneo alcanzaría un 54 % y la pérdida total de hábitat para este taxón llegaría al 48 % (apéndice 11).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con el escenario optimista, alrededor de un 84 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.14.F); esta superficie representa una pérdida del 29 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 50 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación. Por el contrario, el escenario pesimista indica que el 83 % del hábitat idóneo en 2050 estaría protegido; esta superficie corresponde a una pérdida del 39 % del hábitat idóneo e indica que el 43 % de su DPE estaría protegida (tabla 6.5).

Varias áreas de conservación se encuentran dentro de la distribución de este primate; las principales y que forman parte del SNAP son los parques nacionales Cayambe-Coca, Sumaco-Napo Galeras y Llanganates; otras áreas con importantes extensiones de hábitat idóneo para 2050 son la RE Antisana y la RB Colonso-Chalupas (figura 6.14.F).

Áreas de extrapolación estricta. Ambos escenarios MOP muestran que el 100 % de la DPE de *A. lemurinus* en 2050 presentaría clima análogo al actual (figura 6.14.G y H, apéndice 12). Estos análisis también señalan que las áreas de clima análogo tendrían continuidad hacia todos los bordes de su distribución.

Capacidad de resiliencia. Para *A. lemurinus* se esperaría que el cambio climático tenga una moderada importancia, pues en el análisis de factores intrínsecos obtuvo un 60 % de la calificación máxima, lo cual implica que su capacidad de resiliencia será moderada; los factores menos favorables para este primate frente a este impacto serían su dieta frugívora, el hábitat específico y bien conservado que prefiere y su baja capacidad de dispersión (< 1000 m/día).

6.4.7.11. *Aotus vociferans*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *A. vociferans* en Ecuador se estableció en 89 834km² (figura 6.15.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 86 505 km². De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), se considera que el 83 % permanecerá idóneo para 2050; esto implica que el cambio climático tendrá un impacto bajo en este taxón, pues la pérdida de hábitat se sospecha que podría alcanzar un 17 % (un 3 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). La pérdida de idoneidad del hábitat se espera que ocurra en pequeñas secciones de su distribución, principalmente hacia su borde occidental, con mayor intensidad hacia el centro-occidente, en áreas que corresponden a las provincias de Pastaza y Morona Santiago; en el centro de la provincia de Pastaza también aparecen algunas pequeñas secciones donde la especie perdería idoneidad de hábitat (figura 6.15.B).

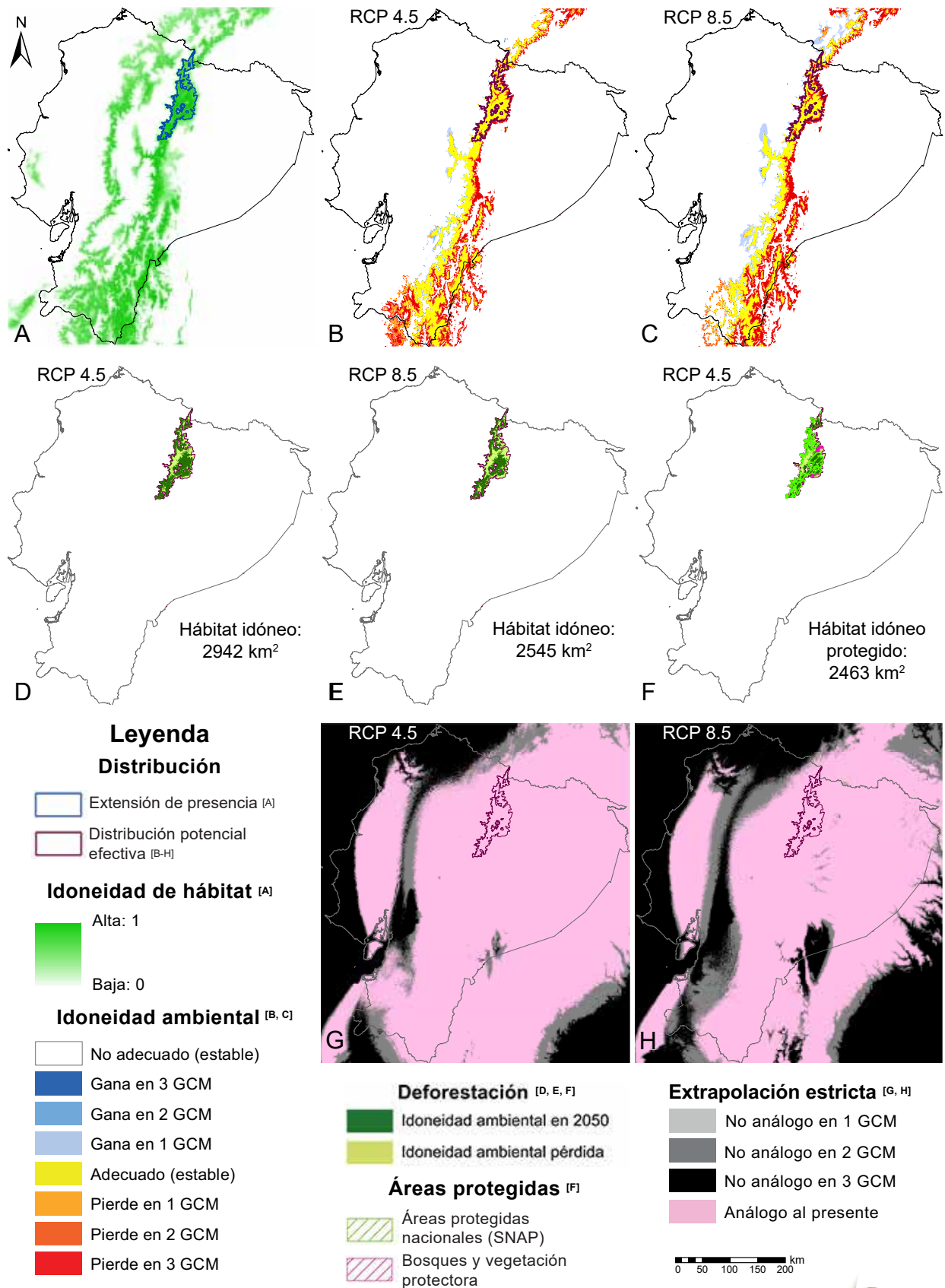


Figura 6.14. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Aotus lemurinus*: **A.** Idóneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



El escenario pesimista (RCP 8.5) indica que la idoneidad ambiental para esta especie en 2050 será un 33 % de su DPE; esto implica que el cambio climático tendrá un impacto alto, pues la cantidad de hábitat perdido será del 67 % (un 1 % de esa pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). El área de pérdida de idoneidad de hábitat en este modelo abarcaría una importante sección en el centro de su DPE, dentro de las provincias de Napo, Orellana y Pastaza; otras zonas con pérdida de idoneidad ambiental se distinguen en el extremo oeste de su área de presencia, en particular hacia el sur de su distribución (figura 6.15.C).

Ambos escenarios predicen que este primate podría expandir su área de presencia hacia el norte y el suroriente de su DPE; sin embargo, debido a la existencia de barreras naturales es poco probable que esto ocurra en el norte (presencia de los ríos San Miguel y Putumayo); por el contrario, hacia el suroriente la especie tendría continuidad hacia la Amazonía peruana (figura 6.15.B y C).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *A. vociferans* en Ecuador, de acuerdo con el escenario optimista, alcanzaría un 72 % de la DPE y un 87 % del hábitat idóneo que dispone en la actualidad (figura 6.15.D). También se estimó que el 9 % del hábitat idóneo perdido para 2050 es atribuible al efecto del cambio climático y que para entonces la pérdida total de hábitat idóneo alcanzará el 26 % (apéndice 11).

De acuerdo con el escenario pesimista, se espera que para 2050 la cantidad de hábitat idóneo para el taxón alcance un 26 % de la DPE y un 31 % de la distribución en el presente (figura 6.15.E); en este caso, el efecto del cambio climático se espera que sea alto, pues debido a esta causa la pérdida de hábitat idóneo alcanzaría el 68 % y la pérdida total de hábitat para este taxón llegaría al 72 % (apéndice 11).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con el escenario optimista, alrededor de un 32 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.15.F); esta superficie representa una pérdida del 12 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 23 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación. Por el contrario, el escenario pesimista indica que el 38 % del hábitat idóneo en 2050 estaría protegido, superficie que representa una pérdida del 62 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que un 10 % de su DPE estaría protegida (tabla 6.5).

Para el escenario optimista, la mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP corresponde a la RPF Cuyabeno y al PN Yasuní; otras áreas con importantes extensiones de hábitat idóneo son la RE Cofán-Bermejo y pequeñas secciones de los parques nacionales Cayambe-Coca y Sumaco-Napo Galeras (figura 6.15.F). Entre los bosques protectores, la mayor superficie para esta especie se encuentra dentro de los bosques Cuembí, Pañacocha y Cordillera Kutukú y Shaimi. Según el escenario pesimista, la mayor proporción de bosque protegido corresponde a la RPF Cuyabeno; mientras que el PN Yasuní solo presentaría secciones pequeñas, en especial hacia en el norte;

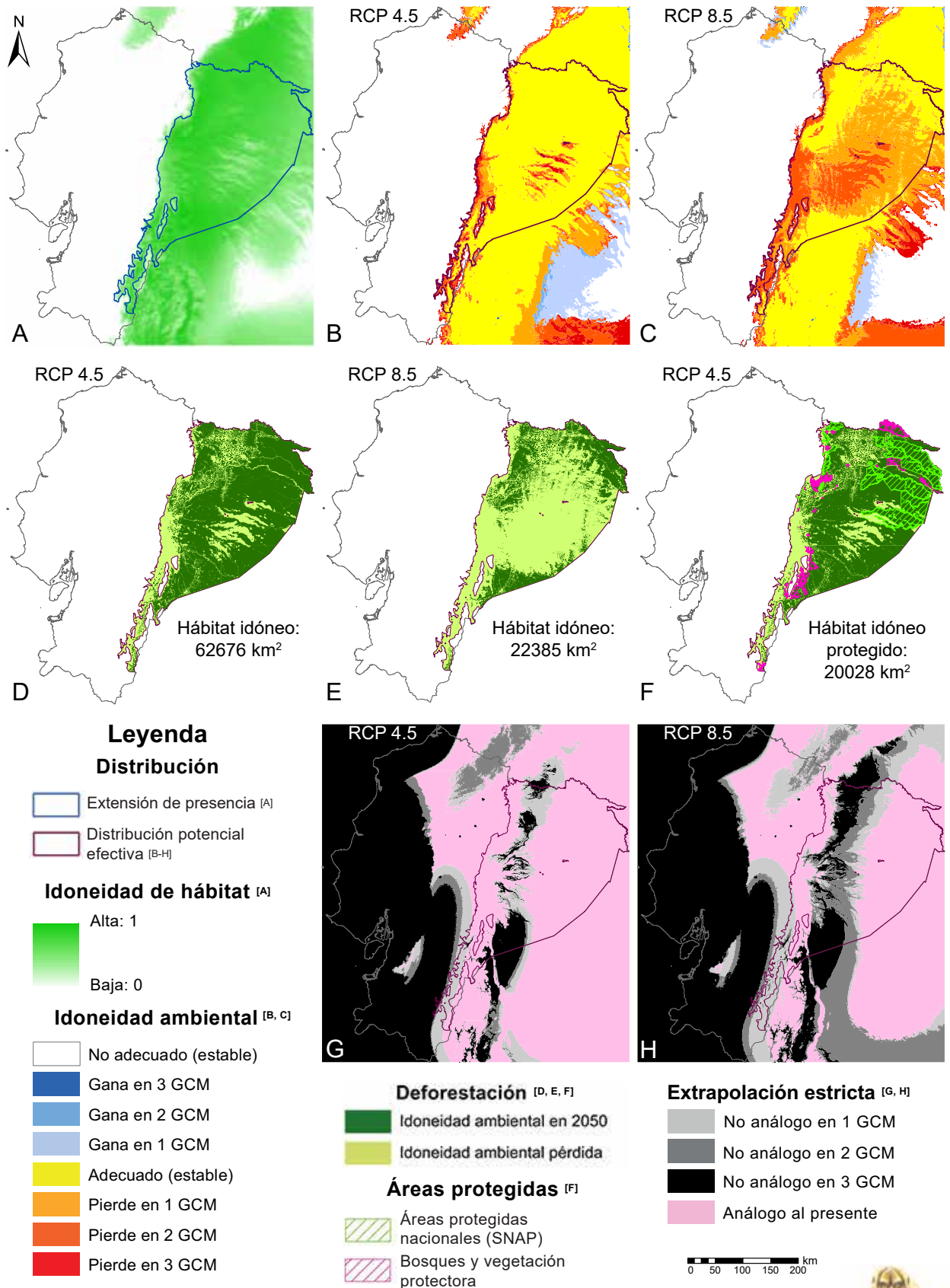


Figura 6.15. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Aotus vociferans*: **A.** Idóneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



algo similar ocurre con las otras áreas protegidas del SNAP que se mencionaron para el escenario optimista; en estas áreas, la especie restringiría su presencia hacia la parte oriental. Entre los bosques protectores, el más importante en este escenario es el BP Cuembí, en el extremo norte de la provincia de Sucumbíos.

Áreas de extrapolación estricta. El escenario MOP RCP 4.5 muestra que para 2050 el 74 % del área de distribución de *A. vociferans* presentaría clima análogo al presente, condición que se esperaría que sea evidente al oeste y el este de su DPE (figura 6.15.G); mientras que el 27 % de la parte central correspondería a áreas de extrapolación estricta (un 10 % de esta superficie fue predicha por tres GCM) (apéndice 12). El escenario MOP RCP 8.5 es similar al anterior, pero muestra una menor cantidad de clima análogo al presente, con un 51 % de la DPE y se esperaría que las áreas de extrapolación estricta alcancen un 49 % (un 17 % fue predicho por tres GCM) (figura 6.15.H, apéndice 12). Ambos escenarios indican que las áreas de clima análogo tendrían continuidad hacia el norte y el sur de su distribución y coinciden con algunas zonas de idoneidad ambiental estable, según el análisis de cambio climático (figura 6.15.B y C).

Capacidad de resiliencia. Para *A. vociferans* se esperaría que el cambio climático tenga baja importancia, pues en el análisis de factores intrínsecos obtuvo un 49 % de la calificación máxima, lo cual implica que su capacidad de resiliencia sería alta; los factores menos favorables que tendría este primate para enfrentar esta amenaza serían su dieta frugívora y su baja capacidad de dispersión (< 1000 m/día).

6.4.7.12. *Cheracebus lucifer*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *C. lucifer* en Ecuador se estableció en 7387 km² (figura 6.16.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual es 6555 km². De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), se considera que el 95 % permanecerá idóneo para 2050; esto implica que el cambio climático tendrá un impacto reducido en este taxón, pues la pérdida de hábitat se sospecha que alcanzaría un 5 % (menos del 1 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). La pérdida de idoneidad del hábitat afectaría solo a la población Bermejo, al oeste de su distribución; mientras que la población Cuyabeno no se vería afectada ante este escenario, excepto por una pequeña sección en su límite noroccidental (figura 6.16.B).

El escenario pesimista (RCP 8.5) indica que la idoneidad ambiental en 2050 para esta especie alcanzaría un 65 % de su DPE; esto implica que el cambio climático tendría un impacto moderado, pues la cantidad de hábitat perdido alcanzaría un 35 % (6 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). El modelo pesimista predice que el área de pérdida de idoneidad de hábitat abarcaría toda la población Bermejo y el oeste, parte del sur y centro de la población Cuyabeno (figura 6.16.C).

El escenario optimista predice que este primate podría expandir su área de presencia hacia todos los bordes de la población Cuyabeno; sin embargo, debido a la existencia de barreras naturales es

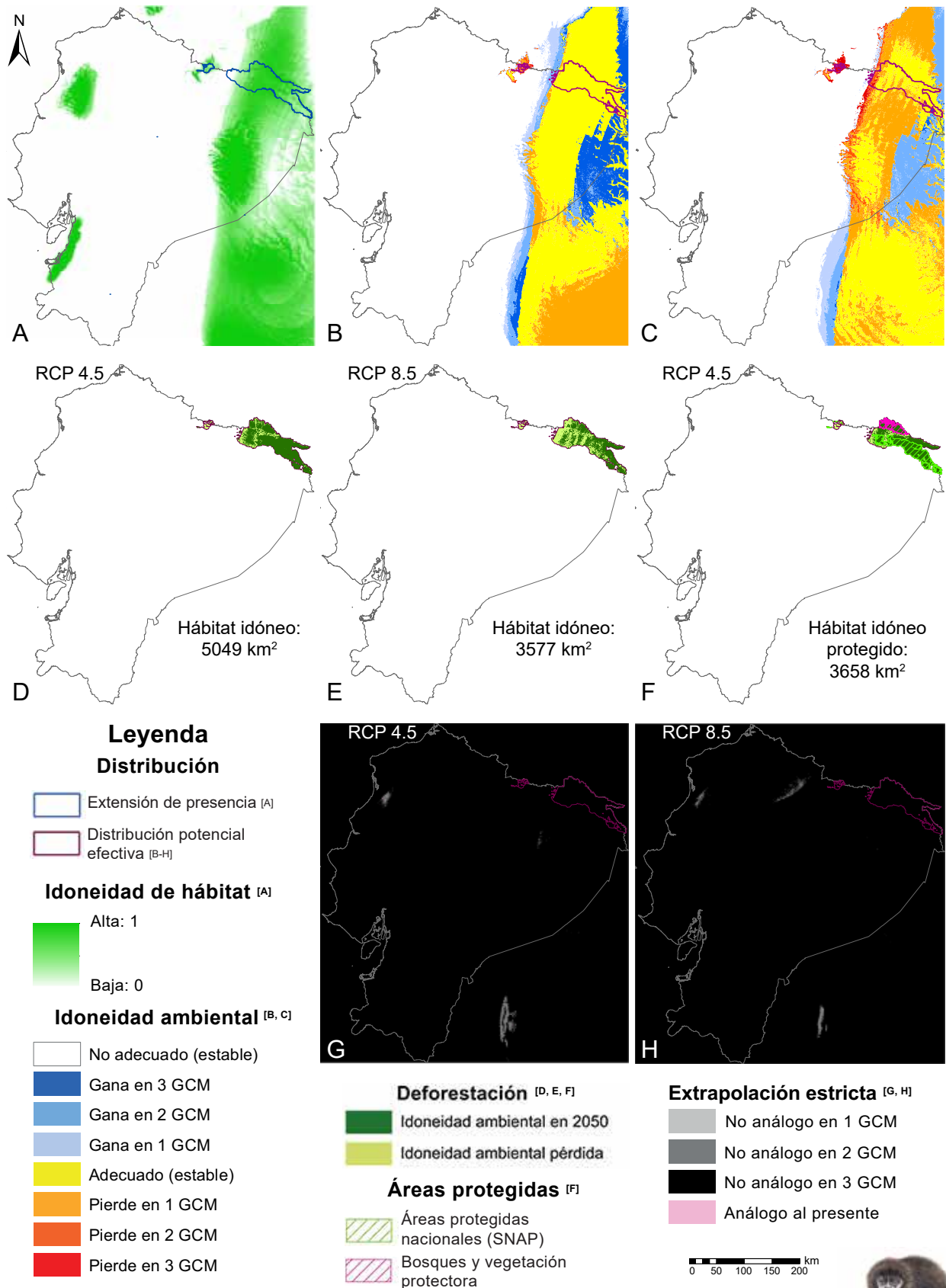


Figura 6.16. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Cheracebus lucifer*. **A.** Idóneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



poco probable que esto ocurra en el norte (presencia de los ríos San Miguel y Putumayo) y sur (río Aguarico); las únicas zonas de hábitat continuo se encuentran al oeste y este de su distribución. El modelo pesimista es más restrictivo, pues solo predice como zonas de idoneidad ambiental, hacia donde la especie podría expandir su distribución, al norte y este de su actual área de presencia; además de pequeños espacios al sur; no obstante, debido a las barreras antes indicadas, la expansión solo sería posible hacia el este, en la Amazonía peruana.

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *C. lucifer* en Ecuador, de acuerdo con el escenario optimista, alcanzaría un 77 % de la DPE y un 87 % del hábitat idóneo disponible en la actualidad (figura 6.16.D). También se estimó que el 21 % del hábitat idóneo perdido para 2050 será atribuible al efecto del cambio climático y que para entonces la pérdida total de hábitat idóneo para la especie alcanzará el 21 % (apéndice 11).

De acuerdo con el escenario pesimista, se espera que para 2050 la cantidad de hábitat idóneo para el taxón alcance un 55 % de la DPE y un 62 % de la distribución en el presente (figura 6.16.E); en este caso, debido al efecto del cambio climático la pérdida de hábitat idóneo alcanzaría el 62 % y la pérdida total de hábitat para este taxón llegaría a un 43 % (apéndice 11). Ambos escenarios predicen la pérdida total de la población Bermejo; por el contrario, la pérdida de hábitat idóneo en la población Cuyabeno, de acuerdo con el escenario optimista, se espera que ocurra en las zonas que al momento ya han sido deforestadas; no así en el escenario pesimista, que predice pérdidas importantes al oeste y suroeste de su DPE (figura 6.16.C y D).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con ambos escenarios, alrededor de un 73 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.16.F); en el escenario optimista, esta superficie representa una pérdida del 9 % de hábitat idóneo e indica que un 56 % de este hábitat estaría incluido dentro de alguna figura de conservación. En el escenario pesimista la pérdida de hábitat protegido alcanzaría del 35 % y un 40 % de su DPE estaría protegida (tabla 6.5). Para ambos escenarios, la mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP corresponde a la RPF Cuyabeno; mientras que la especie desaparecería de la RE Cofán-Bermejo (figura 6.16.F). Otra área protegida que se espera albergue a este primate en 2050 es el BP Cuembí.

Áreas de extrapolación estricta. Los resultados de los análisis MOP para ambos escenarios indican que en 2050 el 100 % de la DPE de este primate serían áreas de extrapolación estricta (este 100 % fue predicho por los tres GCM) (apéndice 12); estas zonas de clima no análogo al presente se espera que sean continuas hacia los bordes de su distribución (figura 6.16.G y H).

Capacidad de resiliencia. Para *C. lucifer* se esperaría que el cambio climático tenga alta importancia, pues en el análisis de factores intrínsecos obtuvo la segunda calificación más alta (71 %), lo cual implica que su capacidad de resiliencia sería baja; los factores menos favorables que

tendría este primate para enfrentar esta amenaza serían su limitada distribución y restringido rango altitudinal; otros factores relevantes se consideran que son su dieta frugívora, el hábitat específico y bien conservado que prefiere y su baja capacidad de dispersión (< 1000 m/día).

6.4.7.13. *Plecturocebus discolor*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *P. discolor* en Ecuador se estableció en 56 958 km² (figura 6.17.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 47 433km². El escenario optimista (RCP 4.5) considera que para 2050 el 97 % del hábitat idóneo permanecerá disponible (figura 6.17.B); esto implica que el cambio climático tendrá un impacto reducido sobre este taxón, pues la pérdida de hábitat alcanzaría un 3 % (0 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). El escenario pesimista (RCP 8.5) es similar al anterior; en este caso, la idoneidad ambiental disponible alcanzaría en 2050 el 96 % de su DPE, con una pérdida inferior al 5 % (0 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (figura 6.17.C, apéndice 10).

La pérdida de idoneidad del hábitat en ambos modelos afectaría solo a pequeñas secciones al centro y sur de su distribución; de hecho, los dos escenarios predicen que la especie podría expandir su distribución hacia cualquiera de sus bordes, con excepción del extremo sur, donde el hábitat no sería idóneo (figura 6.17.B y C).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *P. discolor* en Ecuador alcanzaría, en ambos escenarios, un 77 % de la DPE y un 87 % del hábitat idóneo que la especie dispone en la actualidad (figura 6.17.D y E). También se estimó que el hábitat idóneo perdido y atribuible al cambio climático podría alcanzar un 16 % en el escenario RCP 4.5 y un 22 % en el RCP 8.5; mientras que la pérdida total de hábitat idóneo para la especie llegaría al 19 y 21 %, respectivamente (apéndice 11). Ambos escenarios predicen que la pérdida de hábitat idóneo en la parte norte de la distribución de este primate coincide con zonas actualmente deforestadas; no así en la parte centro y sur, que en la actualidad son zonas con bosques naturales (figura 6.17.C y D).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con ambos escenarios, alrededor de un 36 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.17.F); esta superficie representa una pérdida del 6 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 28 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación (tabla 6.5). La mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP, en ambos escenarios, corresponde a PN Yasuní y la sección sur de la RPF Cuyabeno (figura 6.17.F). Otras áreas protegidas con importantes extensiones de bosque y que albergarían a este primate en 2050 son los bosques protectores Pañacocha y Río Aguarico.

Áreas de extrapolación estricta. Los resultados de los análisis MOP para ambos escenarios predicen que en 2050 el 100 % de la DPE de este primate correspondería a áreas de extrapolación

estricta: el 98 % según el RCP 4.5 y el 100 % en el RCP 8.5 (el 82 y 90 %, respectivamente, fueron predichos por los tres GCM) (figura 6.17.G y H, apéndice 12). El escenario optimista indica una pequeña sección (apenas alcanza un 2 %) de clima análogo al presente aparecería en el extremo centro-occidental de su distribución, zona que además muestra continuidad climática hacia el oeste; por el contrario, las zonas de clima no análogo al presente se espera que sean continuas hacia los bordes de su distribución (figura 6.17.G y H).

Capacidad de resiliencia. El cambio climático tendrá poca importancia para *P. discolor*, pues en el análisis de factores intrínsecos obtuvo una calificación baja (51 %), lo cual implica que su capacidad de resiliencia se esperaría que sea alta; los factores menos favorables que tendría este primate para enfrentar esta amenaza serían su limitada capacidad de dispersión (< 1000 m/día) y su restringido rango altitudinal.

6.4.7.14. *Pithecia aequatorialis*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *P. aequatorialis* en Ecuador se estableció en 10 284 km² (figura 6.18.A); de esta superficie, el MNE determinó que en el presente la DPE alcanza 9505 km². Los resultados de ambos escenarios RCP indican que para 2050 el hábitat idóneo para esta especie se mantendría estable en un 100 %; esto implica que el cambio climático no tendrá un impacto sobre este primate (figura 6.18.B y C, apéndice 10).

Ambos escenarios predicen que la especie podría expandir su presencia hacia todos los bordes de su DPE; sin embargo, debido a la existencia de barreras naturales, físicas (ríos) y biológicas (presencia de su congénere *P. napensis*), es poco probable que esto ocurra al norte, sur y oeste; por el contrario, al este los modelos muestran ganancia de idoneidad ambiental, que además es parte de la distribución natural de la especie y no se han identificado barreras naturales.

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *P. aequatorialis* en Ecuador, de acuerdo con los dos escenarios analizados, alcanzaría un 91 % de la DPE y un 92 % del hábitat idóneo que la especie dispone en la actualidad (figura 6.18.D y E). También se estimó que para 2050 el hábitat idóneo no se verá afectado por el cambio climático y que para entonces la pérdida total de hábitat idóneo para la especie alcanzará el 8 % (apéndice 11). Ambos escenarios predicen que el hábitat idóneo de *P. aequatorialis* se mantendrá estable y en un solo bloque (figura 6.18.C y D).

Presencia en áreas protegidas. Esta es la única especie de primate del Ecuador cuya distribución de momento no se encuentra de ninguna figura de conservación (figura 6.18.F).

Áreas de extrapolación estricta. El escenario MOP RCP 4.5 muestra que para 2050 el 49 % del área de distribución de *P. aequatorialis* se esperaría que presente clima análogo al presente, condición que sería evidente en la mitad oriental de su DPE (figura 6.18.G); por el contrario,

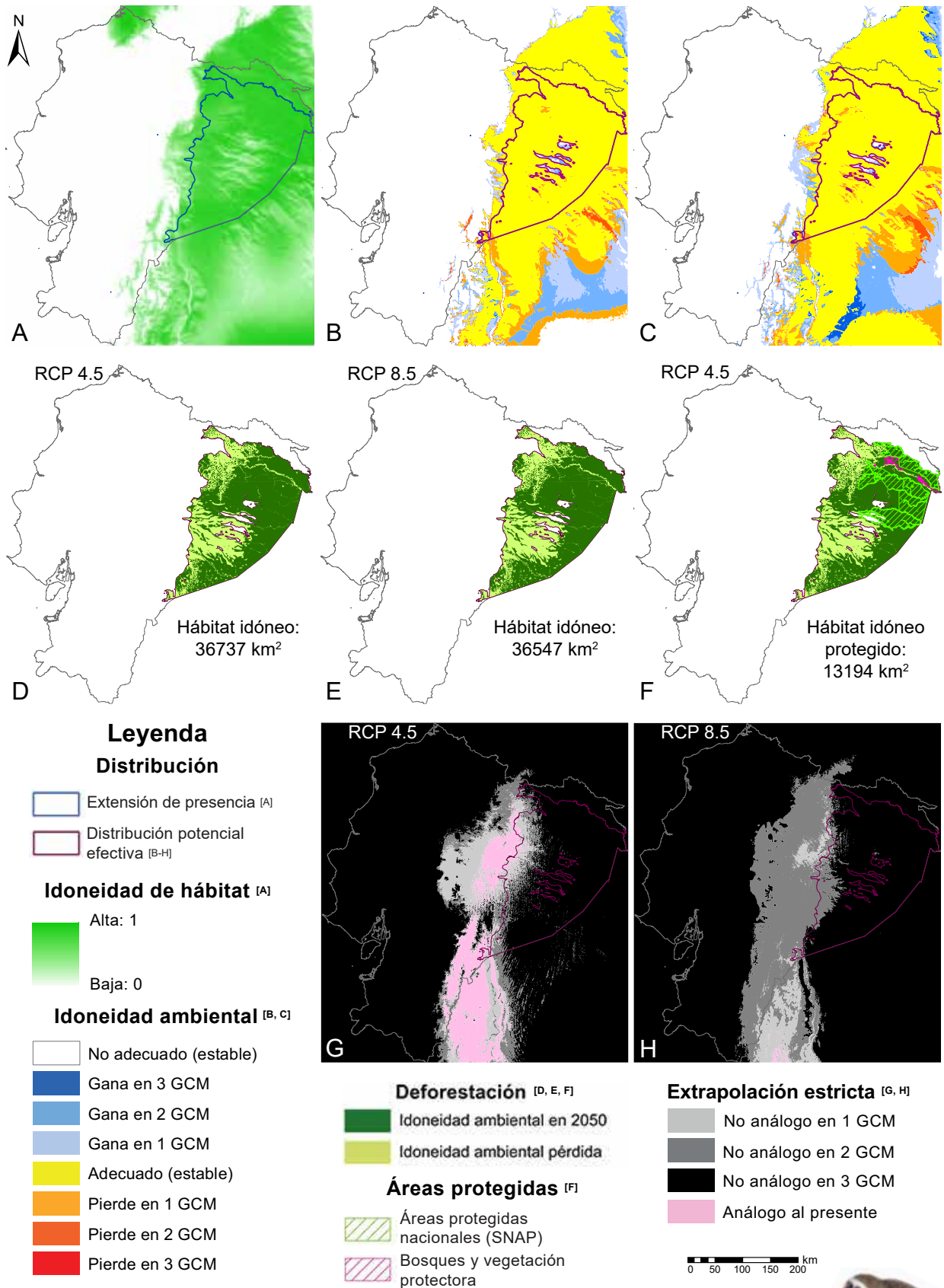


Figura 6.17. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Plecturocebus discolor*. **A.** Idoneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



la mitad occidental (51 %) correspondería a áreas de extrapolación estricta (un 40 % de esta superficie fue predicha por tres GCM) (apéndice 12). El escenario MOP RCP 8.5 es diferente al anterior; predice que apenas un 16 % de clima análogo al presente, mientras que las áreas de extrapolación estricta alcanzarían un 85 % (un 48 % fue predicho por tres GCM) (apéndice 12); en este escenario, solo una pequeña porción hacia el nororiente de su distribución presentaría clima análogo al presente (figura 6.18.H).

Capacidad de resiliencia. El cambio climático tendrá moderada importancia para *P. aequatorialis*; en el análisis de factores intrínsecos obtuvo una calificación media (63 %), lo cual implica que su capacidad de resiliencia se esperaría que sea moderada; los factores menos favorables que tendría este primate para enfrentar esta amenaza serían su limitada distribución y su rango altitudinal restringido.

6.4.7.15. *Pithecia milleri*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *P. milleri* en Ecuador se estableció en 15 984 km² (figura 6.19.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 15 947 km². De acuerdo con ambos escenarios se considera que el 100 % del hábitat permanecerá idóneo para 2050; esto implica que el cambio climático no tendrá un impacto sobre este taxón (figura 6.19.B y C, apéndice 10). Ambos escenarios también muestran que la especie tendrá continuidad de hábitat hacia todos sus bordes, algo que no se considera probable en sus límites norte y sur debido a la presencia de los ríos Putumayo y Napo, respectivamente, que actúan como barrera y han limitado su distribución (véase capítulo IV); la expansión hacia el oeste y el este es posible en algunos sectores, pero no en otros, debido a la presencia de ríos importantes (Aguarico y Coca) que al parecer también han incidido en su distribución (véase capítulo IV).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *P. milleri* en Ecuador, de acuerdo con los dos escenarios planteados, alcanzaría un 69 % de la DPE y un 90 % del hábitat idóneo que la especie dispone en la actualidad (figura 6.19.D y E). También se estimó que el cambio climático no afectará a este primate; pues la pérdida de hábitat idóneo solo será atribuible a la deforestación, que para 2050 alcanzará un 26 % de su DPE (apéndice 11).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con los dos escenarios planteados, alrededor de un 70 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.19.F); esta superficie representa una pérdida del 4 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 48 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación (tabla 6.5). La mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP para 2050 correspondería a la RPF Cuyabeno; además de una pequeña sección en la RE Cofán-Bermejo (figura 6.19.F). Otras áreas protegidas que albergarían a este primate en 2050 son los bosques protectores Cuembí, Pañacocha y Río Aguarico.

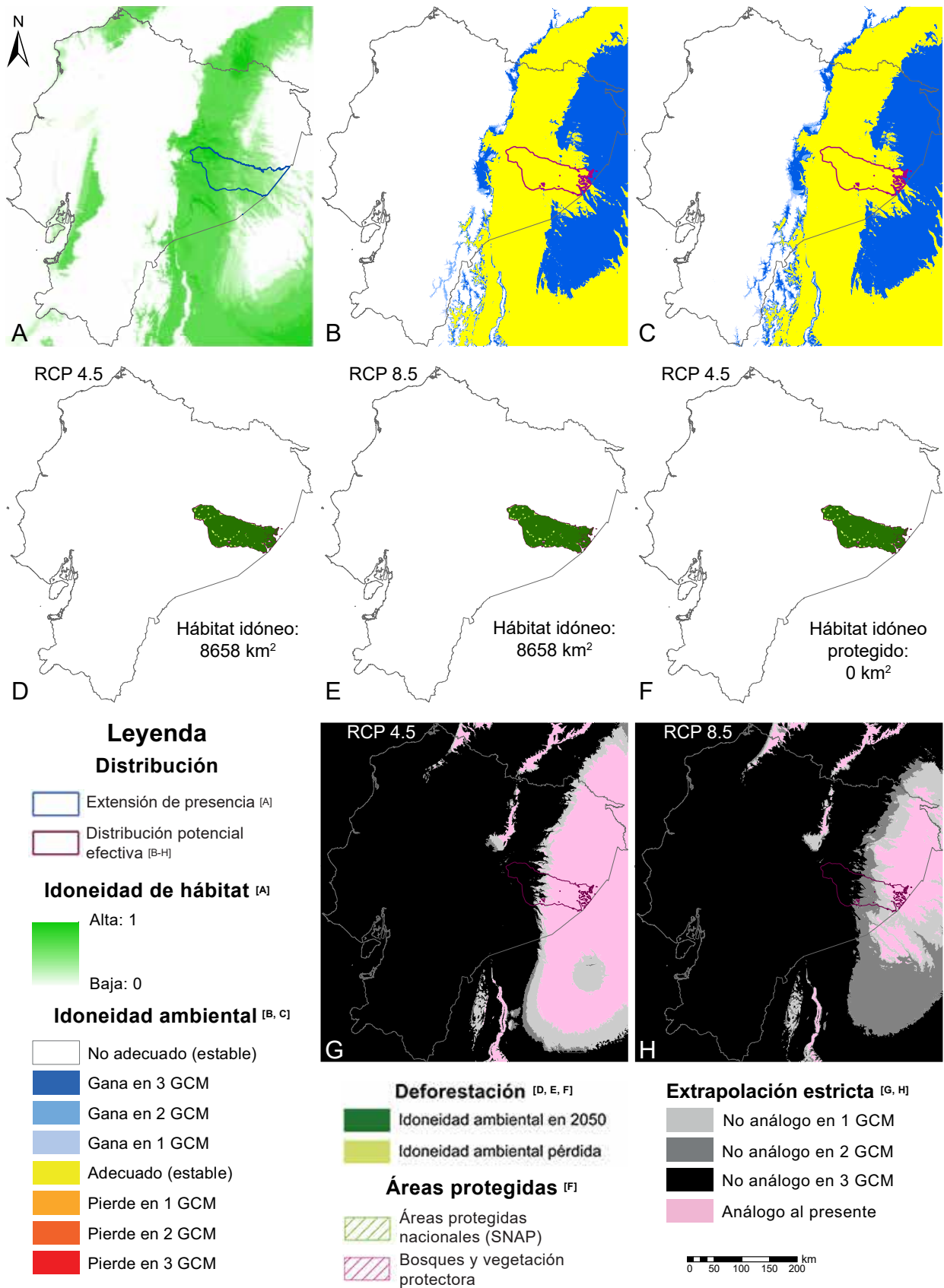


Figura 6.18. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Pithecia aequatorialis*: **A.** Idoneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



Áreas de extrapolación estricta. Los resultados de los análisis MOP para ambos escenarios indican que en 2050 el 100 % de la DPE de este primate estaría ocupado por áreas de extrapolación estricta (el 100 % fue predicho por los tres GCM) (apéndice 12); estas zonas de clima no análogo al presente se espera que sean continuas hacia los bordes de su distribución (figura 6.19.G y H).

Capacidad de resiliencia. El cambio climático se espera que tenga moderada importancia para *P. milleri*; en el análisis de factores intrínsecos obtuvo una calificación media (63 %), lo cual implica que su capacidad de resiliencia sería moderada; los factores menos favorables que tendría este primate para enfrentar esta amenaza serían su dieta frugívora, el hábitat específico y bien conservado que prefiere, su limitada distribución y su rango altitudinal restringido.

6.4.7.16. *Pithecia napensis*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *P. napensis* en Ecuador se estableció en 36 416 km² (figura 6.20.A); de esta superficie, el MNE determinó que la actual DPE alcanza 32 030 km². De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), se predice que el 100 % del hábitat permanecerá idóneo para 2050; esto implica que el cambio no tendrá impacto sobre este taxón (figura 6.20.B, apéndice 10). Por el contrario, el escenario pesimista (RCP 8.5) indica que la idoneidad ambiental alcanzaría en 2050 un 80 % de su DPE; esto implica que el cambio climático tendrá un impacto bajo para este primate, pues la cantidad de hábitat perdido alcanzaría un 20 % (0 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). Este modelo predice que el área de pérdida de idoneidad de hábitat abarcaría el tercio oriental de la sección norte, que corresponde a la provincia de Orellana (figura 6.20.C).

Con excepción del área de pérdida de hábitat que predice el modelo pesimista, los resultados del análisis de cambio climático indican que la especie podría expandir su distribución hacia todos los extremos de su DPE; sin embargo, la mayoría de los bordes están limitados por barreras físicas (ríos y cordilleras) o biológicas (presencia de su congénere *P. aequatorialis*), que en la práctica hacen poco probable su expansión. La única área de continuidad se observa hacia el límite oriental, que corresponde a zonas donde la especie habita en la Amazonía peruana.

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *P. napensis* en Ecuador, de acuerdo con el escenario optimista, alcanzaría un 86 % de la DPE y un 92 % del hábitat idóneo actual (figura 6.20.D). También se estimó que al no tener el cambio climático un impacto sobre este primate, la pérdida de bosque será atribuible solo a la deforestación, estimada para 2050 en un 13 % de su DPE (apéndice 11).

Por el contrario, el escenario pesimista predice que para 2050 la cantidad de hábitat idóneo para *P. napensis* alcanzaría un 66 % de la DPE y un 70 % de la distribución en el presente (figura 6.20.E); en este caso, el efecto del cambio climático será el responsable de la pérdida del 61 % del hábitat idóneo

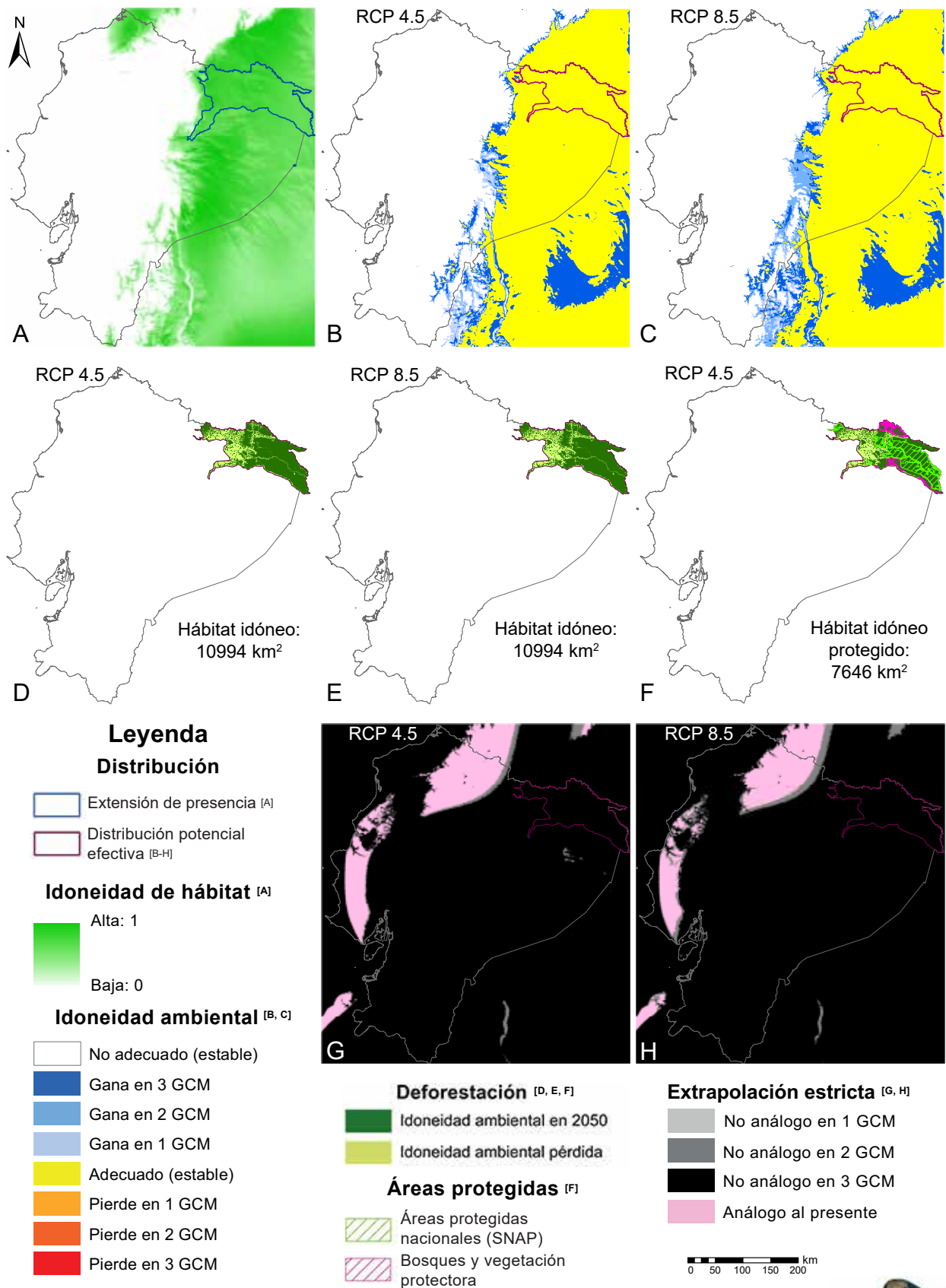


Figura 6.19. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Pithecia milleri*. **A.** Idóneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



Stephen D. Nash

y la pérdida total de hábitat para este taxón llegaría al 33 % de la DPE (apéndice 11). La pérdida de hábitat idóneo que predice el escenario RCP 8.5 corresponde a bosque bien conservado.

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con el escenario optimista, alrededor de un 37 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.20.F); esta superficie representa una pérdida del 1 % del hábitat protegido en la actualidad e indica que un 31 % de su DPE estaría protegida. Por el contrario, en el escenario pesimista, un 22 % del hábitat idóneo estaría protegido en 2050; esta superficie corresponde a una pérdida del 54 % e indica que un 15 % de la DPE estaría protegida (tabla 6.5). Para ambos escenarios, la principal área protegida para este primate es el PN Yasuní (figura 6.20.F). Dentro de su distribución también se incluyen pequeñas secciones del BP Cordillera Kutukú y Shaimi.

Áreas de extrapolación estricta. Los resultados de los análisis MOP para ambos escenarios indican que en 2050 el 100 % de la DPE de este primate correspondería con áreas de extrapolación estricta (el 100 % fue predicho por los tres GCM) (apéndice 12); estas zonas de clima no análogo al presente se espera que sean continuas hacia los bordes de su distribución (figura 6.20.G y H).

Capacidad de resiliencia. El cambio climático se espera que tenga moderada importancia para *P. napensis*; pues en el análisis de factores intrínsecos obtuvo una calificación media (60 %), lo cual implica que su capacidad de resiliencia sería moderada; los factores menos favorables que tendría este primate para enfrentar esta amenaza serían su dieta frugívora, el hábitat específico y bien conservado que prefiere y su restringido rango altitudinal.

6.4.7.17. *Alouatta palliata aequatorialis*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *A. p. aequatorialis* en Ecuador se estableció en 73 636 km² (figura 6.21.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 62 598 km². De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), se considera que el 86 % permanecerá idóneo para 2050; esto implica que el cambio climático tendrá un impacto bajo para este taxón, pues la pérdida de hábitat alcanzaría un 14 % (un 4 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). La mayor pérdida de idoneidad del hábitat se espera que ocurra en una franja centro-oriental, que comprende las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Cotopaxi, Los Ríos, Guayas y Cañar (figura 6.21.B).

El escenario pesimista (RCP 8.5) también indica que el cambio climático tendrá un impacto bajo para este primate, pues la idoneidad ambiental para 2050 alcanzaría un 87 % de su DPE; la cantidad de hábitat perdido sería del 13 % (menos del 3 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). El modelo pesimista predice que el área de pérdida de idoneidad será similar a la indicada por el modelo anterior, pero con mayor intensidad en su parte central, en la zona que comprende a las provincias de Guayas y Lor Ríos (figura 6.21.C).

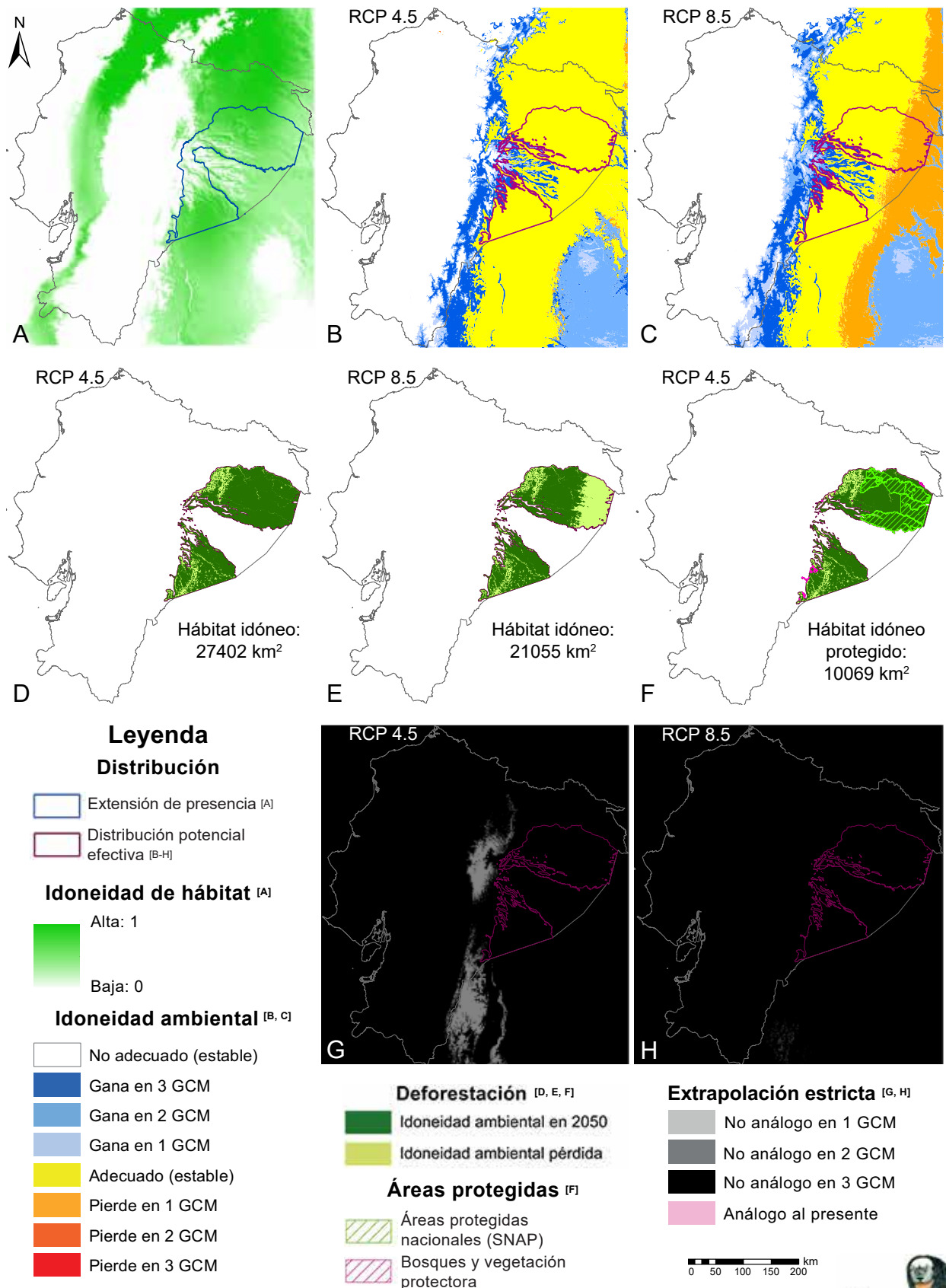


Figura 6.20. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Pithecia napensis*: **A.** Idóneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye pérdida por cambio climático y deforestación) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente y proyectadas para 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con hábitat no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



Stephen D. Nash

En los dos escenarios, los modelos predicen que este primate podría expandir su distribución hacia el norte (hacia Colombia), el centro-suroeste (hacia la península de Santa Elena) y el sur (hacia las provincias de El Oro y Loja); en todas estas zonas las barreras físicas actuales están ausentes o son moderadas (véase capítulo IV); los modelos también predicen que para 2050 existirá idoneidad ambiental en las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes, tanto al norte, en las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha; como en la cuenca del río Jubones, en la provincias de El Oro, Azuay y Loja; en este caso, la principal barrera natural sería la altitud, toda vez que el modelo indica localidades superiores a 3000 m de altitud.

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *A. p. aequatorialis* en Ecuador, de acuerdo con los dos escenarios analizados, alcanzaría un 18 % de la DPE y un 61 % del hábitat idóneo que la especie dispone en la actualidad (figura 6.21.D y E). También se estimó que el 5 % del hábitat idóneo perdido para 2050 es atribuible al efecto del cambio climático y que para entonces la pérdida total de hábitat idóneo alcanzaría el 78 % de la DPE (apéndice 11). Para ambos escenarios, existe un alto solapamiento entre las zonas deforestadas con las áreas de hábitat idóneo perdido (figura 6.21.B–E).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con ambos escenarios analizados, alrededor del 41 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.21.F); esta superficie representa una pérdida del 25 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 8 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación (tabla 6.5). La mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP corresponde al PN Cotacachi-Cayapas. Otras áreas protegidas nacionales con una importante cantidad de hábitat idóneo son el PN Machalilla y de las reservas ecológicas Mache-Chindul y Manglares Churute (figura 6.21.F). Entre los bosques protectores, la mayor superficie para esta especie se incluye dentro de tres reservas: Mindo-Nambillo, en la provincia de Pichincha; Cordillera Chongón-Colonche, en las provincias de Guayas y Santa Elena; y Molleturo-Mollepungo, en Azuay.

Áreas de extrapolación estricta. Los resultados de los análisis MOP para ambos escenarios en 2050 indican que cerca del 100 % de la DPE de este primate correspondería con áreas de clima análogo al presente (apéndice 12); los modelos también predicen que estas zonas se presentarían continuas hacia los bordes de su distribución (figura 6.21.G y H).

Capacidad de resiliencia. El cambio climático se espera que tenga baja importancia para *A. p. aequatorialis*; pues en el análisis de factores intrínsecos obtuvo una calificación baja (49 %), lo cual implica que su capacidad de resiliencia sería alta; el factor menos favorable que tendría este primate para enfrentar esta amenaza sería su limitada capacidad de dispersión (< 1000 m/día).

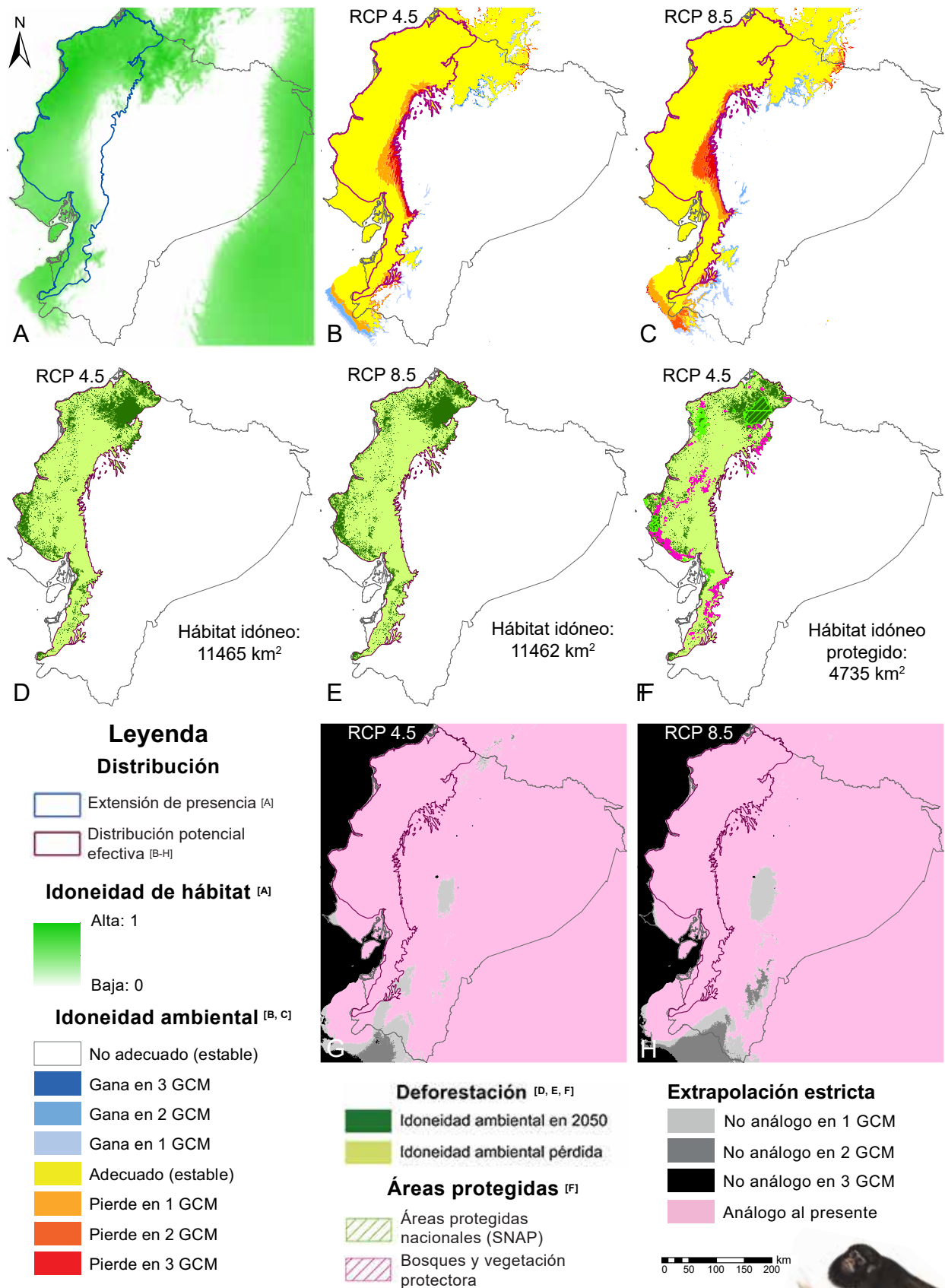


Figura 6.21. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Alouatta palliata aequatorialis*: **A.** Idóneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



6.4.7.18. *Alouatta seniculus*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *A. seniculus* en Ecuador se estableció en 104 344 km² (figura 6.22.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 104 034 km². De acuerdo con ambos escenarios RCP analizados, se considera que este primate conservará el 100 % de idoneidad ambiental para 2050 (figura 6.22.B y C, apéndice 10). Ambos escenarios muestran que la especie tendrá ganancia de hábitat hacia las estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes; los modelos también sugieren que existirá continuidad de idoneidad ambiental hacia todos los bordes de su distribución (figura 6.22.B y C).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *A. seniculus* en Ecuador, de acuerdo con ambos escenarios, alcanzaría un 74 % de la DPE y un 90 % del hábitat idóneo que dispone en la actualidad (figura 6.22.D). También se estimó que en ambos escenarios la pérdida total de hábitat idóneo para la especie alcanzará el 23 % de la DPE y que el efecto del cambio climático no tendrá incidencia en esta pérdida (apéndice 11).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con ambos escenarios, alrededor de 39 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.22.F); esta superficie representa una pérdida del 3 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 29 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación (tabla 6.5). La mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP corresponde a la RPF Cuyabeno y al PN Yasuní; otras áreas con importantes extensiones de hábitat idóneo son la RE Cofán-Bermejo y los parques nacionales Cayambe-Coca, Sumaco-Napo Galeras y Podocarpus (figura 6.22.F). Entre los bosques protectores, la mayor superficie se encuentra dentro del BP Cordillera Kutukú y Shaimi, en la provincia de Morona Santiago; también en los bosques Cuembí y Pañacocha, en Sucumbíos.

Áreas de extrapolación estricta. Los resultados de los análisis MOP para ambos escenarios indican que en 2050 cerca del 100 % de la DPE de este primate correspondería con áreas de clima análogo al presente (apéndice 12); estas zonas se presentarían continuas hacia todos los bordes de su distribución (figura 6.22.G y H).

Capacidad de resiliencia. El cambio climático se esperaría que tenga una baja importancia para *A. seniculus*; pues en el análisis de factores intrínsecos obtuvo una calificación baja (43 %), lo cual implica que su capacidad de resiliencia sería alta; el factor menos favorable que tendría este primate para enfrentar esta amenaza sería su limitada capacidad de dispersión (< 1000 m/día).

6.4.7.19. *Ateles belzebuth*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *A. belzebuth* en Ecuador se estableció en 81 715 km² (figura 6.23.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 81 600 km². De

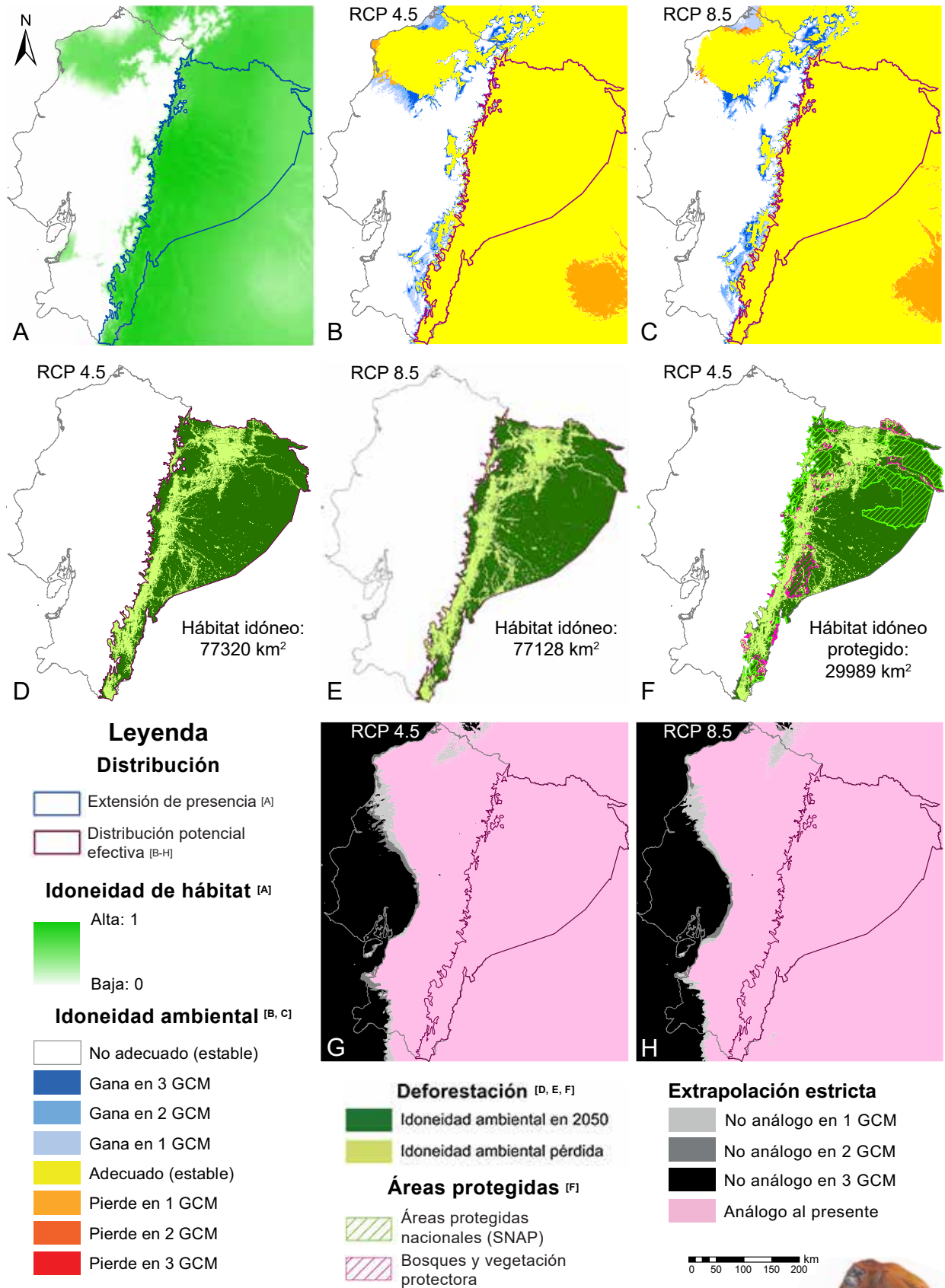


Figura 6.22. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Alouatta seniculus*: **A.** Idoneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



acuerdo con ambos escenarios RCP analizados, se considera que este primate conservará para 2050 cerca del 100 % de su idoneidad ambiental (figura 6.23.B y C, apéndice 10). Ambos escenarios muestran que la especie tendrá ganancia de hábitat hacia las estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes; también sugieren que existirá continuidad de idoneidad ambiental hacia todos los bordes de su distribución (figura 6.23.B y C).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *A. belzebuth* en Ecuador alcanzaría del 76 (RCP 4.5) al 75 % (RCP 8.5) de la DPE, que corresponde a un 89 % del hábitat idóneo que dispone en la actualidad (figura 6.23.D). También se estimó que en ambos escenarios el impacto del cambio climático será inferior al 1 % y que la pérdida total de hábitat idóneo podría alcanzar un 22 % de la DPE (apéndice 11).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con ambos escenarios, alrededor del 32 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.23.F); esta superficie representa una pérdida del 6 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 24 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación (tabla 6.5). La mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP corresponde al PN Yasuní; otras áreas con importantes extensiones de hábitat idóneo son la RE Cofán-Bermejo y los parques nacionales Cayambe-Coca, Sumaco-Napo Galeras, Llanganates, Sangay y Podocarpus (figura 6.23.F). Entre los bosques protectores, la mayor superficie para esta especie se encuentra dentro del BP Cordillera Kutukú y Shaimi, además de otras reservas menores a lo largo de su distribución.

Áreas de extrapolación estricta. Los resultados de los análisis MOP para ambos escenarios indican que en 2050 cerca del 100 % de la DPE de este primate corresponderían con áreas de clima análogo al presente (apéndice 12); estas zonas se presentarían continuas hacia todos los bordes de su distribución (figura 6.23.G y H).

Capacidad de resiliencia. El cambio climático se esperaría que tenga una moderada importancia para *A. belzebuth*; pues en el análisis de factores intrínsecos obtuvo la cuarta calificación más alta (66 %), lo cual implica que su capacidad de resiliencia sería moderada; los factores menos favorables que tendría este primate para enfrentar esta amenaza serían su extenso ámbito hogareño y el hábitat específico y bien conservado que prefiere; otros factores que también podrían influir son su dieta frugívora y el tamaño grande de los grupos.

6.4.7.20. *Ateles fusciceps fusciceps*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *A. f. fusciceps* en Ecuador se estableció en 31 933 km² (figura 6.24.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 20 532 km². De acuerdo con los dos escenarios de cambio climático planteados, cerca del 100 %

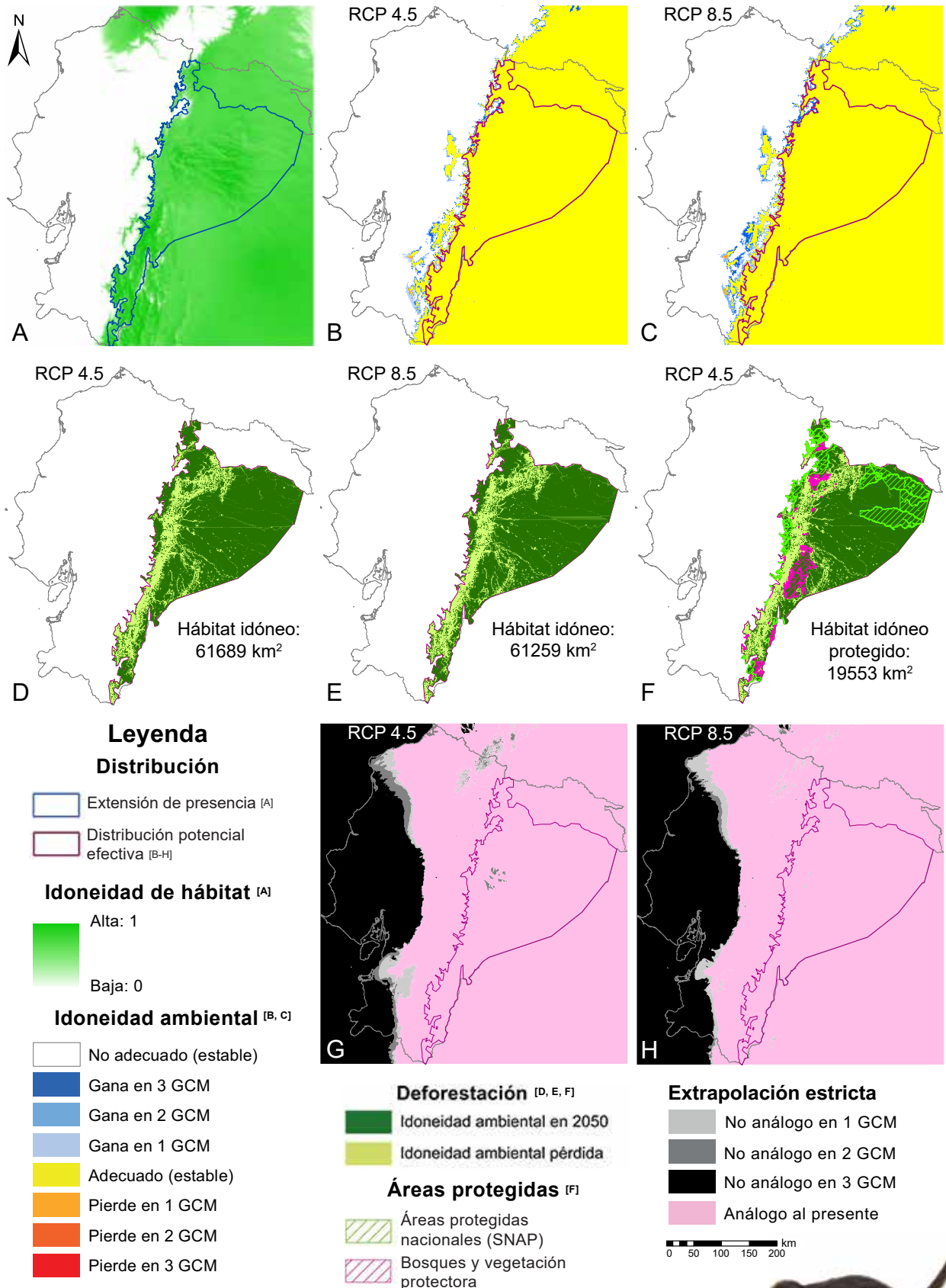


Figura 6.23. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Ateles belzebuth*: **A.** Idoneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



del hábitat permanecerá idóneo para 2050 (apéndice 10); esto implica que esta amenaza tendrá un impacto insignificante para el taxón. Los modelos predicen que este primate podría expandir su distribución hacia todos los bordes de su área de presencia (figura 6.24.B y C).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *A. f. fusciceps* en Ecuador, de acuerdo con los dos escenarios analizados, alcanzaría un 25 % de la DPE y un 72 % del hábitat idóneo que la especie dispone en la actualidad (figura 6.24.D y E). También se estimó que un 1 % del hábitat idóneo perdido para 2050 es atribuible al efecto del cambio climático y que para entonces la pérdida total de este hábitat alcanzaría entre un 72 y 73 % de la DPE, para los escenarios optimista y pesimista, respectivamente (apéndice 11).

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con ambos escenarios analizados, alrededor del 43 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.24.F); esta superficie representa una pérdida del 9 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 11 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación (tabla 6.5). La mayor proporción de bosque protegido dentro del SNAP corresponde al PN Cotacachi-Cayapas (figura 6.24.F); también se espera que el RVS El Pambilar también albergue este primate en 2050, además de algunos bosques protegidos menores.

Áreas de extrapolación estricta. El escenario MOP RCP 4.5 muestra que para 2050 el 42 % del área de distribución de *A. f. fusciceps* estaría conformada por clima análogo al presente, condición que se evidenciaría al suroeste y sureste de su DPE (figura 6.24.G); mientras que la parte central se espera que presente áreas de extrapolación estricta y que representarían un 57 % (un 12 % de esta superficie fue predicha por tres GCM) (apéndice 12). El escenario MOP RCP 8.5 muestra una menor cantidad de clima análogo al presente, con un 28 % de la DPE, área que se concentraría hacia el tercio occidental de su distribución; además, las áreas de extrapolación estricta alcanzarían un 72 % (un 5 % fue predicho por tres GCM) (figura 6.16.H, apéndice 12). Ambos escenarios indican que las áreas de clima análogo tendrían continuidad hacia los bordes de su distribución; sin embargo, en su mayor parte corresponden a zonas deforestadas en la actualidad; por el contrario, las áreas de idoneidad ambiental en 2050, de acuerdo con estos modelos, no presentarían clima análogo al presente (figura 6.24.B y C).

Capacidad de resiliencia. El cambio climático se esperaría que tenga alta importancia para *A. f. fusciceps*; pues en el análisis de factores intrínsecos obtuvo la segunda calificación más alta (71 %), lo cual implica que su capacidad de resiliencia sería baja; los factores menos favorables que tendría este primate para enfrentar esta amenaza serían su extenso ámbito hogareño y el hábitat específico y bien conservado que prefiere; otros factores que también pueden influir son su dieta frugívora, el tamaño grande de los grupos y su distribución restringida.

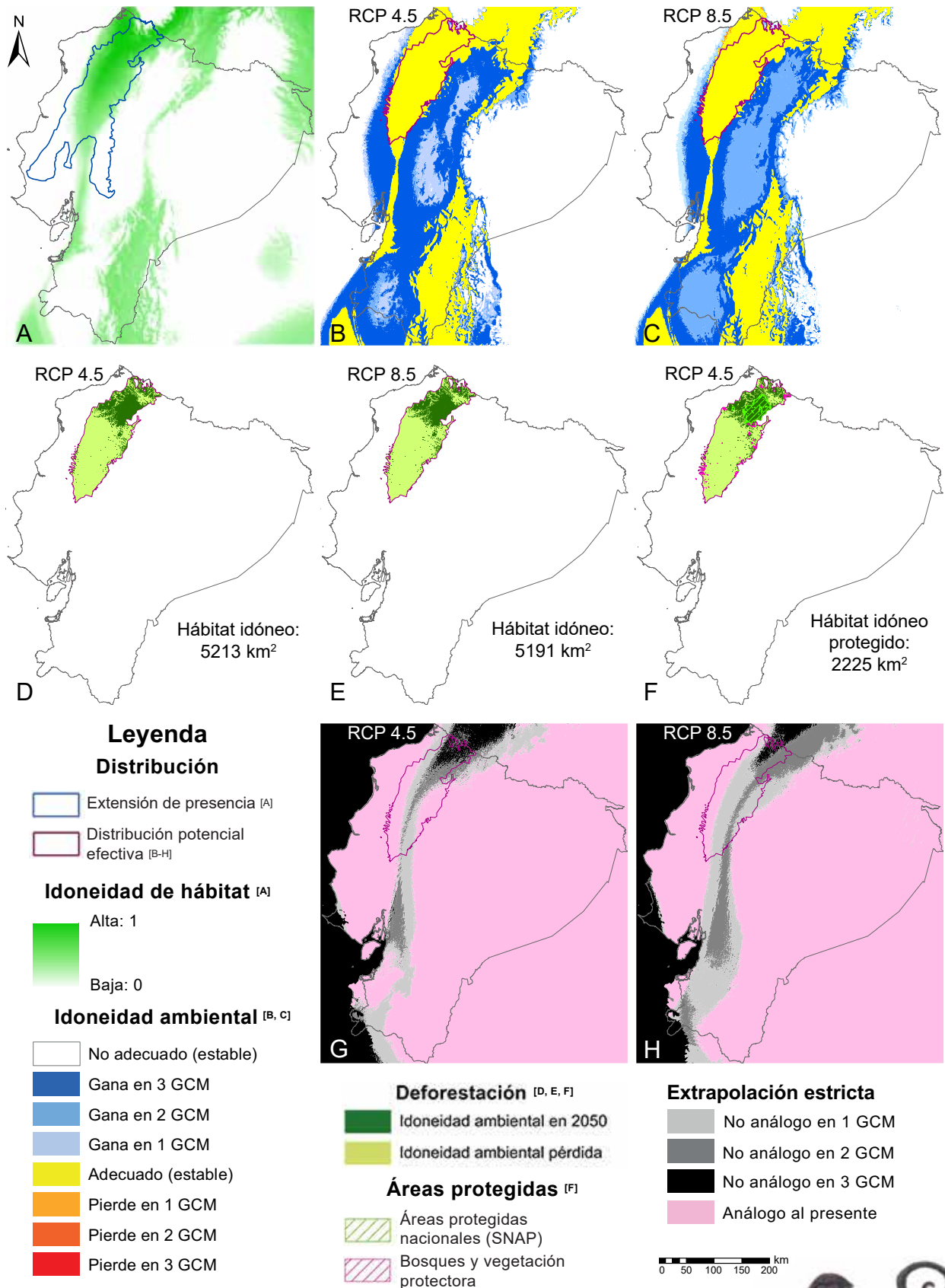


Figura 6.24. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Ateles fusciceps fusciceps*: **A.** Idoneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].



6.4.7.21. *Lagothrix lagothricha lagothricha*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *L. l. lagothricha* en Ecuador se estableció en 10 185 km² (figura 6.25.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 10 161 km². De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), se considera que el 99 % permanecerá idóneo para 2050; esto implica que el cambio climático tendrá un impacto reducido para este taxón, pues la pérdida de hábitat se sospecha que apenas alcanzaría un 1 % (0 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). El modelo indica que las pequeñas zonas de pérdida de idoneidad ambiental se encontrarían hacia el centro-norte de su distribución (figura 6.25.B).

El escenario pesimista (RCP 8.5) sugiere que el cambio climático tendrá un impacto bajo para este primate, pues la idoneidad ambiental disponible para 2050 alcanzaría un 87 % de su DPE; por lo tanto, la pérdida de hábitat sería baja y llegaría a un 13 % (menos del 2 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). Este modelo predice que el área de pérdida de idoneidad de hábitat se concentrará en el centro y centro-norte de su DPE (figura 6.25.C).

Los dos escenarios sugieren que debido al cambio climático este primate podría expandir su distribución hacia todos los bordes de su área de presencia, excepto en el centro-norte del escenario pesimista, que indica una zona de pérdida de idoneidad ambiental (figura 6.25.B y C). En la práctica, debido a la presencia de barreras naturales al norte (ríos San Miguel y Putumayo), al sur (río Aguarico), al oeste (río Aguarico y altitud), solo se consideraría posible su expansión hacia el este, en la Amazonía peruana.

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *L. l. lagothricha* en Ecuador, de acuerdo con el escenario optimista, alcanzará un 71% de la DPE y un 88 % del hábitat idóneo que la especie dispone en la actualidad (figura 6.25.D). También se estimó que el 4 % del hábitat idóneo perdido para 2050 es atribuible al efecto del cambio climático y que para entonces la pérdida total de hábitat idóneo llegaría a un 25 % de la DPE (apéndice 11).

De acuerdo con el escenario pesimista, se espera que para 2050 la cantidad de hábitat idóneo para el taxón alcance un 62 % de la DPE y un 77 % de la distribución en el presente (figura 6.25.E); en este caso, debido al efecto del cambio climático se estima que la pérdida de hábitat idóneo alcanzaría el 35 % y que para entonces la pérdida total de hábitat para este taxón llegaría a un 36 % de la DPE (apéndice 11). Para ambos escenarios, la mayor parte de hábitat perdido debido al cambio climático en 2050 corresponde a bosques primarios en la actualidad.

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con el escenario optimista, alrededor de un 68 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.25.F); esta superficie representa una pérdida del 5 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 48 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna

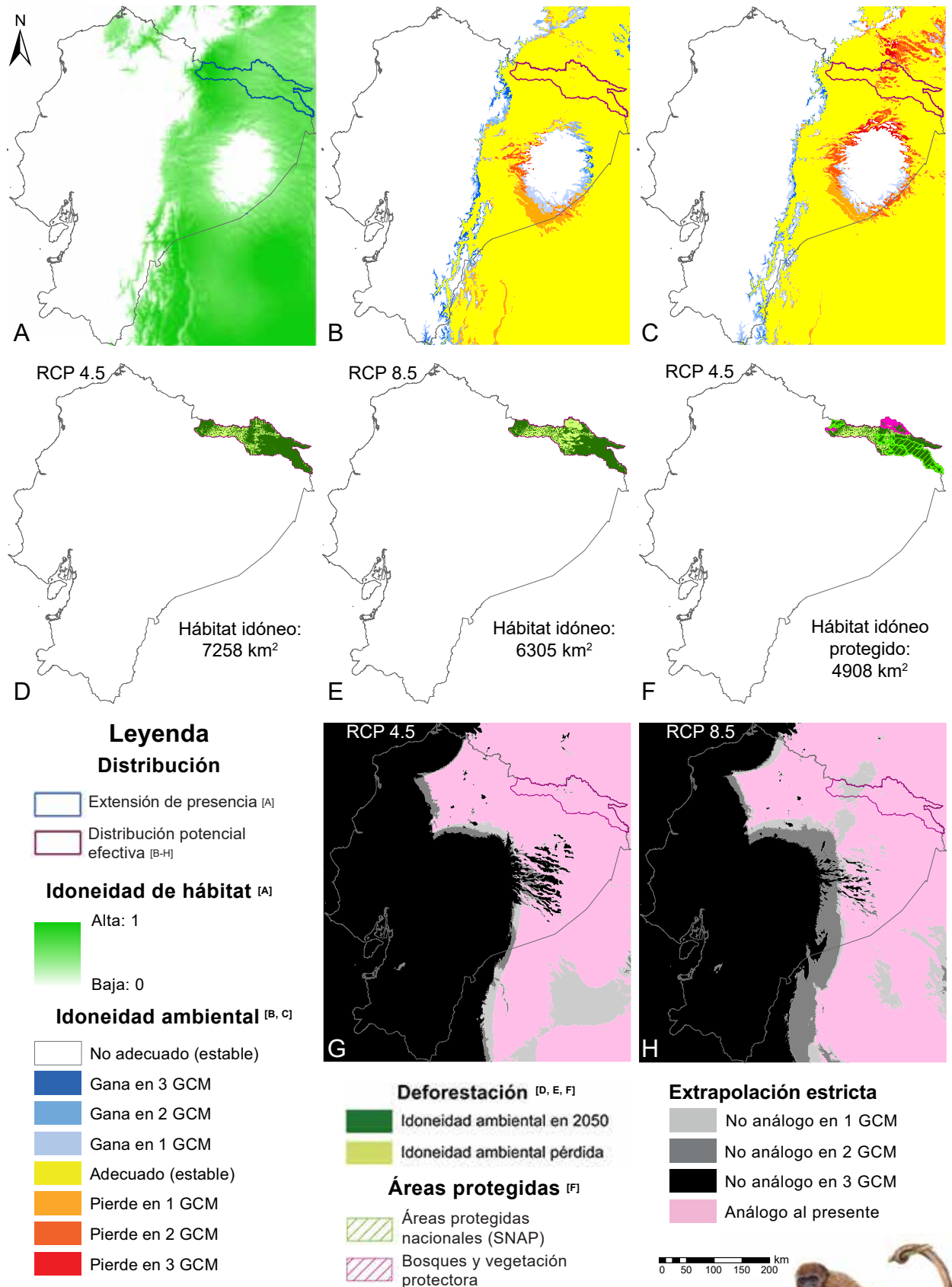


Figura 6.25. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Lagothrix lagotricha lagotricha*: **A.** Idoneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].

figura de conservación. El escenario pesimista indica que el 66 % del hábitat idóneo en 2050 estaría protegido, lo que representa una pérdida del 19 % del hábitat idóneo protegido en el presente e indica que el 41 % de su DPE estaría protegida (tabla 6.5). Para ambos escenarios, la mayor proporción de bosque protegido corresponde a la RPF Cuyabeno, seguido de la RE Cofán-Bermejo (figura 6.25.F); entre los bosques protectores, la mayor superficie de bosque se espera en el BP Cuembí.

Áreas de extrapolación estricta. El escenario MOP RCP 4.5 muestra que para 2050 el 98 % del área de distribución de *L. l. lagothericha* sería clima análogo al presente, condición evidente en toda su área de presencia y cuyo modelo muestra continuidad hacia zonas que la especie podría ocupar en el futuro (figura 6.25.G); las pequeñas áreas de extrapolación estricta se concentrarían en el centro-norte de su distribución y apenas ocuparían un 2 % de su DPE (menos del 0.5 % fue predicho por tres GCM) (apéndice 12).

El escenario MOP RCP 8.5 indica que para 2050 un 87 % de la DPE de este primate estaría conformado por clima análogo al presente, zona que ocuparía la mayor parte de su área de presencia, con excepción de una franja en el tercio occidental que correspondería a áreas de extrapolación estricta (figura 6.25.H); estas últimas alcanzarían un 13 % de su DPE (0 % fue predicho por tres GCM) (apéndice 12).

Capacidad de resiliencia. El cambio climático se esperaría que tenga muy alta importancia para *L. l. lagothericha*; pues en el análisis de factores intrínsecos obtuvo la calificación más alta (86 %) entre todos los primates ecuatorianos, lo cual implica que su capacidad de resiliencia sería muy baja; los factores menos favorables que tendría este primate para enfrentar esta amenaza serían su extenso ámbito hogareño, el tamaño grande de los grupos, el hábitat específico y bien conservado que prefiere y su restringido rango altitudinal; otros factores que también pueden influir son su dieta frugívora y su distribución restringida.

6.4.7.22. *Lagothrix lagothericha poeppigii*

Escenarios de cambio climático. La EOO de *L. l. poeppigii* en Ecuador se estableció en 89 920 km² (figura 6.26.A); de esta superficie, el MNE determinó que la DPE actual alcanza 88 309 km². De acuerdo con el escenario optimista (RCP 4.5), se considera que el 67 % permanecerá idóneo para 2050; esto implica que el cambio climático tendrá un impacto moderado para este taxón, pues la pérdida de hábitat se sospecha que alcanzaría un 33 % (19 % de esta pérdida fue predicha por tres GCM) (apéndice 10). El modelo sugiere que las zonas de pérdida de idoneidad ambiental se encontrarían hacia el noroccidente, el suroccidente y el nororiente de su distribución (figura 6.26.B).

Por el contrario, el escenario pesimista (RCP 8.5) indica que el cambio climático tendrá un impacto severo para este primate, pues la idoneidad ambiental disponible en 2050 alcanzaría un 22 % de su DPE; mientras que la pérdida de hábitat llegaría a un 78 % (12 % de esta pérdida fue predicha por

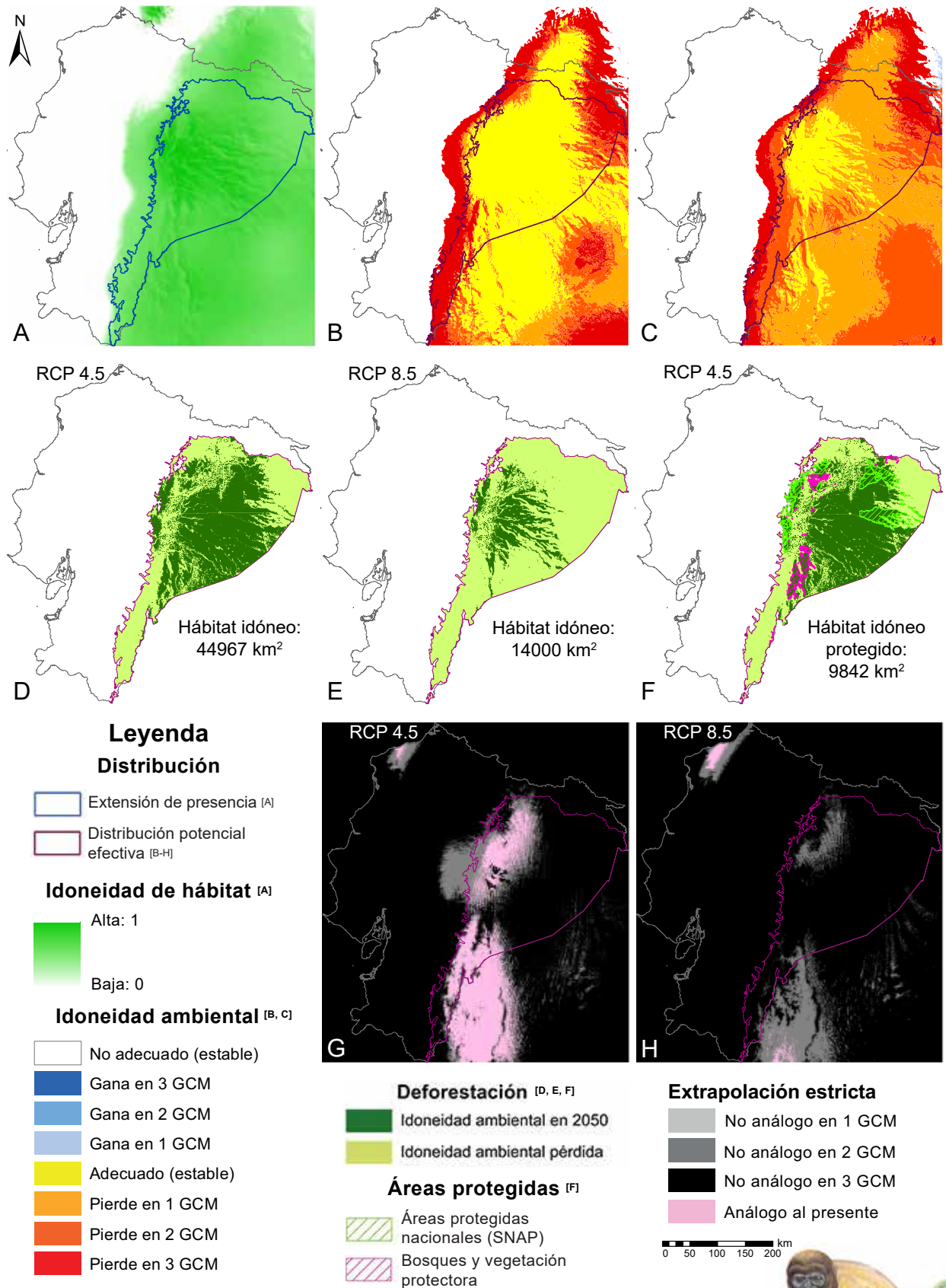


Figura 6.26. Escenarios de cambio climático y deforestación en el Ecuador proyectados a 2050 para *Lagothrix lagothricha poeppigii*: **A.** Idoneidad de hábitat al presente (2021) (modelo de nicho ecológico). **B y C.** Cambio climático (idoneidad ambiental según tres GCM) [**B.** RCP 4.5 (modelo optimista), **C.** RCP 8.5 (modelo pesimista)]. **D y E.** Idoneidad ambiental proyectada a 2050 (excluye hábitat perdido) [**D.** RCP 4.5, **E.** RCP 8.5]. **F.** Áreas protegidas al presente e idoneidad ambiental proyectada a 2050 (escenario RCP 4.5). **G y H.** Áreas de extrapolación estricta (áreas con clima no análogo al presente) (modelos MOP) [**G.** RCP 4.5, **H.** RCP 8.5].

tres GCM) (apéndice 10). Este modelo predice que el área de idoneidad ambiental se conservaría solo hacia el centro-oeste de su DPE, principalmente dentro de la provincia de Pastaza, además de zonas de las provincias de Napo, Orellana y Morona Santiago; mientras que todo el resto de su área de distribución perdería su idoneidad de hábitat (figura 6.26.C).

La probabilidad de expansión de la distribución de este primate frente a los dos escenarios de cambio climático es limitada. La mejor posibilidad la muestra el escenario RCP 4.5, que sugiere una expansión hacia el este (con excepción del noreste) y el centro-oeste; el modelo también propone una expansión hacia el norte, la cual debido a la presencia del río Aguarico no es posible (figura 6.26.B). La única opción de expansión para el escenario RCP 8.5 corresponde a una pequeña sección en el centro-oeste, en las estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes y que estaría limitada por la altitud (figura 6.26.C).

Hábitat idóneo remanente. La sobreposición entre el análisis de cambio climático y la proyección de la deforestación para 2050 indica que el hábitat idóneo disponible para *L. l. poeppigii* en Ecuador, de acuerdo con el escenario optimista, alcanzaría un 51 % de la DPE y un 61 % del hábitat idóneo que la especie dispone en la actualidad (figura 6.26.D). También se estimó que el 53 % del hábitat idóneo perdido para 2050 es atribuible al efecto del cambio climático y que para entonces la pérdida total de hábitat idóneo llegaría a un 47 % de la DPE (apéndice 11).

De acuerdo con el escenario pesimista, se espera que para 2050 la cantidad de hábitat idóneo para el taxón alcance un 16 % de la DPE y un 19 % de la distribución en el presente (figura 6.26.E); en este caso, debido al efecto del cambio climático se estima una pérdida de hábitat severa, que alcanzaría un 73 %; para entonces, la pérdida total de hábitat para este taxón podría llegar al 82 % de la DPE (apéndice 11). Para ambos escenarios, la mayor parte de hábitat perdido debido al cambio climático en 2050, tanto al norte como al este de su distribución, corresponde a bosques primarios en la actualidad.

Presencia en áreas protegidas. De acuerdo con el escenario optimista, un 22 % del hábitat idóneo disponible para este primate en 2050 se incluiría dentro de alguna figura de conservación (figura 6.26.F); esta superficie representa una pérdida del 58 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que el 11 % de su DPE estaría considerada dentro de alguna figura de conservación. Por el contrario, el escenario pesimista indica que el 17 % del hábitat idóneo en 2050 estaría protegido, lo que corresponde a una pérdida del 90 % del hábitat idóneo protegido en la actualidad e indica que apenas un 3 % de su DPE estaría protegida (tabla 6.5).

Para el escenario optimista, la mayor proporción de bosque protegido en 2050 corresponde al PN Yasuní; otras reservas del SNAP incluidas son secciones de los parques nacionales Sumaco-Napo Galeras, Llanganates y Sangay (figura 6.26.F); entre los bosques protectores, la mayor superficie se encuentra dentro del BP Cordillera de Kutukú y Shaimi. Dentro del escenario pesimista, la especie casi desaparecería del PN Yasuní y perdería importantes secciones de hábitat idóneo del PN Sangay

y el BP Cordillera de Kutukú y Shaimi; en este caso, su presencia se limitaría a secciones de los parques nacionales Sumaco-Napo Galeras y Llanganates.

Áreas de extrapolación estricta. El escenario MOP RCP 4.5 muestra que para 2050 un 18 % del área de distribución de *L. l. poeppigii* presentaría clima análogo al actual, condición que sería evidente en dos segmentos en el tercio occidental de su distribución, al norte y sur; de estas secciones, solo existiría continuidad hacia el sureste, dentro de la Amazonía peruana (figura 6.26.G); las áreas de extrapolación estricta alcanzarían el 82 % de su DPE (41 % fue predicho por tres GCM) (apéndice 12). Por el contrario, el escenario MOP RCP 8.5 indica que para 2050 este primate no dispondría de clima análogo al presente (figura 6.26.H) (menos del 1 % de las áreas de extrapolación estricta fueron predichas por tres GCM) (apéndice 12).

Capacidad de resiliencia. El cambio climático se esperaría que tenga una moderada importancia para *L. l. poeppigii*; pues en el análisis de factores intrínsecos obtuvo una calificación media (63 %), lo cual implica que su capacidad de resiliencia sería moderada; los factores menos favorables que tendría este primate para enfrentar esta amenaza serían su extenso ámbito hogareño y el hábitat específico y bien conservado que prefiere; otros factores que también podrían influir son su dieta frugívora y el tamaño grande de los grupos.

6.5. Discusión

El cambio climático se muestra como una amenaza compleja para los primates del Ecuador, con predicciones distintas para los diferentes taxones y escenarios; entre el 23 y 36 % de los taxones experimentarían para 2050 una pérdida superior al 30 % de idoneidad ambiental, y en varios este impacto sería severo (superior al 70 %); aunque en otros taxones (entre el 55 a 41 %) la incidencia sería de nula a reducida (< 10 %). Cuando a estos resultados se junta la proyección de la deforestación, solo un taxón tendría una pérdida reducida (< 10 %), contra 10 o 15 taxones, según el escenario, que experimentarían una pérdida mayor (> 30 %). Al comparar estos resultados con la evaluación del estado de conservación de los primates (capítulo V), el panorama se vuelve más complejo, pues el riesgo de extinción se incrementaría para mediados de siglo, con el 100 % de taxones incluidos dentro de alguna categoría de amenaza. La pérdida de idoneidad ambiental también afectaría al interior de áreas protegidas, con una disminución promedio del 18 al 34 % para los escenarios optimista y pesimista, respectivamente. Sin embargo, los análisis de cambio climático son predictivos y los resultados deben ser tomados con precaución; por lo cual, la única manera de comprobar sus efectos es realizar un monitoreo a largo plazo.

6.5.1. Interpretación de las predicciones

Los modelamientos predictivos aquí presentados deben interpretarse con precaución, más todavía en proyecciones futuras, pues se basan en datos de presencia en un tiempo y contexto determinado (Iturralde-Pólit et al., 2017). Para interpretar los modelos también es necesario realizar

ajustes que tomen en consideración otros aspectos que pueden incidir en la distribución de los taxones en estudio, como las amenazas externas y los factores bióticos propios de cada taxón (véase resultados en capítulos IV y V); a pesar de ello, ante la ausencia de mejores fuentes de información, estos modelos constituyen un método sistemático que permite proyectar escenarios futuros y, de ser caso, proponer acciones de mitigación (Iturralde-Pólit et al., 2017).

6.5.2. Escenarios de cambio climático

En los estudios de cambio climático es frecuente que se utilicen varios escenarios predictivos, entre ellos los dos aquí seleccionados, uno optimista (RCP 4.5) y otro pesimista (RCP 8.5) (Cobos, Osorio-Olvera, et al., 2019; Gonzalez et al., 2021; Linero et al., 2020; Sales et al., 2020). Existen propuestas que sugieren que escenarios optimistas son cada vez más difíciles de conseguir y ya no serían realistas (Kriticos et al., 2012; Pachauri et al., 2014), pues las emisiones de gases contaminantes tendrían que disminuir sustancialmente en el corto plazo, lo cual implica una importante coordinación y acciones efectivas entre muchos de los principales países contaminantes (Van Vuuren et al., 2011). Sin embargo, en el presente análisis se ha usado el escenario RCP 4.5 más que nada como un punto de comparación con la opción opuesta (RCP 8.5), que de momento tendría una mayor probabilidad de ocurrir.

6.5.3. Hábitat idóneo remanente

Los resultados de cambio climático y deforestación proyectada para 2050 indican que entre el 45 y 68 % de los taxones, según el escenario, experimentarían una pérdida de hábitat superior al 30 %, mientras que solo un taxón (5 %) tendría una pérdida inferior al 10 %; si bien el panorama es poco alentador para los primates, la mayor parte de esta pérdida es atribuible a la deforestación, pues el cambio climático sería responsable de entre un 19 al 49 % de pérdida para los escenarios optimista y pesimista, respectivamente. Esto indica que si bien esta amenaza emergente es preocupante, mucho más es la pérdida de hábitat derivada de la deforestación.

Estudios a diferente escala pronostican que el cambio climático tendrá efectos graves sobre los primates neotropicales. Entre ellos, el único trabajo publicado para Ecuador aporta modelamientos predictivos para 2050 basado en el ensamble de ocho modelos y técnicas diferentes (Iturralde-Pólit et al., 2017); en este estudio, aunque indican que los primates serán los más afectados entre los mamíferos, no mencionan porcentajes específicos, excepto para *A. f. fusciceps*, taxón que perdería debido a esta amenaza un 62 % de su distribución actual, un resultado diferente a los modelos aquí generados, los cuales predicen que este primate conservaría cerca del 100 % de su hábitat idóneo (figura 6.24.B y C). Esta variación puede tener relación con las distintas metodologías empleadas, los diferentes escenarios de cambio climático propuestos y los GCM utilizados. El estudio citado tampoco incorporó en su análisis datos de pérdida de hábitat debido a la deforestación, un aspecto necesario para tener una mejor perspectiva de los efectos del cambio climático (Bomhard et al., 2005); en el estudio aquí realizado, con la sobreposición de las capas de deforestación y cambio climático, se estima que para 2050 este primate habrá perdido más del 72 % de su hábitat idóneo (figura 6.24.D y E).

Otro estudio efectuado para los primates de la cuenca amazónica predice resultados similares a los aquí expuestos, en donde es posible ver la variedad de los efectos del cambio climático. Este trabajo, también efectuado para dos escenarios (RCP 4.5 y 8.5), indica que para 2050 más del 70 % de los primates incrementarán su área de distribución y alrededor del 20 % la triplicarán, mientras que entre un 26 y 24 % tendrán una reducción considerable, para los escenarios RCP 4.5 y 8.5, respectivamente; no así cuando se junta al cambio climático los resultados de una proyección de la deforestación, en cuyo caso el 53 y 32 % incrementarán su área, para los escenarios indicados, en igual orden; además, un 19 y 6 % triplicarán esta área y entre un 47 y 68 % mostrarán pérdida (Sales et al., 2020). Esta información sugiere, al igual que los resultados del presente estudio, que la deforestación todavía debe ser considerada como la principal amenaza que enfrentan los primates.

Un tercer estudio evaluó la pérdida de hábitat que para 2050 tendría *L. lagothricha* en la Amazonía de Colombia (Linero et al., 2020); este trabajo empleó una metodología similar a la actual (comparó los mismos escenarios RCP y usó tres GCM), pero para generar sus modelos utilizó registros de todas las subespecies de este taxón (cinco en total), a pesar de que en Colombia solo se encuentran dos de ellas (*L. l. lagothricha*, también presente en Ecuador; y *L. l. lugens*). Entre sus resultados indican que debido al cambio climático y la deforestación esta especie perdería un 13 % de su distribución potencial; un resultado similar, aunque menos dramático que el determinado para *L. l. lagothricha* en Ecuador (25 y 36 % de pérdida, según los escenarios optimista y pesimista, respectivamente). Otro aspecto en común en ambos estudios, es que en todos los escenarios la mayor pérdida de hábitat está relacionada con la deforestación y no con el cambio climático.

Un estudio en la costa suroriental de Brasil, efectuado con cuatro especies de primates del género *Leontopithecus* (familia Callitrichidae), sugiere que para 2050 y 2080 la pérdida de idoneidad ambiental será diferente en cada taxón, con poca afectación en un caso, moderada en otro y severa en dos (Meyer et al., 2014); algo similar a lo registrado en el presente estudio con las especies del género *Leontocebus* (también dentro de la misma familia): *L. lagonotus* tendrá un impacto reducido (menor al 1 % en ambos escenarios), *L. n. graellsii* un impacto moderado (33–50 % en los escenarios optimista y pesimista, respectivamente) y *L. tripartitus* tendrá un impacto severo (pérdida del 100 % en ambos escenarios). Estos resultados indican que la pérdida de hábitat y los efectos del cambio climático pueden presentarse diferentes, incluso para taxones cercanos.

En el caso específico de *L. tripartitus*, es posible que la pérdida de idoneidad ambiental que para 2050 predicen ambos escenarios de cambio climático sean indicadores de la poca variabilidad en las condiciones climáticas y bióticas de los registros disponibles, lo cual puede estar correlacionado con la limitada distribución de este primate, una de las más reducidas en la región (Rylands & Mittermeier, 2013b). Al considerar los factores intrínsecos de esta especie, el análisis sugiere que tiene una moderada capacidad de resiliencia, con factores como la dieta y la calidad de hábitat que prefiere con una calificación intermedia (figura 6.4), lo cual anticipa que, ante condiciones adversas derivadas del cambio climático, este taxón podría tener cierta capacidad de adaptación a las nuevas condiciones ambientales y su estado poblacional para 2050 no sería tan crítico como sugieren los modelos.

Durante la generación de los modelos de cambio climático, *L. tripartitus* y otros taxones (*L. n. graellsi*, *A. vociferans* y *P. discolor*) presentaron una importante pérdida de idoneidad ambiental, sea en uno o en ambos escenarios (figura 6.27); este resultado motivó a que fueron reevaluados con el reemplazo de una o dos variables que también demostraron ser importantes en el análisis de correlación lineal (capítulo IV) (tabla 6.9). Luego de este ajuste, todos los taxones, excepto *L. tripartitus*, mostraron mejores modelos y son los que se presentan en la sección de resultados. Por el contrario, los dos

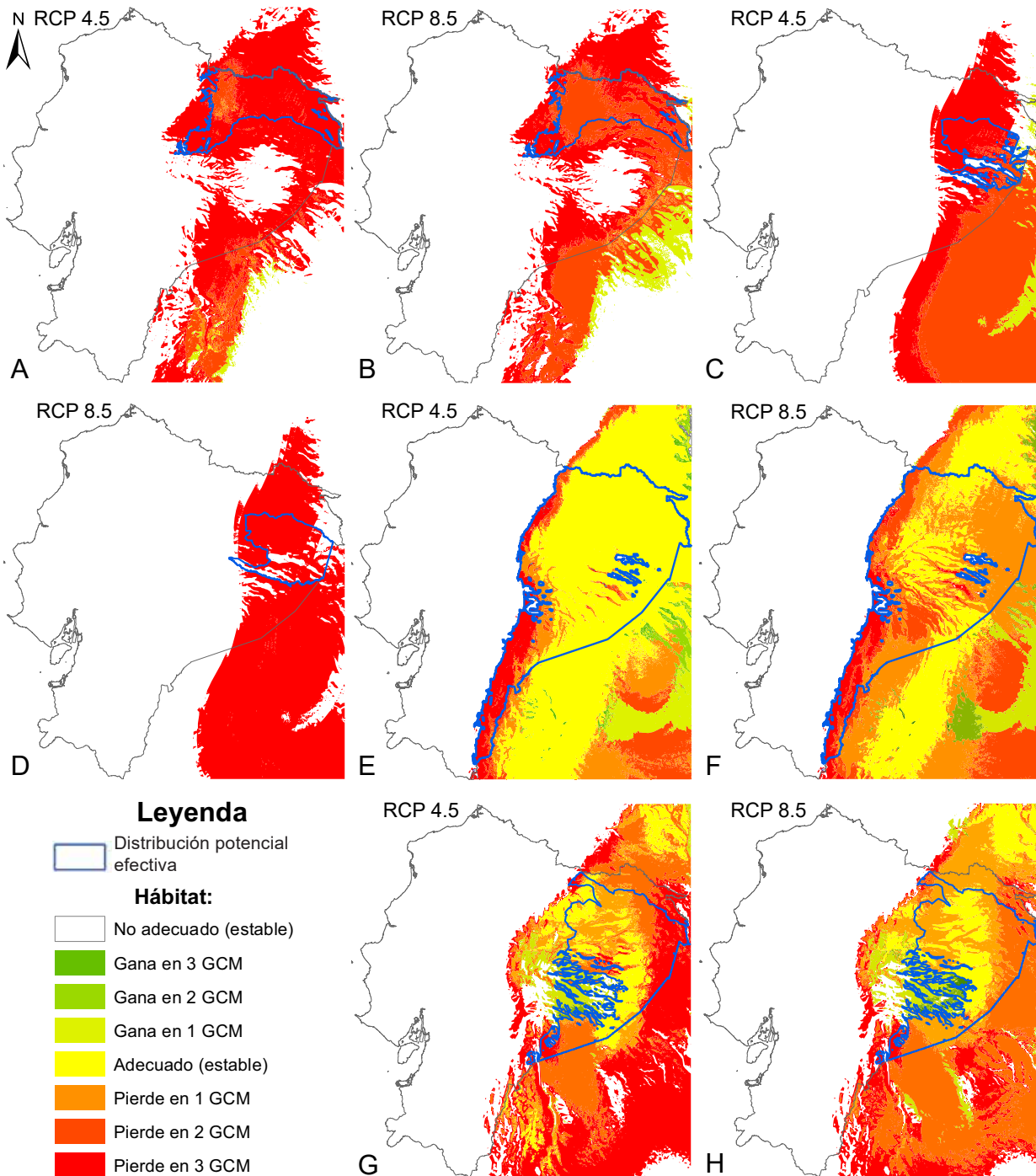


Figura 6.27. Modelos iniciales de cambio climático generados para cuatro taxones de primates en dos escenarios distintos: RCP 4.5 (modelo optimista) y RCP 8.5 (modelo pesimista): **A y B.** *Leontocebus nigricollis graellsi*. **C y D.** *Leontocebus tripartitus*. **E y F.** *Aotus vociferans*. **G y H.** *Plecturocebus discolor*.

Tabla 6.9. Variables bioclimáticas reemplazadas en el ajuste de modelos de cambio climático para taxones que presentaron alta pérdida de hábitat en los modelos iniciales.

Taxón	Variable bioclimática (BIO)														
	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>L. n. graellsii</i>	-	OK	OK	SÍ	SÍ	NO	-	-	-	-	NO	-	OK	-	-
<i>L. tripartitus</i>	-	OK	OK	SÍ	OK	-	-	-	-	-	-	NO	OK	-	-
<i>A. vociferans</i>	-	OK	-	OK	SÍ	OK	-	-	-	-	-	NO	OK	-	-
<i>P. discolor</i>	NO	-	OK	SÍ	-	SÍ	-	-	-	NO	-	OK	OK	-	-

Correspondencia de símbolos: OK = variable usada en el MNE inicial (capítulo IV) y en el análisis de cambio climático. NO = variable reemplazada, usada solo en el primer modelo de cambio climático (figura 6.27). SÍ = variable incluida en el análisis final.

modelos de *L. tripartitus* fueron similares, con una pérdida en ambos casos y escenarios del 100 % del hábitat idóneo disponible (figuras 6.8 y 6.27).

Al revisar los modelos de los taxones cercanos a *L. tripartitus* se observan escenarios diferentes. El modelo final de *L. n. graellsii* (figura 6.7.B y C) mostró importantes cambios respecto al inicial (figura 6.27.A y B), lo cual indica que el reemplazo de las variables presentó un mejor escenario para esta subespecie. Por el contrario, el modelo generado para *L. lagonotus* presentó una estabilidad de casi el 100 % en el hábitat idóneo disponible. Estos dos ejemplos muestran que los análisis de cambio climático deben ser considerados como herramientas predictivas que necesitan ser ajustadas y verificadas a lo largo del tiempo en función de nueva información disponible.

En términos generales, no se distinguen sitios críticos de pérdida de hábitat que sean comunes para todos los taxones y escenarios, aunque en varios, los sitios de pérdida tienden a expresarse hacia las zonas de mayor altitud, de preferencia hacia las estribaciones de la cordillera de los Andes; esto ocurre en *C. c. capucinus*, *S. c. macrodon* y *C. lucifer*. Por el contrario, varios taxones, de preferencia en el escenario pesimista, muestran que los sitios de pérdida de idoneidad de hábitat se expresan en zonas de menor altitud, como en *L. n. graellsii*, *C. albifrons*, *A. lemurinus*, *P. napensis* y *L. l. lagothericha*. En otros taxones, estos sitios se expresan en ambas áreas (*C. pygmaea*, *A. vociferans* y *L. l. poeppigii*).

6.5.4. Presencia en áreas protegidas

Existe un cambio importante entre la superficie de hábitat idóneo protegido que disponen los primates en el presente y la proyección para 2050 (basada en resultados de cambio climático y deforestación). En la actualidad, un 91 % de los taxones cumplen con la meta del 17 % de hábitat protegido sugerido por las metas Aichi (CDB, 2011), porcentaje que decrecería al 68 % en el escenario optimista y al 55 % en el pesimista. Sin embargo, la meta del 17 % de hábitat protegido quizá no sea suficiente para conservar la mayoría de taxones, pues el manejo de las áreas protegidas en el Ecuador no es del todo eficiente (como regla general existen limitaciones en el personal asignado y en los recursos económicos necesarios para llevar adelante esta actividad) (MAE, 2013d) y en varias habitan pueblos

indígenas en su interior que tienen libertad para extraer recursos y para la cacería de subsistencia, que incluye a varios taxones de primates (Prieto-Albuja, 2011; Schel, 1997; Tirira & Rios, 2019; véase capítulo V); estas consideraciones hacen que sería más adecuado pensar en un porcentaje de protección superior (no menor al 30 %); en cuyo caso, si bien en el presente el 86 % de los taxones habrían alcanzado esta meta, solo el 32 y 27 % lo harían en los escenarios optimista y pesimista, respectivamente. En consecuencia, los resultados sugieren que la superficie protegida actual es insuficiente para mantener a todos los primates.

El análisis también indica que algunos taxones enfrentarían pérdidas superiores al 50 % de su hábitat protegido (como *L. tripartitus* y *L. l. poeppigii*, en ambos escenarios; y *C. pygmaea*, *A. vociferans* y *P. napensis*, en el escenario pesimista); pero en otros la pérdida será inferior al 10 % (11 taxones en el escenario optimista y siete en el pesimista; tabla 6.5). Esta información hace necesario a que el planteamiento de la pérdida de hábitat y las probables soluciones sean analizadas por separado para cada caso taxón.

Existen pocos estudios con los cuales se puede comparar los resultados aquí obtenidos. En una investigación llevada a cabo en Colombia para *L. lagothericha* (incluye a *L. l. lagothericha* y otra subespecie no presente en Ecuador), con una metodología similar a la usada en el presente trabajo, se sugiere que de un 26 % de hábitat protegido en 2016, la especie dispondría para 2050 un 18 % (una reducción del 69 %), pérdida que es atribuida a la deforestación y al cambio climático (Linero et al., 2020); en el presente estudio, el promedio de pérdida para la subespecie *L. l. lagothericha* sería del 29 % (23 y 34 %, para los escenarios pesimista y optimista, respectivamente); mientras que para *L. l. poeppigii* la pérdida promedio sería del 78 % (65 y 91 %, en igual orden). La pérdida de hábitat protegido que se menciona para esta especie en ambos estudios confirman la necesidad de implementar mecanismos que mitiguen estas amenazas.

Para una mejor comprensión de la problemática de la pérdida de hábitat idóneo al interior de áreas protegidas se requiere un análisis más profundo, en el que se evalúen otros aspectos, como el tamaño de las áreas de conservación, la continuidad del hábitat, las posibilidades de conectividad entre hábitats protegidos y no protegidos y las amenazas que podrían enfrentar. Entre las posibles soluciones se considera el incremento en la superficie de varias áreas protegidas o proponer otras nuevas que incluyan zonas no afectadas por las proyecciones realizadas.

6.5.5. Áreas de extrapolación estricta

El análisis MOP predice que el clima tendrá cambios importantes para algunos taxones, pero no para otros; incluso, en varios se espera que este cambio alcance al 100 % del área de distribución de un taxón, aunque en varios el clima permanecería constante en igual proporción (figura 6.3). Estas diferencias, incluso entre taxones cercanos taxonómicamente (como *Aotus*, *Ateles*, *Lagothrix*), sugiere que los resultados de este análisis deben ser interpretados con cautela y demuestran la necesidad de emprender un monitoreo constante de las variaciones climáticas en

todo el país, lo cual permita confirmar, a lo largo del tiempo, si los modelos se ajustan a escenarios reales o fueron sobrepredicciones.

Se espera que los mayores impactos del cambio climático sobre la biodiversidad ocurran en zonas con importantes variaciones en la precipitación más que en la temperatura (Condit, 1998). Por este motivo, el monitoreo de las alteraciones climáticas debe estar correlacionado con los patrones ecológicos y los factores bióticos propios de cada taxón y de su área de distribución específica. Si estos cambios están relacionados con incrementos en la temperatura o la precipitación, se podría inferir que taxones de amplia distribución tendrían una mejor resistencia a esta variación que aquellos de distribución restringida. Por el contrario, si los cambios en el clima tienen relación con descensos en la precipitación, es posible que esta variación resulte en una menor productividad del ecosistema, en la escases de alimento y, en general, el impacto sea mayor para toda la biota; por lo tanto, se considera prioritario conocer la relación existente entre precipitación-riqueza para predecir los efectos potenciales del cambio climático en zonas específicas (Iturralde-Pólit et al., 2017).

6.5.6. Capacidad de dispersión

A diferencia de otros organismos, la capacidad de dispersión de los primates es limitada (Sales et al., 2020), con rangos de desplazamiento diario que van de 65 a 2663 m para los taxones ecuatorianos (en promedio 1374 m) (Jones et al., 2009; Mittermeier et al., 2013; apéndice 9); lo cual ha incidido en que las barreras naturales que limitan su distribución sean numerosas (Fordham et al., 2020; Tirira, Sánchez-Sánchez, et al., 2021; capítulo IV) y los obstáculos como carreteras, áreas deforestadas o ríos medianos puedan convertirse en barreras difíciles de superar (Marsh et al., 2016; D. Tirira, obs. pers.). En consecuencia, esta reducida capacidad hace que los primates sean más vulnerables al cambio climático (Iturralde-Pólit et al., 2017; Linero et al., 2020; Sales et al., 2020; Schloss et al., 2012).

Según modelamientos, se estima que la velocidad de dispersión promedio para ciertos mamíferos amazónicos, entre ellos los primates, pueda alcanzar 1 km/año, mientras que la velocidad de expansión del cambio climático se estima que en promedio podría llegar a 8 km/año (Schloss et al., 2012). Esta condición conlleva a que la respuesta que podrían dar los primates a los efectos del cambio climático sea lenta y poco efectiva; por lo tanto, es poco realista esperar que ocupen áreas externas a sus zonas de presencia, como muestran los modelos de cambio climático generados para algunos taxones; por consiguiente, el análisis de disponibilidad de hábitat para primates debe centrarse en el área de ocupación actual que tiene cada taxón.

A esta limitada capacidad debe añadirse que los primates neotropicales son organismos gregarios con estructuras jerárquicas complejas, en algunos casos territoriales o no tolerantes a otros grupos o taxones cercanos (Jones et al., 2009; Mittermeier et al., 2013; apéndice 9); además, se conoce que las especies tropicales en general tienen tolerancias fisiológicas restringidas frente al cambio climático (Deutsch et al., 2008); todos estos aspectos hacen que, aunque la capacidad de dispersión de los

primates fuera la adecuada, factores relacionados con su biología y ecología limitarían el éxito de este grupo ante nuevos escenarios climáticos.

6.5.7. Conservación

Los modelos de cambio climático presentados no son definitivos y deben ser reevaluados a lo largo del tiempo, con nueva información y registros adicionales. Para esto se requiere emprender un programa de monitoreo permanente (al menos cada dos años) de todos los taxones de primates que permitan verificar el estado de sus poblaciones y los cambios que pudieran darse en las próximas tres décadas. Este monitoreo debería desarrollarse en localidades estables y en donde no exista presión de otras amenazas.

También es necesario el desarrollo de proyectos de investigación que tengan como objetivo comprender cómo los efectos del cambio climático interactuarán con la degradación del hábitat (Iturralde-Pólit et al., 2017). Para esto se requiere el levantamiento de una base de datos con información ecológica y poblacional disponible sobre los taxones en estudio, de manera que con nuevas contribuciones sea posible detectar cambios entre los primates y en los ecosistemas que ocupan.

El cambio climático conllevará a que ciertos organismos presentes en áreas protegidas busquen condiciones más favorables en otros ecosistemas, los que posiblemente no se incluyan dentro de ninguna figura de conservación, o quizá las condiciones de las nuevas áreas de distribución no sean mejores que aquellas en donde habitaron originalmente, lo que provocaría que las actuales redes de áreas protegidas se vuelvan ineficientes (Burns et al., 2003; Hannah et al., 2007). Este escenario es poco probable para los primates debido a su limitada capacidad de dispersión y a otros aspectos propios de su biología que ya fueron comentados. Por lo tanto, los esfuerzos de conservación de estos mamíferos deben tener otras consideraciones.

Entre las alternativas para enfrentar los efectos del cambio climático, se ha sugerido para los primates neotropicales la migración asistida, las reintroducciones futuras, el incremento de la conectividad y la conservación *ex situ* (Schloss et al., 2012). De entre estas opciones, quizá la menos compleja, y la única que en cierta forma es manejada en la actualidad para algunos taxones, es la conservación *ex situ*, con algunos emprendimientos desarrollados para primates del género *Ateles* (Fuentes, Alfonso-Cortes, Marín, et al., 2018); sin embargo, esta opción tiene la desventaja de considerar una conservación fuera de sus áreas naturales de distribución. Las restantes opciones propuestas son complejas, requieren de fuertes inversiones económicas y su implementación debe ser analizada en detalle por grupos interdisciplinarios de investigadores. Estos aspectos, unido al crítico estado de conservación que para 2050 enfrentarán estos mamíferos, hace que la búsqueda de medidas de mitigación sea un aspecto prioritario a considerar.

Ante estas perspectivas, el mejor mecanismo para enfrentar el cambio climático todavía se considera que es la conservación *in situ*; si bien el análisis de capacidad de resiliencia indica que cinco taxones

(23 % de los primates del país) tendrían una limitada capacidad de respuesta ante esta amenaza, el estudio sugiere que otros 17 taxones (77 %) tendrían de baja a moderada afectación, lo cual implica que podrían adaptarse a las nuevas condiciones que ofrecerían sus áreas de distribución natural.

Para garantizar la conservación *in situ*, y en concordancia con el análisis de amenazas y el riesgo de extinción determinado para los primates del Ecuador (capítulo V), es necesario establecer una red de áreas prioritarias para la conservación de estos mamíferos en donde se considere su intangibilidad y un monitoreo permanente de las poblaciones.

6.6. Conclusiones

- El efecto del cambio climático sobre los primates del Ecuador no será igual para todos los taxones y en cada escenario. El 55 % de los taxones del país se verían afectados en el escenario optimista y el 73 % en el escenario pesimista; mientras que el 9 % tendría un impacto de reducido a nulo en ambos escenarios. Por lo tanto, se rechaza la séptima hipótesis:

“El cambio climático no significará un impacto negativo para los primates del Ecuador.”

- Las especies más afectadas por el cambio climático se espera que sean *Leontocebus tripartitus* (en ambos escenarios) y *Cebuella pygmaea* y *Lagothrix lagothricha poeppigii* (en el escenario pesimista), con pérdidas del 78 al 100 % de idoneidad ambiental.
- El 82 y el 68 % de los taxones, para los escenarios optimista y pesimista, respectivamente, mantendrían las mismas categorías de conservación asignadas de acuerdo con el análisis de amenazas y riesgo de extinción definido para 2050.
- La pérdida de hábitat protegido, en relación con la cobertura actual (2021), predice que para 2050 tres taxones tendrían una pérdida de hábitat superior al 30 % en el escenario optimista y nueve en el escenario pesimista.
- Las áreas protegidas del país no serán suficientes para albergar de forma adecuada a todos los taxones de primates. Debido a los efectos del cambio climático y la deforestación, la meta mínima del 17 % de hábitat idóneo protegido sería alcanzada solo por el 68 % de los taxones, según el escenario optimista, y el 55 % en el escenario pesimista. Por lo tanto, se rechaza la octava hipótesis:

“Las actuales áreas protegidas del Ecuador serán suficientes para garantizar la conservación de todos los taxones de primates que habitan en el país frente a la deforestación y el cambio climático.”

Lagothrix lagothricha lagothricha (foto de Diego Tirira)



Literatura citada

Literatura citada

- Aguirre Mendoza, N., Ojeda Luna, T., Eguiguren, P., & Aguirre Mendoza, Z. (2015). *Cambio climático y biodiversidad: Estudio de caso de los páramos del Parque Nacional Podocarpus, Ecuador*. Programa de biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, Universidad Nacional de Loja. https://nikolayaguirre.files.wordpress.com/2011/12/libro_biodiversidad_cambio_climatico_marzo_2016.pdf
- Aguirre Mendoza, N., Eguiguren, P., Maita, J., Ojeda, T., Sanamiego, N., Furniss, M., & Aguirre Mendoza, Z. (2017). Potential impacts to dry forest species distribution under two climate change scenarios in southern Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 3(1), 18–29. <https://doi.org/10.1080/23766808.2016.1258867>
- Albuja V., L. (1983). *Mamíferos ecuatorianos raros o en peligro de extinción* (pp. 37–88). Programa Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Albuja V., L. (1991). Lista de vertebrados del Ecuador: Mamíferos. *Politécnica (Biología)*, 16(3), 163–203.
- Albuja V., L. (1994). Nuevos registros de *Saguinus tripartitus* en la Amazonía ecuatoriana. *Neotropical Primates*, 2(2), 8–10.
- Albuja V., L., & Arcos, R. (2007). Evaluación de las poblaciones de *Cebus albifrons* cf. *aequatorialis* en los bosques suroccidentales ecuatorianos. *Politécnica (Biología)*, 27(4), 58–67.
- Albuja V., L., & Arguero, A. (2011). Mamíferos. En L. Albuja (Ed.), *Fauna de Guiyero, Parque Nacional Yasuní* (pp. 28–63). Escuela Politécnica Nacional y EcoFondo.
- Albuja V., L., Ibarra, M., Urgilés, J., & Barriga, R. (1980). *Estudio preliminar de los vertebrados ecuatorianos*. Escuela Politécnica Nacional.
- Albuja V., L., Almendáriz, A., Barriga, R., Montalvo, L. D., Cáceres, F., & Román-Carrión, J. L. (2012). *Fauna de vertebrados del Ecuador*. Instituto de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional.
- Albuja V., L., Moreno-Cárdenas, P. A., & Solórzano, M. F. (2018). Aspectos taxonómicos y ecológicos del capuchino ecuatoriano *Cebus albifrons aequatorialis* (Primates: Cebidae) en el Ecuador. En B. Urbani, M. Kowalewski, R. G. T. da Cunha, S. De La Torre, & L. Cortés-Ortiz (Eds.), *La primatología en Latinoamérica 2 - A primatología na América Latina 2. Tomo II Costa Rica-Venezuela* (pp. 411–426). Ediciones IVIC. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).
- Alfonso-Cortes, F., Fuentes, N., de la Torre, S., Estévez-Noboa, M. I., & Tirira, D. G. (2018). Capuchino de cara blanca de Linneo *Cebus capucinus* (Linnaeus, 1758). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 65–71). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.

- Alkishe, A., Cobos, M. E., Peterson, A. T., & Samy, A. M. (2020). Recognizing sources of uncertainty in disease vector ecological niche models: An example with the tick *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(2), 91–102. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.03.002>
- Allen, J. A. (1914). New South American monkeys. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 33, 647–674.
- Allen, J. A. (1916). List of mammals collected for the American Museum in Ecuador by William B. Richardson, 1912–1913. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 35, 113–125.
- Álvarez-Solas, S., De la Torre, S., & Tirira, D. G. (2018a). Tamarín ensillado de dorso rojo *Leontocebus lagonotus* (Jiménez de la Espada, 1870). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 32–39). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador and Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Álvarez-Solas, S., De la Torre, S., & Tirira, D. G. (2018b). Mono lanudo de Humboldt *Lagothrix lagothricha lagothricha* (Humboldt, 1812). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 184–191). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Álvarez-Solas, S., Di Fiore, A., De la Torre, S., & Tirira, D. G. (2018). Mono lanudo de Pöppig *Lagothrix lagothricha poeppigii* (Schinz, 1844). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 192–201). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Álvarez-Solas, S., Link, A., Di Fiore, A., De la Torre, S., Pozo-Rivera, W. E., & Tirira, D. G. (2018). Mono araña de vientre amarillo *Ateles belzebuth* E. Geoffroy, 1806. En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 162–171). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Álvarez-Solas, S., Ramis, L., Zurita-Benavides, M., & Peñuela-Mora, M. C. (2018). Conocimientos locales y usos de los grandes mamíferos: una herramienta para entender amenazas, comportamiento y distribución de estas especies. *Revista de Investigación Talentos*, 5(2), 17–25.
- Álvarez-Solas, S., Silva, M. A., De la Torre, S., Jiménez P., P. J., & Tirira, D. G. (2018). Capuchino del Marañón *Cebus yuracus* Hershkovitz, 1949. En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 72–81). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Alverson, W. S., Vriesendorp, C., Del Campo, Á., Moskovits, D. K., Stotz, D. F., García Donayre, M., & Borbor, L. A. (Eds.) (2008). Ecuador, Perú: Cuyabeno-Güepí. En *Rapid Inventories Biological and Social* (Vol. 20). The Field Museum.

- Anderson, R. P. (2013). A framework for using niche models to estimate impacts of climate change on species distributions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1297, 8–28. <https://doi.org/10.1111/nyas.12264>
- Anderson, R. P., & Martínez-Meyer, E. (2004). Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: An implementation with the spiny pocket mice (Heteromys) of Ecuador. *Biological Conservation*, 116(2), 167–179. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00187-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00187-3)
- Anderson, R. P., Lew, D., & Peterson, A. T. (2003). Evaluating predictive models of species' distributions: Criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*, 162, 211–232. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00349-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00349-6)
- Aquino, R., & Encarnación, F. (1994). Primates of Peru / Los primates del Perú. *Primate Report*, 40, 1–127. <http://www.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/unmsm/unmsm-i2/unmsm-i2.htm>
- Aquino, R., & Encarnación, F. (1996). Distribución geográfica de *Saguinus tripartitus* en la Amazonía del Perú. *Neotropical Primates*, 4(1), 1–4.
- Aquino, R., Charpentier, E. J., García, G., Arévalo, I., & López, L. (2014). Reconocimiento de primates y amenazas para su supervivencia en bosques pre-montano y montano de la región Cajamarca, Perú. *Neotropical Primates*, 21(2), 171–176. <https://doi.org/10.1896/044.021.0202>
- Araújo, M. B., Cabeza, M., Thuiller, W., Hannah, L., & Williams, P. H. (2004). Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. *Global Change Biology*, 10(9), 1618–1626.
- Amell, N. W., Livermore, M. J. L., Kovats, S., Levy, P. E., Nicholls, R., Parry, M. L., & Gaffin, S. R. (2004). Climate and socio-economic scenarios for global-scale climate change impacts assessments: characterising the SRES storylines. *Global Environmental Change*, 14(1), 3–20.
- Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. *Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre de 2008*.
- Babb, P. L., Fernández-Duque, E., Baiduc, C. A., Gagneux, P., Evans, S., & Schurr, T. G. (2011). mtDNA diversity in Azara's owl monkeys (*Aotus azarai azarai*) of the Argentinean Chaco. *American Journal of Physical Anthropology*, 146(2), 209–224.
- Baker, R. H. (1974). Records of mammals from Ecuador. *Publications of the Museum, Michigan State University, Biological Series*, 2(129–146).
- Bakkenes, M., Alkemade, J. R. M., Ihle, F., Leemans, R., & Latour, J. B. (2002). Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biology*, 8(4), 390–407.
- Baldwin, R., Scherzinger, R., Lipscomb, D., Mockrin, M., & Stein, S. (2014). *Planning for land use and conservation: Assessing GIS-based conservation software for land use planning*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. <https://doi.org/10.2737/RMRS-RN-70>
- Bass, M. S., Finer, M., Jenkins, C. N., Kreft, H., Cisneros-Heredia, D. F., McCracken, S. F., Pitman, N. C. A., ... & Kunz, T. H. (2010). Global Conservation Significance of Ecuador's Yasuní National Park. *PLoS ONE*, 5(1), e8767. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008767>

- Bastidas, D., & Medina, P. (2011). Estimación de la densidad poblacional del Ecuador continental. *Analítika: Revista de Análisis Estadístico*, 1(1), 89–115.
- Bayancela, S. B. (2019). Patrones de cacería y consumo de proteína animal en cuatro comunidades Waorani, Reserva de Biósfera Yasuní. *Ciencia Digital*, 3(3.2.1), 43–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.1.781>
- Benítez-Malvido, J. (2008). Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology*, 12(2), 380–389. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1998.96295.x>
- Bennett, S. E. (2003). *Los micos de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Fundación Tropenbos.
- Bilton, D. T., & Jaarola, M. (1996). Isolation and purification of vertebrate DNAs. En J. P. Clapp (Ed.), *Species diagnostics protocols: PCR and other nucleic acid methods in molecular biology* (pp. 25–37). Humana Press. <https://doi.org/10.1385/0896033236>
- Boada, C. E. (2011). Mamíferos de los Tepuyes de la cuenca alta del río Nangaritzza, cordillera del Cóndor. En J. M. Guayasamín & E. Bonaccorso (Eds.), *Evaluación Ecológica Rápida de la biodiversidad de los Tepuyes de la cuenca alta del río Nangaritzza, cordillera del Cóndor, Ecuador* (pp. 76–86). Conservación Internacional Ecuador, RAP Boletín de Evaluación Ecológica Rápida 58.
- Boada, C. E., Freile, J. F., Jiménez P., P. J., Nogales, F., & Valencia, J. H. (2010). *Fauna de vertebrados del Ecuador*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Bomhard, B., Richardson, D. M., Donaldson, J. S., Hughes, G. O., Midgley, G. F., Raimondo, D. C., Rebelo, A. G., Rouget, M., & Thuiller, W. (2005). Potential impacts of future land use and climate change on the Red List status of the Proteaceae in the Cape Floristic Region, South Africa. *Global Change Biology*, 11, 1452–1468. <https://doi.org/http://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.00997.x>
- Booth, T. H., Nix, H. A., Busby, J. R., & Hutchinson, M. F. (2014). Bioclim: The first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MaxEnt studies. *Diversity and Distributions*, 20(1), 1–9. <https://doi.org/10.1111/ddi.12144>
- Boria, R. A., Olson, L. E., Goodman, S. M., & Anderson, R. P. (2014). Spatial filtering to reduce sampling bias can improve the performance of ecological niche models. *Ecological Modelling*, 275, 73–77. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.12.012>
- Boubli, J. P., da Silva, M. N. F., Rylands, A. B., Nash, S. D., Bertuol, F., Nunes, M., Mittermeier, R. A., Byrne, H., Silva, F. E., Röhe, F., Sampaio, I., Schneider, H., Farias, I. P., & Hrbek, T. (2018). How many pygmy marmoset (*Cebuella Gray*, 1870) species are there? A taxonomic re-appraisal based on new molecular evidence. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 120, 170–182. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.11.010>
- Boubli, J. P., Stevenson, P. R., Palacios, E., de la Torre, S., Ravetta, A. L., Messias, M. R., Carvalho, A. S. & Mittermeier, R. A. (2020). Black-capped Capuchin (*Sapajus apella*). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T172351505A192594550. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T172351505A192594550.en>

- Briones, E. E., Flachier, A., Gómez, J., Tirira, D. G., Medina, H., Jaramillo, I., & Chiriboga, C. (1997). *Inventario de humedales del Ecuador. Primera parte: humedales lénticos de las provincias de Esmeraldas y Manabí*. EcoCiencia, INEFAN y Convención Ramsar.
- Brito, J., & Ojala-Barbour, R. (2016). Mamíferos no voladores del Parque Nacional Sangay, Ecuador. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 56(5), 45–61. <https://doi.org/10.11606/0031-1049.2016.56.05>
- Brito, J., Garzón-Santomaro, C., Mena-Valenzuela, P., González-Romero, D., & Mena-Jaén, J. (2018). *Mamíferos de la provincia de El Oro: una guía de identificación de especies de mamíferos páramo al mar*. Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de El Oro e Instituto Nacional de Biodiversidad. Serie de Publicaciones Misceláneas 8.
- Brown, J. L., & Anderson, B. J. (2014). SDMtoolbox: a python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses. *Methods in Ecology and Evolution*, 5, 694–700. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/2041-210X.12200>
- Buermann, W., Saatchi, S. S., Smith, T. B., Zutta, B. R., Chaves, J. A., Mila, B., & Graham, C. H. (2008). Predicting species distributions across the Amazonian and Andean regions using remote sensing data. *Journal of Biogeography*, 35, 1160–1176. <https://doi.org/doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01858.x>
- Burneo, S. F., & Tirira, D. G. (2014). Murciélagos del Ecuador: un análisis de sus patrones de riqueza, distribución y aspectos de conservación. *Therya*, 5(1), 197–228. <https://doi.org/10.12933/therya-14-184>
- Burns, C. E., Johnston, K. M., & Schmitz, O. J. (2003). Global climate change and mammalian species diversity in US national parks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 11474–11477.
- Cabrera, Á. (1900). Estudios sobre una colección de monos americanos. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Madrid*, 29, 5–93.
- Cabrera, Á. (1912a). El concepto de tipo en zoología y los tipos de mamíferos del Museo de Ciencias Naturales. *Trabajos del Museo de Ciencias Naturales de Madrid*, 1, 3–32.
- Cabrera, Á. (1912b). Catálogo metódico de las colecciones de mamíferos del Museo de Ciencias Naturales de Madrid. *Trabajos del Museo de Ciencias Naturales de Madrid*, 11(7), 1–147.
- Cadilhac, L., Torres, R., Calles, J., Vanacker, V., & Calderón, E. (2017). Desafíos para la investigación sobre el cambio climático en Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 3(1), 168–181. <https://doi.org/10.1080/23766808.2017.1328247>
- Campos, F. A., & Jack, K. M. (2013). A potential distribution model and conservation plan for the critically endangered Ecuadorian Capuchin, *Cebus albifrons aequatorialis*. *International Journal of Primatology*, 34(5), 899–916. <https://doi.org/10.1007/s10764-013-9704-x>
- Cango, N. L., & Quezada, J. L. (2011). *Etnozoología de los cantones Yacuambi, Nangaritza, El Pangui y Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe*. Tesis de ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Universidad Nacional de Loja.
- Cardillo, M. (2003). Biological determinants of extinction risk: Why are smaller species less vulnerable? *Animal Conservation*, 6, 63–69.

- Carrillo-Bilbao, G. A., & Martin-Solano, S. (2010). Estudio preliminar sobre la comunidad de primates en el Bosque Protector del Oglán Alto, Arajuno, Pastaza. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 31(1–2), 79–93.
- Carrillo-Bilbao, G. A., Martin-Solano, S., Zapata Ríos, G., De la Torre, S., & Tirira, D. G. (2018). Saki del Napo *Pithecia napensis* (Lönnberg, 1938). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 136–143). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Carrillo-Bilbao, G. A., Martin-Solano, S., De la Torre, S., & Tirira, D. G. (2018a). Mono nocturno de Spix *Aotus vociferans* (Spix, 1823). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 102–109). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Carrillo-Bilbao, G. A., Martin-Solano, S., De la Torre, S., & Tirira, D. G. (2018b). Tití rojizo *Plecturocebus discolor* (I. Geoffroy y Deville, 1848). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 116–123). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Castro-Revelo, I., & Jácome Rivera, M. (1999). *Inventario de fauna (aves y mamíferos) del Parque Nacional Sangay*. Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Castro-Revelo, I., & Román, H. (2000). Evaluación ecológica rápida de la mastofauna en el Parque Nacional Llanganates. En M. Vázquez, M. Larrea, & L. Suárez (Eds.), *Biodiversidad en el Parque Nacional Llanganates: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas* (pp. 129–147). EcoCiencia, Ministerio del Ambiente del Ecuador, Herbario Nacional del Ecuador, Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales e Instituto Internacional de Reconstrucción Rural.
- Castro Córdor, P. D. (2008). *Diagnóstico socioambiental del uso de fauna silvestre en el Bosque Protector Alto Nangaritza, Región Sur del Ecuador*. Tesis de biología, Universidad Técnica Particular de Loja.
- CDB. (2011). *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011–2020 y las metas de Aichi*. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- Cerón, C. E. (1995). *Etnobiología de los cofanes de Dureno*. Publicaciones del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, Serie Monografía 3. Serie Pueblos del Ecuador 1.
- Cervera, L., & Griffith, D. M. (2016). New population and range extension of the critically endangered Ecuadorian brown-headed spider monkey (*Ateles fusciceps fusciceps*) in Western Ecuador. *Tropical Conservation Science*, 9(1), 167–177. <https://doi.org/10.1177/194008291600900109>
- Cervera, L., De la Torre, S., Zapata Ríos, G., Alfonso-Cortes, F., Álvarez-Solas, S., Crowe, O., Cueva, R., De la Torre, A. L., Duch-Latorre, I., Solórzano, M. F., Fuentes, N., Larriva, D., Maila, D., Mantilla, D., Mariscal, A., Mariscal, C., Molina, E., Morales, M., Morelos-Juárez, C., ... Veloz, O. A. (2018). Working together towards one goal: Results of the first primate census in Western Ecuador. *Primate Conservation*, 32(1), 1–8.

- Cervera, L., Solórzano, M. F., Alfonso-Cortes, F., De la Torre, S., Fuentes, N., & Tirira, D. G. (2018). Capuchino ecuatoriano *Cebus aequatorialis* J. A. Allen, 1914. En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 54–63). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Chave, J., & Leigh, E. G. (2002). A spatially explicit neutral model of beta-diversity in tropical forests. *Theoretical Population Biology*, 62, 152–168.
- Chen, S., Jiang, G., Zhang, J., Li, Y., & Qian, H. (2011). Species turnover of amphibians and reptiles in eastern China: disentangling the relative effects of geographic distance and environmental difference. *Ecological Research*, 26, 949–956.
- Chenu, J. C. (1851). *Encyclopédie d'Histoire Naturelle: Quadrumanes*. Imprimerie Schneider. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Chetan, N., Praveen, K. K., & Vasudeva, G. K. (2014). Delineating ecological boundaries of Hanuman Langur species complex in Peninsular India using MaxEnt modeling approach. *PLoS ONE*, 9(2), e87804. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087804>
- Cicala, M. (1771). *Descripción histórico-física de la provincia de Quito de la Compañía de Jesús*. Biblioteca Ecuatoriana “Aurelio Espinosa Pólit” (2004).
- Cieza de León, P. (1553). *Crónica del Perú. El señorío de los incas*. Biblioteca Ayacucho (2005).
- Cobos, M. E., Jiménez, L., Nuñez-Penichet, C., Romero-Álvarez, D., & Simões, M. (2018). Sample data and training modules for cleaning biodiversity information. *Biodiversity Informatics*, 13, 49–50. <https://doi.org/https://doi.org/10.17161/bi.v13i0.7600>
- Cobos, M. E., Osorio-Olvera, L. A., & Peterson, A. T. (2019). Assessment and representation of variability in ecological niche model predictions. *bioRxiv*, April, 603100. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1101/603100>
- Cobos, M. E., Peterson, A. T., Barve, N., & Osorio-Olvera, L. A. (2019). Kuenm: An R package for detailed development of ecological niche models using MaxEnt. *PeerJ*, 7(2), e6281. <https://doi.org/10.7717/peerj.6281>
- Cobos, M. E., Peterson, A. T., Osorio-Olvera, L. A., & Jiménez-García, D. (2019). An exhaustive analysis of heuristic methods for variable selection in ecological niche modeling and species distribution modeling. *Ecological Informatics*, 53, 100983. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.100983>
- Cobos, M. E., Osorio-Olvera, L. A., Soberón, J. M., Peterson, A. T., Barve, V., & Barve, N. (2020). *Ellipsenm: An R package for ecological niche's characterization using ellipsoids*. GitHub. <https://github.com/marloncobos/ellipsenm>
- Collura, R. V., Stewart, C. B. R., & Ruvolo, M. (s/f). *Isofunctional remodeling of anthropoid primate mitochondrial proteins*. GenBank (2003-3-6). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/32347348>
- Colwell, R. K. (2000). A barrier runs through it... or maybe just a river. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(25), 13470–13472. <https://doi.org/10.1073/pnas.250497697>
- Condit, R. (1998). Ecological implications of changes in drought patterns: shifts in forest composition in Panama. *Climatic Change*, 39, 413–427.

- Cornalia, E. (1850). Vertebratorum synopsis in Museo Mediolanensis extantium que per novam orbem Cajetanus Osculati collegit annis 1846–47–48 speciebus novis vel minus cognitis adjectis nec non discriptionibus atque iconibus illustratis. En G. Osculati (Ed.), *Esplorazione delle regioni equatoriali lungo il Napo ed il fiume delle Amazzoni: frammento di un viaggio fatto nelle due Americhe negli anni 1846-47-48* (pp. 301–318). Tip[ografía] Bernardoni.
- Cornalia, E. (1854). Vertebratorum synopsis in Museo Mediolanensis extantium que per novam orbem Cajetanus Osculati collegit annis 1846–47–48 speciebus novis vel minus cognitis adjectis nec non discriptionibus atque iconibus illustratis. En G. Osculati (Ed.), *Esplorazione delle regioni equatoriali lungo il Napo ed il fiume delle Amazzoni: frammento di un viaggio fatto nelle due Americhe negli anni 1846-47-48* (2a ed., pp. 302–320). Fratelli Centenari e Comp.
- Cornejo, F. M. (2020). *Callimico goeldii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020. Versión 2020.3; <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T3564A191700340.en>
- Cornejo, F. M., & Pacheco, V. (2018). *Callimico goeldii* Thomas, 1904. En E. D. Cossíos (Ed.), *Libro Rojo de la fauna silvestre amenazada del Perú* (pp. 360–361). Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- Cornejo, F. M., Martins, A. B., Palacios, E., & De la Torre, S. (2018). *Yellow-handed Titi Monkey* (*Cheracebus lucifer*). The IUCN Red List of Threatened Species 2018. <https://doi.org/e.T41564A17973226>
- Cornejo, F. M., Pacheco, V., & Mori, S. (2018). *Ateles chamek* (Humboldt, 1812). En E. D. Cossíos (Ed.), *Libro Rojo de la fauna silvestre amenazada del Perú* (pp. 351–352). Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- Cox, C. B., & Moore, P. D. (2005). *Biogeography: an ecological and evolutionary approach* (7a ed.). Blackwell Publishing Ltd.
- Crandall, L. S. (1951). Those “forest sprites” called marmosets animal kingdom. *Animal Kingdom*, 54, 178–184.
- Crespo-Pérez, V., Regniere, J., Chuine, I., Rebaudo, F., & Dangles, O. (2015). Changes in the distribution of multispecies pest assemblages affect levels of crop damage in warming tropical Andes. *Global Change Biology*, 21, 82–96.
- Cuervo-Robayo, A. P., Escobar, L. E., Osorio-Olivera, L. A., Nori, J., Varela, S., Martínez-Meyer, E., Velasquez-Tibata, J., Rodríguez-Soto, C., Munguía, M., Castañeda-Álvarez, N. P., Lira-Noriega, A., Soley-Guardia, M., Serra-Diaz, J. M., & Peterson, A. T. (2017). Introducción a los análisis espaciales con énfasis en modelos de nicho ecológico. *Biodiversity Informatics*, 12, 45–57.
- Cuesta, F., Peralvo, M., Baquero, F., Bustamante, M., Merino-Viteri, A., Muriel, P., Torres-Carvajal, O., & Freile, J. F. (2015). *Áreas importantes para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador continental*. Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- De Acosta, J. (1590). *Historia natural y moral de las Indias*. Imprenta de Juan de León.
- De la Montaña, E. (2013). Cacería de subsistencia de distintos grupos indígenas de la Amazonía ecuatoriana. *Ecosistemas*, 22(2), 84–96. <https://doi.org/10.7818/ecos.2013.22-2.13>
- De la Torre, S. (1996). Note on the distributions of the Ecuadorian Callitrichids. *Neotropical Primates*, 4(3), 88.

- De la Torre, S. (2000). *Primates de la Amazonía Ecuatoriana / Primates of Amazonian Ecuador*. Proyecto PETRAMAZ, SIMBIOE.
- De la Torre, S. (2017). Distribution and demography of white-faced tamarins *Leontocebus* spp. in Amazonian Ecuador - are they influenced by human activities? *Biodiversidade Brasileira*, 7(2), 133–144. <https://doi.org/https://doi.org/10.37002/biobrasil.v%25vi%25i.647>
- De la Torre, S., & Tirira, D. G. (2018a). Introducción. En D. G. Tirira, S. de la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Plan de Acción para la conservación de los primates del Ecuador* (pp. 11–14). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- De la Torre, S., & Tirira, D. G. (2018b). Tití pigmeo *Cebuella pygmaea* (Spix, 1823). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 24–31). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- De la Torre, S., & Tirira, D. G. (2018c). Tamarín ensillado de dorso dorado *Leontocebus tripartitus* (Milne-Edwards, 1878). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 48–53). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- De la Torre, S., Álvarez-Solas, S., & Tirira, D. G. (2018). Tamarín de dorso negro *Leontocebus nigricollis* (Spix, 1823). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 40–47). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- De la Torre, S., Arcos, R., Pozo-Rivera, W. E., & Tirira, D. G. (2011a). Chichico de manto rojo (*Saguinus fuscicollis*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., p. 245). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- De la Torre, S., Arcos, R., Pozo-Rivera, W. E., & Tirira, D. G. (2011b). Leoncillo (*Callithrix pygmaea*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., pp. 171–172). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- De la Torre, S., Arcos, R., Pozo-Rivera, W. E., Zapata Ríos, G., & Tirira, D. G. (2011a). Mono nocturno vociferante (*Aotus vociferans*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., p. 249). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- De la Torre, S., Arcos, R., Pozo-Rivera, W. E., Zapata Ríos, G., & Tirira, D. G. (2011b). Mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., p. 253). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.

- De la Torre, S., Morales-Jiménez, A. L., Link, A., & Cornejo, F. M. (2017). Humboldt's White-fronted Capuchin (*Cebus albifrons*). The IUCN Red List of Threatened Species 2015. <https://doi.org/10.1093/iucn/rls115>
- De la Torre, S., Pozo-Rivera, W. E., Zapata Ríos, G., Arcos, R., & Tirira, D. G. (2011a). Mono ardilla común (*Saimiri sciureus*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., p. 248). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- De la Torre, S., Pozo-Rivera, W. E., Arcos, R., & Tirira, D. G. (2011b). Cotoncillo de manos amarillas (*Callicebus lucifer*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., pp. 177–178). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- De la Torre, S., Tirira, D. G., Arcos, R., & Pozo-Rivera, W. E. (2011). Mono capuchino negro cabezón (*Cebus macrocephalus*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., p. 247). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- De Ulloa, A., & Juan, J. (1748). *Relación histórica del viaje a la América Meridional, por orden de su Majestad, el Rey* (1a ed.). Impreso por Antonio Marín por orden del Rey.
- De Velasco, J. (1789). *Historia del Reino de Quito en la América meridional. Historia natural* (3a ed.). Casa de la Cultura Ecuatoriana "Benjamín Carrión" (1998).
- Defler, T. R. (2004). *Primates of Colombia* (1a ed.). Conservation International. Tropical Field Guide Series.
- Defler, T. R. (2010). *Historia natural de los primates colombianos*. Universidad Nacional de Colombia.
- Defler, T. R. (2020). *Catálogo de primates colombianos: una guía a los especímenes de primates colombianos encontrados en siete colecciones de museos mundiales con unas observaciones adicionales de campo*. Universidad Nacional de Colombia.
- Defler, T. R., & Bueno, M. L. (2007). *Aotus* diversity and the species problem. *Primate Conservation*, 22(1), 55–70. <https://doi.org/10.1896/052.022.0104>
- Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Huey, R. B., Sheldon, K. S., Ghalambor, C. K., Haak, D. C., & Martin, P. R. (2008). Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(18), 6668–6672. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709472105>
- Di Fiore, A., Chaves, P. B., Cornejo, F. M., Schmitt, C. A., Shanee, S., Cortés-Ortiz, L., Fagundes, V., Roos, C., & Pacheco, V. (2015). The rise and fall of a genus: Complete mtDNA genomes shed light on the phylogenetic position of yellow-tailed woolly monkeys, *Lagothrix flavicauda*, and on the evolutionary history of the family Atelidae (Primates: Platyrrhini). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 82, 495–510. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.03.028>
- Diamond, J. (1989). Overview of recent extinctions. En D. Western & M. Pearl (Eds.), *Conservation for the 21st century* (pp. 37–41). Oxford University Press.
- Díaz, G. B., & Ojeda, R. A. (2000). *Libro Rojo de mamíferos amenazados de la Argentina*. Sociedad para el Estudio de los Mamíferos de Argentina.

- Dodson, H. C., & Gentry, A. H. (1991). Biological extinction in Western Ecuador. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 78(2), 273–295. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2399563>
- Dollman, G. (1909). Six new species of *Aotus*. *Annals and Magazine of Natural History*, 4(8), 199–204.
- EcoCiencia. (2021). *Territorios indígenas de Ecuador*. Datos consolidados por Fundación EcoCiencia.
- ECOLAP, & MAE. (2007). *Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador*. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM.
- Eisenberg, J. F. (1989). *Mammals of the Neotropics. Volume 1. The Northern Neotropics: Panama, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana*. The University of Chicago Press.
- Eisenberg, J. F., & Redford, K. H. (1999). *Mammals of the Neotropics. Volume 3. The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil* (1a ed.). The University of Chicago Press.
- Elliot, D. G. (1907). Descriptions of apparently new species and subspecies of mammals belonging to the families Lemuridae, Cebidae, Callitrichidae, and Cercopithecidae in the collection of the Natural History Museum. *Annals and Magazine of Natural History*, 7(20), 185–196.
- Elliot, D. G. (1909). Descriptions of apparently new species and subspecies of monkeys of the genera *Callicebus*, *Lagothrix*, *Papio*, *Pithecus*, *Cercopithecus*, *Erythrocebus*, and *Presbytis*. *Annals and Magazine of Natural History*, 4(8), 244–274.
- Elliot, D. G. (1912a). *A review of the primates. Volume I: Lemuroidea, Antropoidea*. Monograph 1, American Museum of Natural History.
- Elliot, D. G. (1912b). *A review of the primates. Volume II: Anthropeoidea*. Monograph Series, American Museum of Natural History.
- Emmons, L. H. (1984). Geographic variation in densities and diversities of non-flying mammals in Amazonia. *Biotropica*, 16(3), 210–222. <http://www.jstor.org/stable/2388054>
- Emmons, L. H., & Feer, F. (1999). *Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical: una guía de campo* (1a ed.). Editorial FAN (Fundación Amigos de la Naturaleza).
- Emmons, L. H., Whitney, B. M., & Ross, D. L. J. (1998). *Sounds of Neotropical rainforest mammals, an audio field guide*. Library of Natural Sounds, Cornell Laboratory of Ornithology.
- Escobar, L. E., Lira-Noriega, A., Medina-Vogel, G., & Peterson, A. T. (2014). Potential for spread of the white-nose fungus (*Pseudogymnoascus destructans*) in the Americas: Use of MaxEnt and Niche to assure strict model transference. *Geospatial Health*, 9(1), 221–229. <https://doi.org/https://doi.org/10.4081/gh.2014.19>
- Espinosa, S. (2012). *Road development, bushmeat extraction and jaguar conservation in Yasuní Biosphere Reserve, Ecuador*. Tesis de doctorado, University of Florida.
- Fernández-Duque, E., Corley, M. K., & Spence-Aizenberg, A. (2013). Family Aotidae (night monkeys). En R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, & D. E. Wilson (Eds.), *Handbook of the mammals of the world. Volume 3: Primates* (pp. 414–431). Lynx Edicions.
- Ferrari, S. F., Veiga, L. M., Pinto, L. P., Marsh, L. K., Mittermeier, R. A., & Rylands, A. B. (2013). Family Pitheciidae (titis, sakis and uacaris). En R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, & D. E. Wilson (Eds.), *Handbook of the mammals of the world. Volume 3: Primates* (pp. 432–483). Lynx Edicions.
- Ferreiro, L. D. (2011). *Measure of the Earth: The enlightenment Expedition that reshaped our world*. Basic Books.

- Festa, E. (1903). Viaggio del Dr. Enrico Festa nel Darien, nell'Ecuador e regioni vicine. Mammiferi. I. Primates. *Bolletino dei Musei di Zoologia ed Anatomia Comparata dalla R. Università di Torino*, 18(453), 1–9. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Finstermeier, K., Zinner, D., Brameier, M., Meyer, M., Kreuz, E., Hofreiter, M., & Roos, C. (2013). A mitogenomic phylogeny of living primates. *PLoS ONE*, 8(7), e69504. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069504>
- Fooden, J. (1963). A revision of the woolly monkeys (genus *Lagothrix*). *Journal of Mammalogy*, 44(22), 213–247.
- Fordham, G., Shanee, S., & Peck, M. R. (2020). Effect of river size on Amazonian primate community structure: A biogeographic analysis using updated taxonomic assessments. *American Journal of Primatology*, 82(7), e23136. <https://doi.org/10.1002/ajp.23136>
- Franzen, M. (2006). Evaluating the sustainability of hunting: A comparison of harvest profiles across three Huaorani communities. *Environmental Conservation*, 33(1), 36–45. <https://doi.org/10.1017/S0376892906002712>
- Freile, J. F., & Santander, T. (2005). *Áreas importantes para la conservación de las aves en Ecuador*. Aves & Conservación, BirdLife International, Conservación Internacional y Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Freire, M. (1997). *La cacería de mamíferos, aves, reptiles en una comunidad quichua y en destacamentos militares, Lorocachi, Pastaza, 1995-1996*. Tesis de biología, Universidad del Azuay.
- Fuentes, N., Alfonso-Cortes, F., Cervera, L., De la Torre, S., Estévez-Noboa, M. I., & Tirira, D. G. (2018). Mono aullador de manto dorado *Alouatta palliata* (Gray, 1849). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 144–153). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Fuentes, N., Alfonso-Cortes, F., Marín, M., Hernández-Jaramillo, A., Espinoza, D., Gómez, W., Urbina, N. S., Jordán, Y., Orrantía, R., & Baquerizo, J. (2018). Aportes a la rehabilitación y manejo en cautiverio de primates del género *Ateles*. En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 251–269). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Gallo-Viracocha, F., Urgilés-Verdugo, C. A., Fuentes, N., Alfonso-Cortes, F., Zurita, L., & Tirira, D. G. (en prep.). Distribución, conservación y vulnerabilidad al cambio climático de *Ateles fusciceps* (Primates: Atelidae) en Ecuador.
- Garavito, N. T., Newton, A. C., Golicher, D., & Oldfield, S. (2015). The relative impact of climate change on the extinction risk of tree species in the montane tropical Andes. *PLoS ONE*, 10, e0131388. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131388>
- Gastanaga, M., MacLeod, R., Hennessey, B., Ugarte-Núñez, J., Puse, E., Arrascue, A., Hoyos, J., Maldonado Chambi, W., Vásquez, J., & Engblom, G. (2011). A study of the parrot trade in Peru and the potential importance of internal trade for threatened species. *Bird Conservation International*, 21, 76–85. <https://doi.org/10.1017/S0959270910000249>

- Gaston, K. J. (1994). *Rarity*. Population and community biology series 13. Springer Netherlands.
<https://doi.org/10.1007/978-94-011-0701-3>
- Gavilanez-Endara, M. M. (2006). *Demografía, actividad y preferencia de hábitat de tres especies de primates (Alouatta palliata, Ateles fusciceps y Cebus capucinus) en un bosque nublado del noroccidente ecuatoriano*. Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- GBIF. (2020). *GBIF occurrence download*. Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org/>
- Gherzi, B. M., Jia, H., Aiewsakun, P., Katzourakis, A., Mendoza, P., Bausch, D. G., Kasper, M. R., Montgomery, J. M., & Switzer, W. M. (2015). Wide distribution and ancient evolutionary history of simian foamy viruses in New World primates. *Retrovirology*, 12(1), 89. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12977-015-0214-0>
- Giovanelli, J. G. R., Siqueira, M. F., Haddad, C. F. B., & Alexandrino, J. (2010). Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: How the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods. *Ecological Modelling*, 221, 215–224. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.10.009>
- Gomes, V. H. F., Ijff, S. D., Raes, N., Amaral, I. L., Salomão, R. P., Coelho, L. D. S., Matos, F. D. de A., Castilho, C. V., Filho, D. de A. L., Cárdenas López, D., Guevara, J. E., Magnusson, W. E., Phillips, O. L., Wittmann, F., Carim, M. de J. V., Martins, M. P., Irumé, M. V., Sabatier, D., Molino, J. F., ... Ter Steege, H. (2018). Species distribution modelling: Contrasting presence-only models with plot abundance data. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18927-1>
- Gonzalez, V. H., Cobos, M. E., Jaramillo, J., & Ospina, R. (2021). Climate change will reduce the potential distribution ranges of Colombia's most valuable pollinators. *Perspectives in Ecology and Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.02.010>
- Google Maps. (2020). *Google Maps*. <https://www.google.com.ec/maps>
- Gray, J. E. (1865). Notes of some new species of spider monkeys (*Ateles*) in the British Museum. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 732–733.
- Groves, C. P. (1993). Order Primates. En D. E. Wilson & D. M. Reeder (Eds.), *Mammal species of the World, a taxonomic and geographic reference* (2a ed., pp. 243–278). Smithsonian Institution Press. American Society of Mammalogists.
- Groves, C. P. (2001). *Primate taxonomy*. Smithsonian Institution Press.
- Groves, C. P. (2005). Order Primates. En D. E. Wilson & D. M. Reeder (Eds.), *Mammal species of the World, a taxonomic and geographic reference* (3a ed., pp. 111–184). The Johns Hopkins University Press.
- Gutiérrez, E. E., & Marinho-Filho, J. (2017). The mammalian faunas endemic to the Cerrado and the Caatinga. *ZooKeys*, 644, 105–157. <https://doi.org/10.3897/zookeys.644.10827>
- Hames, Raymond B., & Vickers, W. T. (1982). Optimal diet breadth theory as a model to explain variability in Amazonian hunting. *American Ethnologist*, 9(2), 358–378. <https://doi.org/10.1525/ae.1982.9.2.02a00090>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. Versión 2.06. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1–9.
- Hannah, L., Midgley, G. F., & Millar, D. (2002). Climate change-integrated conservation strategies. *Global Ecology and Biogeography*, 11(6), 485–495.

- Hannah, L., Midgley, G. F., Hughes, G., & Bomhard, B. (2005). The view from the Cape: extinction risk, protected areas, and climate change. *BioScience*, 55(3), 231–242.
- Hannah, L., Midgley, G., Andelman, S. J., Araújo, M., Hughes, G., Martínez-Meyer, E., Pearson, R. G., & Williams, P. (2007). Protected area needs in a changing climate. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(3), 131–138. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[131:PANIAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[131:PANIAC]2.0.CO;2)
- Harcourt, A. H. (2000). Coincidence and mismatch of biodiversity hotspots: A global survey for the order, primates. *Biological Conservation*, 93(2), 163–175. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00145-7](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00145-7)
- Harcourt, A. H., Coppeto, S. A., & Parks, S. A. (2002). Rarity, specialization and extinction in primates. *Journal of Biogeography*, 29, 445–456.
- Henao-Díaz, F., Olaya-Rodríguez, M. E., Noguera-Urbano, E. A., & Gutiérrez, C. (2020). *Atlas de la biodiversidad de Colombia: Primates*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Hernández-Camacho, J. I., & Cooper, R. W. (1976). The nonhuman Primates of Colombia. En R. W. Thorington Jr. & P. G. Heltne (Eds.), *Neotropical Primates, field studies and conservation* (pp. 35–69). Proceedings of a Symposium on the Distribution and abundance of Neotropical Primates, National Academy of Sciences.
- Hershkovitz, P. (1949). Mammals of northern Colombia. Preliminary report No. 4: Monkeys (Primates), with taxonomic revisions of some forms. *Proceedings of the United States National Museum*, 98(3232), 323–427.
- Hershkovitz, P. (1966). Taxonomic notes on tamarins, genus *Saguinus* (Callitricidae, Primates), with descriptions of four new forms. *Folia Primatologica*, 4, 381–395.
- Hershkovitz, P. (1977). *Living New World Monkeys (Platyrrhini), with an introduction to primates. Volume 1*. The University of Chicago Press.
- Hershkovitz, P. (1979). The species of sakis, genus *Pithecia* (Cebidae, Primates), with notes on sexual dichromatism. *Folia Primatologica*, 31, 1–22.
- Hershkovitz, P. (1982). Subspecies and geographic distribution of black-mantle tamarins *Saguinus nigricollis* Spix (Primates: Callitricidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 95(4), 647–656.
- Hershkovitz, P. (1987). The taxonomy of south American sakis, genus *Pithecia* (Cebidae, Platyrrhini): A preliminary report and critical review with the description of a new species and a new subspecies. *American Journal of Primatology*, 12(4), 387–468. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350120402>
- Hershkovitz, P. (1990). Titis, New World monkeys of the genus *Callicebus* (Cebidae, Platyrrhini): A preliminary taxonomic review. *Fieldiana: Zoology, New Series*(1410), 1–109.
- Hill, W. C. O. (1957). *Primates. Comparative anatomy and taxonomy. III. Pithecoidea, Platyrrhini (families Hapalidae and Callimiconidae)*. Interscience Publishers, Inc. and The Edinburgh University Press.
- Hill, W. C. O. (1960). *Primates. Comparative anatomy and taxonomy. IV. Cebidae, part A*. The Edinburgh University Press.

- Hill, W. C. O. (1962). *Primates. Comparative anatomy and taxonomy. V. Cebidae, part B*. Interscience Publishers, Inc. and The Edinburgh University Press.
- Hodgson, J. A., Sterner, K. N., Matthews, L. J., Burrell, A. S., Jani, R. A., Raam, R. L., Stewart, C. B., & Disotell, T. R. (2009). Successive radiations, not stasis, in the South American primate fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(14), 5534–5539.
- Hubbell, S. P. (2001). The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. En *Monographs in Populations Biology* 32. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198568704.003.0010>
- Hurtado, C. M., Serrano-Villavicencio, J., & Pacheco, V. (2016). Population density and primate conservation in the Noroeste Biosphere Reserve, Tumbes, Peru. *Revista Peruana de Biología*, 23(2), 151–158. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v23i2.12423>
- Hutchinson, G. E. (1957). Concluding remarks. *Cold Springs Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 22, 415–427.
- IGM. (1997). *Ecuador: cartografía 1:250.000*. Instituto Geográfico Militar.
- IGM. (2013). *Geoportal Ecuador. Cartografía de libre acceso escala 50k*. Instituto Geográfico Militar. <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>
- iNaturalist. (2020). *iNaturalist*. <https://www.inaturalist.org/>
- Ingberman, B., Fusco-Costa, R., & Monteiro-Filho, E. L. (2016). A current perspective on the historical geographic distribution of the Endangered muriquis (*Brachyteles* spp.): Implications for conservation. *PLoS ONE*, 11(3), e0150906. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150906>
- IPCC. (2000). *IPCC Special report. Summary for Policymakers. Emissions scenarios* (Número Emissions Scenarios). International Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/emissions-scenarios/>
- IPCC. (2014). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Iturralde-Pólit, P., Dangles, O., Burneo, S. F., & Meynard, C. N. (2017). The effects of climate change on a mega-diverse country: predicted shifts in mammalian species richness and turnover in continental Ecuador. *Biotropica*, 49(6), 821–831. <https://doi.org/10.1111/btp.12467>
- Jack, K. M., & Campos, F. A. (2012). Distribution, abundance, and spatial ecology of the critically endangered ecuadorian capuchin (*Cebus albifrons aequatorialis*). *Tropical Conservation Science*, 5(2), 173–191. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/194008291200500207>
- Jacobsen, D., Cauvy-Fraunie, S., Andino, P., Espinosa, R., Cueva, D., & Dangles, O. (2014). Runoff and the longitudinal distribution of macroinvertebrates in a glacierfed stream: implications for the effects of global warming. *Freshwater Biology*, 59, 2038–2050.
- Jiménez de la Espada, M. (1870). Algunos datos nuevos ó curiosos acerca de la fauna del alto Amazonas (mamíferos). *Boletín-Revista de la Universidad de Madrid*, 2, 1–27.
- Jiménez-Uzcátegui, G., Carrión, V., Zabala, J., Buitrón, P., & Milstead, B. (2007). Status of introduced vertebrates in Galapagos. En *Galapagos Report 2006-2007* (pp. 136–141). Charles Darwin Foundation y Galapagos National Park.

- Jones, K. E., Bielby, J., Cardillo, M., Fritz, S. A., O'Dell, J., Orme, C. D. L., Safi, K., Sechrest, W., Boakes, E. H., Carbone, C., Connolly, C., Cutts, M. J., Foster, J. K., Grenyer, R., Habib, M., Plaster, C. A., Price, S. A., Rigby, E. A., Rist, J., ... Purvis, A. (2009). PanTHERIA: a species-level database of life history, ecology, and geography of extant and recently extinct mammals. *Ecology*, 90, 2648. <https://doi.org/10.1890/08-1494.1>
- Karger, D. N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., Zimmermann, N. E., Linder, H. P., & Kessler, M. (2017). Data Descriptor: Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific Data*, 4, 170122. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122>
- Karger, D. N., Schmatz, D. R., Dettling, G., & Zimmermann, N. E. (2020). High-resolution monthly precipitation and temperature time series from 2006 to 2100. *Scientific Data*, 7, 248. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00587-y>
- Kellogg, R., & Goldman, E. A. (1944). Review of the spider monkeys. *Proceedings of the United States National Museum*, 96(3186), 1–45.
- Kriticos, D. J., Webber, B. L., Leriche, A., Ota, N., Macadam, I., Bathols, J., & Scott, J. K. (2012). CliMond: global high-resolution historical and future scenario climate surfaces for bioclimatic modelling. *Methods in Ecology and Evolution*, 3, 53–64. <http://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00134.x>
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., & Tamura, K. (2018). MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35(6), 1547–1549. <http://doi:10.1093/molbev/msy096>
- La Condamine, C. M. de. (1745). *Relation abrégée d'un voyage fait dans l'intérieur de l'Amérique Méridionale*. Académie Royale des Sciences.
- Lanfear, R., Calcott, B., Ho, S. Y. W., & Guindon, S. (2012). PartitionFinder: combined selection of partitioning schemes and substitution models for phylogenetic analyses. *Molecular Biology and Evolution*, 29(6), 1695–1701. <https://doi:10.1093/molbev/mss020>
- Lavergne, A., Catzeflis, F. M., Lacôte, S., Barnaud, A., Bordier, M., & Mercereau-Pujalon, O. (2003). Genetic analysis of the *Saimiri* breeding colony of the Pasteur Institute (French Guiana): Development of a molecular typing method using a combination of nuclear and mitochondrial DNA markers. *Journal of Medical Primatology*, 32(6), 330–340. <https://doi.org/10.1046/j.1600-0684.2003.00038.x>
- Lehtonen, E. (2017). *The behavioural ecology of a potentially undescribed morph of saki monkey (genus Pithecia) in a highly diverse primate community*. Tesis de maestría, Uppsala University. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-314977>
- Levinsky, I., Skov, F., Svenning, J. C., & Rahbek, C. (2007). Potential impacts of climate change on the distributions and diversity patterns of European mammals. *Biodiversity and Conservation*, 16:, 3803–3816.
- Lima, M. G. M., Buckner, J. C., Silva-Júnior, J. de S., Aleixo, A., Martins, A. B., Boubli, J. P., Link, A., Farias, I. P., da Silva, M. N. F., Röhe, F., Queiroz, H., Chiou, K. L., Di Fiore, A., Alfaro, M. E., & Lynch-Alfaro, J. W. (2017). Capuchin monkey biogeography: understanding *Sapajus* Pleistocene range expansion and the current sympatry between *Cebus* and *Sapajus*. *Journal of Biogeography*, 44(4), 810–820. <https://doi.org/10.1111/jbi.12945>

- Linares, O. (1998). *Mamíferos de Venezuela*. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela.
- Linero, D., Cuervo-Robayo, A. P., & Etter, A. (2020). Assessing the future conservation potential of the Amazon and Andes Protected Areas: Using the woolly monkey (*Lagothrix lagothricha*) as an umbrella species. *Journal for Nature Conservation*, 58. <https://doi.org/http://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125926>
- Link, A., Muniz, C., Rylands, A. B., Mourthe, I., Cornejo, F. M., Urbani, B., Mittermeier, R. A., Stevenson, P. R., Palacios, E., Boubli, J. P., Shanee, S., De la Torre, S., & Moscoso, P. (2019). White-bellied Spider Monkey (*Ateles belzebuth*). The IUCN Red List of Threatened Species 2019. <https://doi.org/e.T2276A17928557>
- Lönnberg, E. (1913). Mammals from Ecuador and related forms. *Arkiv för Zoologi*, 8(16), 1–36.
- Lönnberg, E. (1921). A second contribution to the mammalogy of Ecuador with some remarks on *Caenolestes*. *Arkiv för Zoologi*, 14(4), 1–102.
- Lönnberg, E. (1922). A third contribution to the mammalogy of Ecuador. *Arkiv för Zoologi*, 14(29), 1–23.
- Lönnberg, E. (1938). Remarks on some members of the genera *Pithecia* and *Cacajao* from Brazil. *Arkiv för Zoologi*, 30A(17), 1–25.
- Lovejoy, T. E. (2008). Climate change and biodiversity. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties (Paris)*, 27(2), 1–8.
- Lovejoy, T. E. (2010). Climate change. En *Conservation Biology for All* (pp. 153–162). <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199554232.003.0009>
- Lozano, P., Lozano C., D., & Cuenca, P. (2008). Plan de manejo del Bosque Protector y cuenca del río Abanico. En P. Lozano & D. Medranda (Eds.), *Plan de manejo y estudio iniciales de flora y fauna del Bosque Protector Abanico* (pp. 6–33). HidroAbanico S. A. y Fundación de Investigación y Asistencia Social.
- Lu, F. E. (1999). *Changes in subsistence patterns and resource use of the Huaorani indians in the Ecuadorian Amazon*. Tesis de doctorado, University of North Carolina.
- Luo, Z., Zhou, S., Yu, W., Yu, H., Yang, J., Tian, Y., Zhao, M., & Wu, H. (2015). Impacts of climate change on the distribution of Sichuan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus roxellana*) in Shennongjia area, China. *American Journal of Primatology*, 77(2), 135–151. <https://doi.org/10.1002/ajp.22317>
- Lynch-Alfaro, J. W., Boubli, J. P., Olson, L. E., Di Fiore, A., Wilson, B., Gutiérrez-Espeleta, G. A., Chiou, K. L., Schulte, M., Neitzel, S., Rossi, V., Schwochow, D., Nguyen, M. T. T., Farias, I. P., Janson, C. H., & Alfaro, M. E. (2012). Explosive Pleistocene range expansion leads to widespread Amazonian sympatry between robust and gracile capuchin monkeys. *Journal of Biogeography*, 39(2), 272–288. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02609.x>
- Lynch-Alfaro, J. W., Boubli, J. P., Paim, F. P., Ribas, C. C., Da Silva, M. N. F., Messias, M. R., Röhe, F., Mercês, M. P., Silva Júnior, J. S., Silva, C. R., Pinho, G. M., Koshkarian, G., Nguyen, M. T. T., Harada, M. L., Rabelo, R. M., Queiroz, H. L., Alfaro, M. E., & Farias, I. P. (2015). Biogeography of squirrel monkeys (genus *Saimiri*): South-central Amazon origin and rapid pan-Amazonian diversification of a lowland primate. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 82, 436–454. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.09.004>

- MAAE. (2020). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP)*. Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador. <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/info-snap>
- Madden, R. H., & Albuja V., L. (1989). Estado actual de *Ateles fusciceps fusciceps* en el noroccidente ecuatoriano. *Politécnica*, 14(2), 113–157.
- MAE. (2013a). *Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- MAE. (2013b). *Mapa de sectores biográficos del Ecuador*. Subsecretaría de Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- MAE. (2013c). *Mapa de bioclimático del Ecuador*. Subsecretaría de Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- MAE. (2013d). *Actualización de estudio de necesidades y análisis de brecha de financiamiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) en un marco de gestión y formación de capacidades*. Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- MAE. (2014). *Guía informativa de las áreas naturales protegidas del Ecuador*. Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- MAE. (2017). *Deforestación del Ecuador continental (período 2014–2016)*. Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- MAE. (2018a). *Mapa interactivo ambiental. Cobertura y uso de la tierra*. Ministerio del Ambiente del Ecuador. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- MAE. (2018b). *Mapa interactivo ambiental. Deforestación del Ecuador continental (período 1990–2018)*. Ministerio del Ambiente del Ecuador. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- MAE. (2019). *Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Samama Mumbes*. Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Maestri, R., & Patterson, B. D. (2016). Patterns of species richness and turnover for the South American rodent fauna. *PLoS ONE*, 11(3), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151895>
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing Ltd.
- Maldonado, A. M., Guzmán-Caro, D., Shanee, S., Defler, T. R., & Roncancio, N. (2020). Nancy Ma's Night Monkey (*Aotus nancymae*). The IUCN Red List of Threatened Species 2020. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T41540A115578713.en>
- Manchego, C. E., Hildebrandt, P., Cueva, J., Espinosa, C. I., Stimm, B., & Günter, S. (2017). Climate change versus deforestation: Implications for tree species distribution in the dry forests of southern Ecuador. *PLoS ONE*, 12(12), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190092>
- Margalef, R. (1974). *Ecología*. Ed. Omega.
- Marsh, L. K. (2014). A taxonomic revision of the saki monkeys, *Pithecia* Desmarest, 1804. *Neotropical Primates*, 21(1), 1–163.
- Marsh, C., Link, A., King-Bailey, G., & Donati, G. (2016). Effects of fragment and vegetation structure on the population abundance of *Ateles hybridus*, *Alouatta seniculus* and *Cebus albifrons* in Magdalena Valley, Colombia. *Folia Primatologica*, 87(1), 17–30. <https://doi.org/10.1159/000443929>

- Marsh, L. K., Link, A., Palacios, E., Stevenson, P. R., De la Torre, S., & Moscoso, P. (2021). *Pithecia milleri* (amended version of 2020 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2021. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T17407A192446875.en>
- Martin-Solano, S., Carrillo-Bilbao, G. A., De la Torre, S., & Tirira, D. G. (2018). Mono aullador rojo de Linneo *Alouatta seniculus* (Linnaeus, 1766). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 154–161). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- McKnight, M. W., White, P. S., McDonald, R. I., Lamoreux, J. F., Sechrest, W., Ridgely, R. S., & Stuart, S. N. (2007). Putting beta-diversity on the map: Broad-scale congruence and coincidence in the extremes. *PLoS Biology*, 5(10), 2424–2432. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0050272>
- Mena-Valenzuela, P. (1996). Etnozoología del volcán Sumaco, Napo, Ecuador. *Revista Geográfica*, 36, 121–180.
- Mena-Valenzuela, P. (1997a). Diversidad y abundancia relativa de los mamíferos en Sinangüé, Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Sucumbíos, Ecuador. En P. Mena-Vásquez, A. Soldi, R. Alarcón, C. Chiriboga, & L. Suárez (Eds.), *Estudios biológicos para la conservación* (pp. 57–72). Fundación EcoCiencia.
- Mena-Valenzuela, P. (1997b). Oferta de animales en el bosque y cacería en Quehueiri-ono, zona de amortiguamiento del Parque Nacional Yasuní, Napo, Ecuador. En P. Mena-Vásquez, A. Soldi, R. Alarcón, C. Chiriboga, & L. Suárez (Eds.), *Estudios biológicos para la conservación* (pp. 395–426). Fundación EcoCiencia.
- Mena-Valenzuela, P. (1998). Importancia económica de los mamíferos en tres etnias del Ecuador. En D. G. Tirira (Ed.), *Biología, sistemática y conservación de los mamíferos del Ecuador* (1a ed., pp. 199–207). Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 1.
- Mena-Valenzuela, P., & Cueva, R. (2001). Cacería de subsistencia en tres comunidades de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Yasuní. En J. P. Jorgenson & M. Coello Rodríguez (Eds.), *Conservación y desarrollo sostenible del Parque Nacional Yasuní y su área de influencia* (pp. 102–127). MAE, WCS, UNESCO, Simbioe.
- Mena-Valenzuela, P., & Cueva, R. (2006). Cacería de subsistencia en una comunidad afroecuatoriana del Chocó. *XXX Jornadas Nacionales de Biología*, Ecol-06.
- Mena-Valenzuela, P., & Cueva, R. (2015). Mamíferos de la comunidad shuar Uuntsuants, cordillera del Kutukú, provincia de Morona Santiago, Ecuador. *Boletín Técnico 12, Serie Zoológica*, 10–11, 68–94.
- Mena-Valenzuela, P., & Ruiz A., A. (1997). Diversidad y abundancia relativa de mamíferos de Río Negro Chico (Lita, Cristal), zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas, Esmeraldas, Ecuador. En P. Mena-Vásquez, A. Soldi, R. Alarcón, C. Chiriboga, & L. Suárez (Eds.), *Estudios biológicos para la conservación* (pp. 181–194). Fundación EcoCiencia.

- Mena-Valenzuela, P., & Utreras, V. (1997). Diversidad y abundancia relativa de los mamíferos en San Venancio (Cuellaje), zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas, Imbabura, Ecuador. En P. Mena-Vásquez, A. Soldi, R. Alarcón, C. Chiriboga, & L. Suárez (Eds.), *Estudios biológicos para la conservación* (pp. 231–242). Fundación EcoCiencia.
- Mena-Vásquez, P., Soldi, A., Alarcón, R., Chiriboga, C., & Suárez, L. (1997). *Estudios biológicos para la conservación. Diversidad, ecología y etnobiología*. Fundación EcoCiencia.
- Menezes, A. N., Bonvicino, C. R., & Seunez, H. N. (2010). Identification, classification and evolution of owl monkeys (*Aotus*, Illiger 1811). *BMC Evolutionary Biology*, 10(248), 1–15. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-10-248>
- Mercado, N. I., & Wallace, R. B. (2010). Distribución de primates en Bolivia y áreas prioritarias para su conservación. *Tropical Conservation Science*, 3(2), 200–217. <https://doi.org/10.1177/194008291000300207>
- Meyer, A. L. S., Pie, M. R., & Passos, F. C. (2014). Assessing the exposure of lion tamarins (*Leontopithecus* spp.) to future climate change. *American Journal of Primatology*, 76(6), 551–562. <https://doi.org/10.1002/ajp.22247>
- Meza Andrade, E. Y. (2018). *Representatividad y riqueza faunística de vertebrados de las colecciones biológicas de la sala de Historia Natural del Museo Municipal de Guayaquil*. Tesis de biología, Universidad de Guayaquil.
- Milne-Edwards, M. A. (1878). Description d'une nouvelle espèce de *Midas* et observations sur l'*Ateles variegatus*. *Nouvelles Archives du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris*, 1(2), 159–166.
- Mittermeier, R. A., de Macedo Ruiz, H., & Luscombe, A. (1975). A woolly monkey rediscovered in Peru. *Oryx*, 13(1), 41–46. <https://doi.org/10.1017/S0030605300012990>
- Mittermeier, R. A., Ratsimbazafy, J., Rylands, A. B., Williamson, E. A., Oates, J. F., Mborá, D., Ganzhorn, J. U., Rodríguez-Luna, E., Palacios, E., Heymann, E. W., Kierulff, M. C. M., Yongcheng, L., Supriatna, J., Roos, C., Walker, S., & Aguiar, J. M. (2007). Primates in peril: The world's 25 most endangered primates 2006–2008. *Primate Conservation*, 22, 1–40. <https://doi.org/10.1896/052.024.0101>
- Mittermeier, R. A., Robles-Gil, P., & Mittermeier, C. G. (1997). *Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del mundo*. CEMEX. S.A., Agrupación Sierra Madre y Conservación Internacional.
- Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., & Wilson, D. E. (2013). *Handbook of the mammals of the world. Volume 3: Primates*. Lynx Edicions.
- Mittermeier, R. A., Schwitzer, C., Rylands, A. B., Taylor, L. A., Chiozza, F., Williamson, E. A., & Wallis, J. (2012). *Primates in peril: The world's 25 most endangered primates 2012–2014*. IUCN/SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, Conservation International, Bristol Conservation, Science Foundation.
- MMAA. (2009). *Libro Rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia*. Ministerio del Medio Ambiente y Agua de Bolivia. <http://murcielagosdebolivia.com/images/PDF/librorojocompleto.pdf>
- MME, & ARCOM. (2020). *Catastro minero*. http://geo.controlminero.gob.ec:1026/geo_visor/

- Montecino, V., & Lange, C. B. (2009). The Humboldt Current System: Ecosystem components and processes, fisheries, and sediment studies. *Progress in Oceanography*, 83(1–4), 65–79. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2009.07.041>
- Morales-Jiménez, A. L., & De la Torre, S. (2008). Colombian Night Monkey (*Aotus lemurinus*). The IUCN Red List of Threatened Species 2008. <https://doi.org/e.T1808A7651803>
- Morales Males, P., & Schjellerup, I. (1998a). The Quichua of Canelos and Chapetón. En H. Borgtoft, F. Skov, J. Fjeldsa, I. Schjellerup, & B. Ollgaard (Eds.), *People and Biodiversity: two case studies from the Andean foothills of Ecuador* (pp. 21–51). Centre for Research on Cultural and Biological Diversity of Andean Rainforests (DIVA), DIVA Technical Report 3.
- Morales Males, P., & Schjellerup, I. (1998b). The Shuar of Makuma and Mutints. En H. Borgtoft, F. Skov, J. Fjeldsa, I. Schjellerup, & B. Ollgaard (Eds.), *People and Biodiversity: two case studies from the Andean foothills of Ecuador* (pp. 83–111). Centre for Research on Cultural and Biological Diversity of Andean Rainforests (DIVA), DIVA Technical Report 3.
- Morelos-Juárez, C. (2015). *Conservation of brown-headed spider monkeys (Ateles fusciceps fusciceps) in NW Ecuador: applying an agent-based model*. Tesis de doctorado, University of Sussex.
- Morelos-Juárez, C., Moscoso, P., Alfonso-Cortes, F., Cervera, L., De la Torre, S., Estévez-Noboa, M. I., Fuentes, N., Peck, M. R., Tapia, A., & Tirira, D. G. (2018). Mono araña de cabeza marrón *Ateles fusciceps* Gray, 1866. En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 172–183). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol 1.
- Morrone, J. J. (2014). Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, 3782, 1–110. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1.1>
- Moscoso, P., Shanee, S., Burneo, S. F., Fuentes, N., Alfonso-Cortes, F., Obando, M., & Tirira, D. G. (2019). Prolonged inter-specific association between *Ateles fusciceps fusciceps* and *Alouatta palliata aequatorialis* (Atelidae) in a forest fragment in north western Ecuador. *Neotropical Primates*, 25(1), 11–20.
- Muniz, C. P., Jia, H., Shankar, A., Troncoso, L. L., Augusto, A. M., Farias, E., Pissinatti, A., Fedullo, L. P., Santos, A. F., Soares, M. A., & Switzer, W. M. (2015). An expanded search for simian foamy viruses (SFV) in Brazilian New World primates identifies novel SFV lineages and host age-related infections. *Retrovirology*, 12(1), 94.
- Napier, P. H. (1976). *Catalogue of Primates in the British Museum (Natural History). Part I: families Callitrichidae and Cebidae*. British Museum (Natural History).
- Narváez-Romero, C., Salazar Romero, M. V., Valle T., D., Loaiza, C. R., & Cisneros-Vidal, R. (2012). Mamíferos del sur de Ecuador: (Occidente, Sierra y Oriente). *Field Guides (The Field Museum)*, 403, 1–18.
- Neville, M., Glander, K. E., Braza, F., & Rylands, A. B. (1988). The howling monkeys, genus *Alouatta*. En R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, A. Coimbra-Filho, & G. A. B. Fonseca (Eds.), *Ecology and behavior of Neotropical primates, vol. 2* (pp. 455–537). World Wildlife Fund.

- Nuñez-Iturri, G., & Howe, H. F. (2007). Bushmeat and the fate of trees with seeds dispersed by large primates in a lowland rain forest in Western Amazonia. *Biotropica*, 39(3), 348–354. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2007.00276.x>
- Orellana-Vásquez, H. A. (2018). *Diversidad taxonómica, funcional y filogenética de las comunidades de primates del Ecuador*. Tesis de licenciatura, Universidad Central del Ecuador.
- Ortiz, M. A. (2008). Comunidad de mastofauna en el Bosque Protector Abanico, estribaciones orientales, Amazonía ecuatoriana. En P. Lozano & D. Medranda (Eds.), *Plan de manejo y estudio iniciales de flora y fauna del Bosque Protector Abanico* (pp. 34–45). HidroAbanico S. A. y Fundación de Investigación y Asistencia Social.
- Osculati, G. (1850). *Esplorazione delle Regioni Equatoriali lungo il Napo ed il fiume delle Amazzoni: frammento di un viaggio fatto nelle due Americhe negli anni 1846-47-48* (1a ed.). Tip[ografía] Bernardoni.
- Owens, H. L., Campbell, L. P., Dornak, L. L., Saupe, E. E., Barve, N., Soberón, J. M., Ingenloff, K., Lira-Noriega, A., Hensz, C. M., Myers, C. E., & Peterson, A. T. (2013). Constraints on interpretation of ecological niche models by limited environmental ranges on calibration areas. *Ecological Modelling*, 263, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.04.011>
- Pachauri, R. K., Allen, M., Barros, V., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., Church, J., Clarke, L., Dahe, Q., Dasgupta, P., Dubash, N. K., Edenhofer, O., Elgizouli, I., Field, C. B., Forster, P., Friedlingstein, P., Fuglestedt, J., Gomez-Echeverri, L., Hallegatte, S., ... van Ypersele, J.-P. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. <http://www.mendeley.com/research/climate-change-2014-synthesis-report-contribution-working-groups-i-ii-iii-fifth-assessment-report-in-20>
- Pacheco, V., Graham-Angeles, L., Diaz, S. R., Hurtado, C. M., Ruelas, D. C., Cervantes, K., & Serrano-Villavicencio, J. (2020). Diversidad y distribución de los mamíferos del Perú I: Didelphimorphia, Paucituberculata, Sirenia, Cingulata, Pilosa, Primates, Lagomorpha, Eulipotyphla, Carnivora, Perissodactyla y Artiodactyla. *Revista Peruana de Biología*, 27(3), 289–328. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i3.18356>
- Palomo, L. J., Gisbert, J., & Blanco, J. C. (2007). *Atlas y Libro Rojo de los mamíferos terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU.
- Parker, T. A. I., & Carr, L. (1992). Status of forest remnants in the Cordillera de la Costa and adjacent areas of Southwestern Ecuador. En *RAP Working Papers 2*. Conservation International.
- Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 37, 637–669. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>
- Pattengale, N. D., Alipour, M., Bininda-Emonds, O. R. P., Moret, B. M. E., & Stamatakis, A. (2009). How many bootstrap replicates are necessary? En S. Batzoglou (Ed.), *RECOMB* (pp. 184–200). Springer-Verlag.
- Patton, J. L., Da Silva, M. N. F., & Malcolm, J. R. (2000). Mammals of the Rio Juruá and the evolutionary and ecological diversification of Amazonia. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 244(1), 1–306. [https://doi.org/10.1206/0003-0090\(2000\)244<0001:motrja>2.0.co;2](https://doi.org/10.1206/0003-0090(2000)244<0001:motrja>2.0.co;2)

- Paynter, R. A. J. (1993). *Ornithological Gazetteer of Ecuador* (2a ed.). Harvard University Press.
- Peck, M. R., Thorn, J., Mariscal, A., Baird, A., Tirira, D. G., & Kniveton, D. (2010). Focusing conservation efforts for the critically endangered brown-headed spider monkey (*Ateles fusciceps*) using remote sensing, modeling, and playback survey methods. *International Journal of Primatology*, 32(1), 134–148. <https://doi.org/10.1007/s10764-010-9445-z>
- Peñaherrera, P. (1969). *Los quichuas del Coca y el Napo*. Editorial Universitaria, Universidad Central del Ecuador.
- Peres, C. A. (1991). Humboldt's woolly monkeys decimated by hunting in Amazonia. *Oryx*, 25(2), 89–95. <https://doi.org/10.1017/S0030605300035122>
- Peres, C. A. (1999). General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. *Neotropical Primates*, 7(1), 11–16.
- Peterson, A. T. (2012). Niche Modeling - Model Evaluation. *Biodiversity Informatics*, 8(1), 66045. <https://doi.org/10.17161/bi.v8i1.4300>
- Peterson, A. T. (2014). *Mapping Disease Transmission Risk*. Johns Hopkins University Press.
- Peterson, A. T., & Cohoon, K. P. (1999). Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness. *Ecological Modelling*, 117, 159–164. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(99\)00023-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0304-3800(99)00023-X)
- Peterson, A. T., Papeş, M., & Soberón, J. M. (2008). Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. *Ecological Modelling*, 213(1), 63–72. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.11.008>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum Entropy Modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3–4), 231–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Dudík, M., Schapire, R. E., & Blair, M. E. (2017). Opening the black box: An open-source release of MaxEnt. *Ecography*, 40, 887–893. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ecog.03049>
- Phillips, S. J., Dudík, M., Elith, J., Graham, C. H., Lehmann, A., Leathwick, J. R., & Ferrier, S. (2009). Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological Applications*, 19(1), 181–197. <https://doi.org/https://doi.org/10.1890/07-2153.1>
- Pinto, C. M., Soto-Centeno, J. A., Núñez Quiroz, Á. M., Ferreyra, N., Delgado-Espinoza, F., Stahl, P. W., & Tirira, D. G. (2016). Archaeology, biogeography, and mammalogy do not provide evidence for tarukas (Cervidae: *Hippocamelus antisensis*) in Ecuador. *Journal of Mammalogy*, 97(1), 41–53. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyv151>
- Pitman, N. C. A., Moskovits, D. K., Alverson, W. S., & Borman, R. (2002). Ecuador: Serranías Cofán Bermejo, Sinangoe. En *Rapid Biological Inventories* (Vol. 3). The Field Museum.
- Pitman, N. C. A., Ruelas, E., Alvira Reyes, D., Vriesendorp, C., Moskovits, D. K., Del Campo, Á., Wachter, T., Stotz, D. F., Noningo S., S., Tuesta C., E., & Smith, R. C. (2012). Perú: Cerros de Kampankis. En *Rapid Inventories Biological and Social* (Número 24). The Field Museum.
- Pliscoff, P., & Fuentes-Castillo, T. (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: Una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles.

Revista de Geografía Norte Grande, 2011(48), 61–79. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022011000100005>

- Pocheville, A. (2015). The ecological niche: History and recent controversies. En *Handbook of Evolutionary Thinking in the Sciences* (pp. 547–586). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9014-7_26
- Porter, L. M., Chism, J., DeFler, T. R., Marsh, L. K., Martínez, J., Matthews, H., McBride, W., Tirira, D. G., Velilla, M., & Wallace, R. B. (2013). Pitheciid conservation in Ecuador, Colombia, Peru, Bolivia and Paraguay. En L. M. Veiga, A. A. Barnett, S. F. Ferrari, & M. A. Norconk (Eds.), *Evolutionary biology and conservation of titis, sakis and uacaris* (pp. 320–333). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139034210.039>
- Porter, L. M., de la Torre, S., Pérez-Peña, P., & Cortés-Ortiz, L. (2021). Taxonomic diversity of *Cebuella* in the western Amazon: Molecular, morphological and pelage diversity of museum and free-ranging specimens. *American Journal of Physical Anthropology*, 1–17. <https://doi.org/10.1002/ajpa.24266>
- Pounds, J. A., Bustamante, Martin R. Coloma, L. A., Consuegra, J. A., Fogden, M. P. L., Foster, P. N., Lamarca, P. N. E., Masters, K. L., Merino-Viteri, A., & Puschendorf, R. (2006). Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature*, 439(7073), 161–167.
- Pozo-Rivera, W. E., & Youlatos, D. (2005). Estudio sinecológico de nueve primates del Parque Nacional Yasuni, Ecuador. *Politécnica (Biología)*, 26(6)(1), 83–107.
- Pozo-Rivera, W. E., Arcos, R., De la Torre, S., Tirira, D. G., & Zapata Ríos, G. (2011). Cotoncillo rojo (*Callicebus discolor*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., p. 250). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- Pozo-Rivera, W. E., De la Torre, S., Zapata Ríos, G., Arcos, R., & Tirira, D. G. (2011). Mono araña de vientre amarillo (*Ateles belzebuth*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., pp. 108–109). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- Prieto-Albuja, F. J. (2011). *Densidad poblacional de mamíferos y aves de caza en el territorio siona de Puerto Bolívar y su situación actual en el río Cuyabeno, Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, Amazonía ecuatoriana*. Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Prieto-Torres, D. A., & Pinilla-Buitrago, G. (2017). Estimating the potential distribution and conservation priorities of *Chironectes minimus* (Zimmermann, 1780) (Didelphimorphia: Didelphidae). *Therya*, 8(2), 131–144. <https://doi.org/10.12933/therya-17-478>
- Prieto-Torres, D. A., & Rojas-Soto, O. R. (2016). Reconstructing the Mexican tropical dry forests via an Autoecological Niche Approach: Reconsidering the Ecosystem Boundaries. *PLoS ONE*, 11(3), e0150932. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150932>

- Primack, R. B. (2007). *Essentials of conservation biology* (4a ed.). Sinauer Associates, Inc.
- Pucheran, J. (1857). Notices mammalogiques. C. Genre *Cebus*, Erxl. *Revue et Magasin de Zoologie Pure et Appliquée*, 9(2), 337–359.
- Purvis, A., Gittleman, J. L., Cowlishaw, G., & Mace, G. M. (2000). Predicting extinction risk in declining species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 267, 1947–1952. <https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1234>
- R Development Core Team. (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Rageot, R., & Albuja V., L. (1994). Mamíferos de un sector de la alta Amazonía ecuatoriana: Mera, provincia de Pastaza. *Politécnica*, 19(2), 165–208.
- Raghavan, R. K., Barker, S. C., Cobos, M. E., Barker, D., Teo, E. J. M., Foley, D. H., Nakao, R., Lawrence, K., Heath, A. C. G., & Peterson, A. T. (2019). Potential spatial distribution of the newly introduced Long-horned tick, *Haemaphysalis longicornis* in North America. *Scientific Reports*, 9, 498. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-018-37205-2>
- Ramírez-Chaves, H. E., Carvajal-Agudelo, J. D., Manuel Hoyos, R., Bustamante-Manrique, S., Castaño-Rivera, A., Rivillas-Carmona, M. A., Ossa-López, P. A., & Rivera-Páez, F. A. (2020). New records and confirmation of the presence of three species of primates (Mammalia, Primates) in Southwestern Colombia. *Check List*, 16(4), 831–839. <https://doi.org/10.15560/16.4.831>
- Rapoport, E. (1975). *Areografía: estrategias geográficas de las especies*. Fondo de Cultura Económica.
- Ribeiro, I. P., Menezes, A. N., Moreira, M. A., Bonvicino, C. R., Seuanes, H. N., & Soares, M. A. (2005). Evolution of cyclophilin A and TRIMCyp retrotransposition in New World primates. *Journal of Virology*, 79(23), 14998–15003. <https://doi.org/10.1128/JVI.79.23.14998-15003.2005>
- Romero, J. C. (2008). *Las actividades de cacería y los usos tradicionales de la fauna silvestre en el Parque Nacional Podocarpus, provincias de Loja y Zamora, Ecuador*. Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Roncancio, N., Acosta-Castañeda, A., García-Loaiza, L. M., & Ríos-Franco, C. A. (2013). Distribución potencial y disponibilidad de hábitat del tití gris (*Saguinus leucopus*): un primate endémico de Colombia y en peligro de extinción. En T. R. Defler, P. R. Stevenson, M. L. Bueno, & D. C. Guzmán-Caro (Eds.), *Primates colombianos en peligro de extinción* (pp. 217–234). Asociación Primatológica Colombiana.
- Ronquist, F., Teslenko, M., Van Der Mark, P., Ayres, D., Darling, A. A., Höhna, S., Larget, B., Liu, L., Suchard, M. A., & Huelsenbeck, J. P. (2012). MrBayes 3.2: Efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology*, 61, 539–542.
- Root, T. L., Price, J. T., Hall, K. R., Schneider, S. H., Rosenzweig, C., & Pounds, J. A. (2003). Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 421(6918), 57–60. <https://doi.org/10.1038/nature01333>
- Rosindell, J., Hubbell, S. P., & Etienne, R. S. (2011). The unified neutral theory of biodiversity and biogeography at Age Ten. *Trends in Ecology and Evolution*, 26(7), 340–348. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.024>

- Rowe, N. (1996). *The pictorial guide to the living Primates*. Pogonias Press.
- Ruiz-García, M., Albino, A., Pinedo-Castro, M. O., Zeballos, H., Bello, A., Leguizamón, N., & Shostell, J. M. (2019). First molecular phylogenetic analysis of the *Lagothrix* taxon living in southern Peru and Northern Bolivia: *Lagothrix lagothricha tschudii* (Atelidae, Primates), a new subspecies. *Folia Primatologica*, 90(4), 215–239. <https://doi.org/10.1159/000497251>
- Ruiz-García, M., Cerón, Á., Sánchez-Castillo, S., Rueda-Zozaya, P., Pinedo-Castro, M. O., Gutiérrez-Espeleta, G. A., & Shostell, J. M. (2018). Phylogeography of the mantled howler monkey (*Alouatta palliata*; Atelidae, Primates) across its geographical range by means of mitochondrial genetic analyses and new insights about the phylogeny of *Alouatta*. *Folia Primatologica*, 88(5), 421–454. <https://doi.org/10.1159/000480502>
- Ruiz-García, M., Pinedo-Castro, M. O., & Shostell, J. M. (2014). How many genera and species of woolly monkeys (Atelidae, Platyrrhine, Primates) are there? The first molecular analysis of *Lagothrix flavicauda*, an endemic Peruvian primate species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 79(1), 179–198. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.05.034>
- Ruiz-García, M., Sánchez-Castillo, S., Castillo, M. I., Luengas-Villamil, K., Ortega, J. M., Moreno-Cárdenas, P. A., Albuja V., L., Pinto, C. M., & Shostell, J. M. (2018). How many species, taxa, or lineages of *Cebus albifrons* (Platyrrhini, Primates) inhabit Ecuador? Insights from mitogenomics. *International Journal of Primatology*, 39(6), 1068–1104. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10764-018-0062-6>
- Rylands, A. B., & Mittermeier, R. A. (2008). Red-mantle Saddle-back Tamarin (*Leontocebus lagonotus*). The IUCN Red List of Threatened Species 2008. <https://www.iucnredlist.org/species/43950/10843342>
- Rylands, A. B., & Mittermeier, R. A. (2013a). Family Atelidae (howler, spider and woolly monkeys and muriquis). En R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, & D. E. Wilson (Eds.), *Handbook of the mammals of the world. Volume 3: Primates* (pp. 484–549). Lynx Edicions.
- Rylands, A. B., & Mittermeier, R. A. (2013b). Family Callitrichidae (marmosets and tamarins). En R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, & D. E. Wilson (Eds.), *Handbook of the Mammals of the world. Volume 3: Primates* (pp. 262–346). Lynx Edicions.
- Rylands, A. B., & Mittermeier, R. A. (2013c). Family Cebidae (squirrel monkeys and capuchins). En R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, & D. E. Wilson (Eds.), *Handbook of the mammals of the world. Volume 3: Primates* (pp. 348–413). Lynx Edicions.
- Rylands, A. B., Coimbra-filho, A. F., & Mittermeier, R. A. (2009). The systematics and distributions of the marmosets (*Callithrix*, *Callibella*, *Cebuella*, and *Mico*) and *Callimico* (*Callimico*) (Callitrichidae, Primates). En S. M. Ford, L. M. Porte, & L. C. Davis (Eds.), *The Smallest Anthropoids. Developments in Primatology: Progress and Prospects*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0293-1>
- Rylands, A. B., Matauschek, C., Aquino, R., Encarnación, F., Heymann, E. W., De la Torre, S., & Mittermeier, R. A. (2011). The range of the golden-mantle tamarin, *Saguinus tripartitus* (Milne Edwards, 1878): Distributions and sympatry of four tamarins in Colombia, Ecuador, and northern Peru. *Primates*, 52(1), 25–39. <https://doi.org/10.1007/s10329-010-0217-3>

- Saá, I. A. (2016). *Comparación de los perfiles de cacería en tres comunidades Waorani del Parque Nacional Yasuní entre el período 2002 y 2015*. Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/80987>
- Sales, L. P., Ribeiro, B. R., Chapman, C. A., & Loyola, R. (2020). Multiple dimensions of climate change on the distribution of Amazon primates. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(2), 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.03.001>
- Sánchez-Otero, J. (2012). *Introducción a la estadística no paramétrica y al análisis multivariado*. Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Schel, L. (1997). *Cacería y de vertebrados terrestres y conservación de especies en la comunidad cofán de Zábaló*. Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Schipper, J., Chanson, J. S., Chiozza, F., Cox, N. A., Hoffmann, M., Katariya, V., Lamoreux, J. F., Rodrigues, A. S. L., Stuart, S. N., Temple, H. J., Baillie, J. E. M., Boitani, L., Lacher, T. E. J., Mittermeier, R. A., Smith, A. T., Absolon, D., Aguiar, J. M., Amori, G., Bakkour, N., ... Young, B. E. (2008). The status of the world's land and marine mammals: diversity, threat, and knowledge. *Science*, 322(5899), 225–230. <https://doi.org/10.1126/science.1165115>
- Schlegel, H. (1876). Les singes. Simiae. *Muséum d'histoire naturelle des Pays-Bas*, 7(1), 1–356.
- Schloss, C. A., Nuñez, T. A., & Lawler, J. J. (2012). Dispersal will limit ability of mammals to track climate change in the Western Hemisphere. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(22), 8606–8611. <https://doi.org/http://doi/10.1073/pnas.1116791109>
- Schwitzer, C., Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., Taylor, L. A., Chiozza, F., Williamson, E. A., Wallis, J., & Clark, F. E. (2014). *Primates in Peril: The world's 25 most endangered primates 2012–2014*. IUCN SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, Conservation International, Bristol Zoological Society.
- Schwitzer, C., Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., Chiozza, F., Williamson, E. A., Wallis, J., & Cotton, A. (2015). *Primates in peril: The world's 25 most endangered primates 2014–2016*. IUCN SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, Conservation International, Bristol Zoological Society.
- Schwitzer, C., Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., Chiozza, F., Williamson, E. A., Macfie, E. J., Wallis, J., & Cotton, A. (2017). *Primates in Peril: The World's 25 most endangered primates 2016–2018*. IUCN SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, Conservation International y Bristol Zoological Society. <https://doi.org/10.1896/052.022.0101>
- Schwitzer, C., Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., Chiozza, F., Williamson, E. A., Byler, D., Wich, S. A., Humle, T., Johnson, C., Mynott, H., & McCabe, G. (2019). *Primates in Peril: The World's 25 most endangered primates 2018–2020*. IUCN SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, Global Wildlife Conservation y Bristol Zoological Society.
- Sclater, P. L. (1872). On the species of *Quadrumanus* collected by Mr. Buckley in Ecuador. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 663–664.
- Shanee, N. (2012). Trends in local wildlife hunting, trade and control in the tropical Andes biodiversity hotspot, northeastern Peru. *Endangered Species Research*, 19(2), 177–186. <https://doi.org/10.3354/esr00469>

- Shanee, N., Mendoza, A. P., & Shanee, S. (2017). Diagnostic overview of the illegal trade in primates and law enforcement in Peru. *American Journal of Primatology*, 79(11), e22516. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ajp.22516>
- Shanee, S., Shanee, N., & Allgas-Marchena, N. (2013). Primate surveys in the Marañón-Huallaga landscape, northern Peru with notes on conservation. *Primate Conservation*, 27(1), 3–11. <https://doi.org/10.1896/052.027.0114>
- Shanee, S., Aquino, R., Cornejo, F. M., Mittermeier, R. A., & Vermeer, J. (2019). Peruvian Yellow-tailed Woolly Monkey (*Lagothrix flavicauda*). The IUCN Red List of Threatened Species 2019; UICN. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T39924A17924112.en>
- Shostell, J. M., & Ruiz-García, M. (2016). An introduction to Neotropical primates. En M. Ruiz-García & J. M. Shostell (Eds.), *Phylogeny, molecular population genetics, evolutionary biology and conservation of the Neotropical Primates* (pp. 3–38). Nova Science Publisher Inc.
- Shuai, L., Chen, C., Liu, W., Xu, W., Wang, Y., Zeng, Z., Zhang, Z., Zhao, L., & Wang, Y. (2021). Ecological correlates of extinction risk in Chinese terrestrial mammals. *Diversity and Distributions*, 1–14. <https://doi.org/10.1111/ddi.13279>
- Sierra, R. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental*. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia.
- Sierra, R., Campos Y., F., & Chamberlin, J. (1999). *Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador continental. Un estudio basado en la diversidad de ecosistemas y su ornitofauna*. Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador, Proyecto INEFAN/GEF-BIRF, Fundación EcoCiencia, Wildlife Conservatio Society.
- Sirén, A. (2004). Chapter 9: Hunting. En A. Sirén (Ed.), *Changing interactions between humans and nature in Sarayaku, Ecuadorian Amazon* (pp. 191–217). Acta Universitatis Agriculturae Sueciae: Agraria 447. <http://diss-epsilon.slu.se/archive/00000498/>
- Sirén, A. (2012). Festival hunting by the kichwa people in the Ecuadorian Amazon. *Journal of Ethnobiology*, 32(1), 30–50. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-32.1.30>
- Soberón, J. M., & Peterson, A. T. (2005). Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics*, 2, 1–10. <https://doi.org/10.17161/bi.v2i0.4>
- Solari, S., Pacheco, V., Luna, L., Velazco, P. M., & Patterson, B. D. (2006). Mammals of the Manu Biosphere Reserve. *Fieldiana: Zoology*, 1542, 13–22.
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Alley, R. B., Berntsen, T., Bindoff, N. L., Chen, Z., Chidthaisong, A., Gregory, J. M., Hegerl, G. C., Heimann, M., Hewitson, B., Hoskins, B. J., Joos, F., Jouzel, J., Kattsov, V., Lohmann, U., Matsuno, T., Molina, M., ... Wratt, D. (2007). Technical summary. En S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, & H. L. Miller (Eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>
- Solórzano, M. F., Cervera, L., Álvarez-Solas, S., De la Torre, S., & Tirira, D. G. (2018). Mono ardilla de Humboldt *Saimiri cassiquiarensis* Lesson, 1840. En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata

- Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 88–95). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Stamatakis, A. (2014). Raxml version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. *Bioinformatics*, 30, 1312–1313. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btu033>
- Suárez, E., Morales, M., Cueva, R., Utreras, V., Zapata Ríos, G., Toral, E., Torres, J., Prado, W., & Vargas Olalla, J. (2009). Oil industry, wild meat trade and roads: Indirect effects of oil extraction activities in a protected area in north-eastern Ecuador. *Animal Conservation*, 12(4), 364–373. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2009.00262.x>
- Suárez, E., Stallings, J. R., & Suárez, L. (1995). Small-mammal hunting by two ethnic groups in north-western Ecuador. *Oryx*, 29(1), 35–42. <https://doi.org/10.1017/S0030605300020858>
- Suárez, E., Zapata Ríos, G., Utreras, V., Strindberg, S., & Vargas, J. (2013). Controlling access to oil roads protects forest cover, but not wildlife communities: A case study from the rainforest of Yasuní Biosphere Reserve (Ecuador). *Animal Conservation*, 16(3), 265–274. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2012.00592.x>
- Suárez, L., & García, M. (1986). *Extinción de animales en el Ecuador*. Fundación Natura.
- Terborgh, J. (1983). *Five New World primates: A study in comparative ecology*. Princeton University Press.
- Terry, A. R. (1834). *Viajes por la región ecuatorial de América del Sur - 1832*. Ediciones Abya-Yala, Colección Tierra Incógnita 9.
- Thomas, O. (1880). On mammals from Ecuador. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1880, 393–403.
- Thomas, O. (1904). New *Callithrix*, *Midas*, *Felis*, *Rhipidomys*, and *Proechimys* from Brazil and Ecuador. *Annals and Magazine of Natural History*, 14(7), 188–196.
- Thomas, O. (1913). New mammals from South America. *Annals and Magazine of Natural History*, 12(8), 567.
- Thorington, R. W. Jr. (1988). Taxonomic status of *Saguinus tripartitus* (Milne-Edwards, 1878). *American Journal of Primatology*, 15, 367–371. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350150410>
- Tingley, M. W., Koo, M. S., Moritz, C., Rush, A. C., & Beissinger, S. R. (2012). The push and pull of climate change causes heterogeneous shifts in avian elevational ranges. *Global Change Biology*, 18, 3279–3290. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02784.x>
- Tirira, D. G. (1998). Técnicas para el estudio de mamíferos silvestres. En D. G. Tirira (Ed.), *Biología, sistemática y conservación de los mamíferos del Ecuador* (1a ed., pp. 93–125). Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 1.
- Tirira, D. G. (1999). *Mamíferos del Ecuador*. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 2.
- Tirira, D. G. (2000). *Listado bibliográfico sobre los mamíferos del Ecuador*. EcoCiencia y Simbioe. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 3.
- Tirira, D. G. (2001a). *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (1a ed.). Simbioe, EcoCiencia, MAE, UICN. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 4.

- Tirira, D. G. (2001b). Chichico de manto rojo (*Saguinus fuscicollis*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (1a ed., p. 144). Simbioe, EcoCiencia, MAE, UICN. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 4.
- Tirira, D. G. (2001c). Mico negro (*Cebus apella*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (1a ed., p. 147). Simbioe, EcoCiencia, MAE, UICN. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 4.
- Tirira, D. G. (2001d). Mono capuchino (*Cebus capucinus*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (1a ed., p. 107). Simbioe, EcoCiencia, MAE, UICN. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 4.
- Tirira, D. G. (2001e). Mono nocturno del subtrópico (*Aotus lemurinus*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (1a ed., p. 194). Simbioe, EcoCiencia, MAE, UICN. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 4.
- Tirira, D. G. (2004a). *Nombres de los mamíferos del Ecuador*. Ediciones Murciélago Blanco y Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Publicación Especial de los mamíferos del Ecuador 5.
- Tirira, D. G. (2004b). Present status of the brown-headed spider monkey (*Ateles fusciceps* Gray, 1866) (Primates: Atelidae) in Ecuador. *Lyonia*, 13, 1–8.
- Tirira, D. G. (2007). *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador* (1a ed.). Ediciones Murciélago Blanco. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 6.
- Tirira, D. G. (2008). *Mamíferos de los bosques húmedos del noroccidente de Ecuador*. Ediciones Murciélago Blanco y Proyecto PRIMENET. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 7.
- Tirira, D. G. (2010). Mamíferos ecuatorianos en museos de historia natural y colecciones científicas: 2. El Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”. *Boletín Técnico* 9, Serie Zoológica, 6, 111–133.
- Tirira, D. G. (2011). *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed.). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- Tirira, D. G. (2012). *Diagnóstico de las especies de mamíferos CITES en el Ecuador*. Tesis de maestría en Conservación de Especies, Universidad Internacional de Andalucía.
- Tirira, D. G. (2013). Trafico de primates nativos del Ecuador. *Boletín Técnico* 11, Serie Zoológica, 8–9, 36–57.
- Tirira, D. G. (2017). *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed.). Asociación Ecuatoriana de Mastozoología y Editorial Murciélago Blanco. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 11.
- Tirira, D. G. (2018a). Lagunas en el conocimiento de los primates del Ecuador. *Nuestra Ciencia*, 22–24.
- Tirira, D. G. (2018b). Una revisión sobre la presencia y distribución de la familia Callitrichidae (Primates) en el Ecuador. En B. Urbani, M. Kowalewski, R. G. T. da Cunha, S. De La Torre, & L. Cortés-Ortiz (Eds.), *La primatología en Latinoamérica 2 - A primatologia na América Latina 2. Tomo II Costa Rica-Venezuela* (pp. 427–440). Ediciones IVIC. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).

- Tirira, D. G. (2019). Mamíferos ecuatorianos en museos de historia natural y colecciones científicas: 6. La Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. *Boletín Técnico 14, Serie Zoológica*, 14–15, 21–50.
- Tirira, D. G. (2020a). Primates en la Real Audiencia de Quito. *Nuestra Ciencia*, 22(c), 35–38.
- Tirira, D. G. (2020b). Diversidad de murciélagos de la provincia de Pastaza, Amazonía del Ecuador. *Mammalia aequatorialis*, 2, 31–63. <https://mamiferosdeecuador.com/mammalia-aequatorialis/index.php/boletin/article/view/15>
- Tirira, D. G. (2021a). *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (en preparación) (3a ed.). Asociación Ecuatoriana de Mastozoología, Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador.
- Tirira, D. G. (2021b). *Red Noctilio* (base de datos no publicada sobre los mamíferos del Ecuador). Grupo Murciélago Blanco.
- Tirira, D. G. (en prensa). Mamíferos ecuatorianos en museos de historia natural y colecciones científicas: 7. El Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*.
- Tirira, D. G., & Azurduy Högstrom, C. (2011). Mamíferos ecuatorianos en museos de historia natural y colecciones científicas: 3. El Museo de Historia Natural de Gotemburgo (Suecia). *Boletín Técnico 10, Serie Zoológica*, 7, 14–46.
- Tirira, D. G., & Burneo, S. F. (2011). Análisis, evaluación y comparaciones. En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., pp. 47–58). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- Tirira, D. G., & De la Torre, S. (2018a). Capuchino de cabeza grande *Sapajus macrocephalus* Spix, 1823. En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 82–87). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Tirira, D. G., & De la Torre, S. (2018b). Mono nocturno lemurino *Aotus lemurinus* (L. Geoffroy, 1843). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 96–101). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Tirira, D. G., & De la Torre, S. (2018c). Saki ecuatorial *Pithecia aequatorialis* Hershkovitz, 1987. En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 124–129). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Tirira, D. G., & Gallo-Viracocha, F. (2020). *Áreas prioritarias y vulnerabilidad al cambio climático de dos especies de primates (Alouatta palliata aequatorialis y Cebus aequatorialis) en la provincia de Azuay, Ecuador*. Reporte técnico. GAD Azuay y Fundación Mamíferos y Conservación.
- Tirira, D. G., & Rios, M. (2019). *Monitoreo Biológico Yasuní. Volumen 8: Uso de la flora y fauna por el pueblo Waorani, Amazonía del Ecuador*. Ecuambiente Consulting Group.

- Tirira, D. G., Almeida, P., Padilla, D., Cortes, K., Díaz, M., Álvarez, U., Pinos, G., Boada, C. E., & Soria, P. (2004). Portafolio de sitios prioritarios para la conservación dentro de la unidad de planificación ecorregional Pacífico Ecuatorial. *The Nature Conservancy*.
- Tirira, D. G., Arcos, R., & De la Torre, S. (2011). Mono capuchino blanco de occidente (*Cebus albifrons aequatorialis*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., pp. 71–72). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- Tirira, D. G., Arcos, R., De la Torre, S., & Pozo-Rivera, W. E. (2011). Mono capuchino de cara blanca (*Cebus capucinus*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., pp. 104–105). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- Tirira, D. G., Brito, J., Burneo, S. F., & AEM, C. de D. de la. (2020). *Mamíferos del Ecuador: lista actualizada de especies / Mammals of Ecuador: Updated checklist species. Versión 2020.2*. Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11326.10561>
- Tirira, D. G., Brito, J., Burneo, S. F., & Carrera-Estupiñán, J. P. (2021). *Mamíferos del Ecuador: lista oficial actualizada de especies / Mammals of Ecuador: Official updated species checklist (versión 2021.1)*. Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. <https://aem.mamiferosdeecuador.com/publica/lista-actualizadas-de-especies.html>
- Tirira, D. G., Camacho, M. A., Tinoco, N., Solórzano, M. F., & Burneo, S. F. (2016). Genus *Glyphonycteris* Thomas, 1896 (Mammalia: Chiroptera) in Ecuador: First confirmed record of *G. sylvestris* Thomas, 1896, and a geographical review to *G. daviesi* (Hill, 1965). *Check List*, 12(5), 1–10. <https://doi.org/10.15560/12.5.1965>
- Tirira, D. G., Campos Y., F., & De la Torre, S. (2018). Tití de manos amarillas *Cheracebus lucifer* (Thomas, 1914). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 110–115). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Tirira, D. G., Cuesta, F., & Suárez, L. (2011). Introducción. En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., pp. 21–28). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- Tirira, D. G., De la Torre, S., Arcos, R., & Pozo-Rivera, W. E. (2011). Mono nocturno lemurino (*Aotus lemurinus*). En D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (2a ed., p. 288). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 8.
- Tirira, D. G., De la Torre, S., & Zapata Ríos, G. (2018a). *Estado de conservación de los Primates del Ecuador*. Grupo de Estudio de Primates del Ecuador, Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Tirira, D. G., De la Torre, S., & Zapata Ríos, G. (2018b). *Plan de acción para la conservación de los primates del Ecuador*. Ministerio del Ambiente del Ecuador, Grupo de Estudio de Primates del

- Ecuador, Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. <http://aem.mamiferosdeecuador.com/images/pdf/Gepe/Tirira-et-al-2018-Marco-normativo-Plan-de-accion-primates-del-Ecuador.pdf>
- Tirira, D. G., Gavilanez-Endara, M. M., Paredes, K., & Chaves, G. (2007). *Primates en la Costa de Ecuador*. Primenet.
- Tirira, D. G., Greeney, H. F., Omaca, C., Baihua, O., & Killackey, R. P. (2020). Species richness and ethnozoological annotations on mammals at the Boanamo indigenous community, Waorani territory, Orellana and Pastaza provinces, Ecuador. *Mammalia*, 84(6), 535–551. <https://doi.org/doi.org/10.1515/mammalia-2019-0144>
- Tirira, D. G., Méndez-Carvajal, P. G., & Morales-Jiménez, A. L. (2017). Brown-headed spider monkey (*Ateles fusciceps* Gray, 1866). En C. Schwitzer, R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, F. Chiozza, E. A. Williamson, E. J. Macfie, J. Wallis, & A. Cotton (Eds.), *Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates, 2016–2018* (pp. 83–87). IUCN SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, Conservation International y Bristol Zoological Society.
- Tirira, D. G., Navarrete Z., L., & De la Torre, S. (2018). Saki de Miller *Pithecia milleri* (J. A. Allen, 1914). En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 130–135). Grupo de Estudio de Primates del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Tirira, D. G., Proaño, M. D., Echeverría, H., & Ron Villacrés, K. (2018). Marco normativo. En D. G. Tirira, S. De la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Plan de acción para la conservación de los primates del Ecuador* (pp. 15–22). Ministerio del Ambiente del Ecuador, Grupo de Estudio de Primates del Ecuador, Asociación Ecuatoriana de Mastozoología.
- Tirira, D. G., Reid, F. A., & Engstrom, M. D. (2019). *Monitoreo Biológico Yasuní. Volumen 2: Mamíferos*. Ecuambiente Consulting Group.
- Tirira, D. G., Sánchez-Sánchez, L., & Álvarez-Solas, S. (2021). An update of the geographic distribution of the Red-mantled Saddle-Back Tamarin, *Leontocebus lagonotus* (Callitrichidae), in Ecuador. *International Journal of Primatology*, 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10764-021-00221-7>
- Tobar, C. R. (1876). *Mamíferos del Ecuador*. Fundación de Tipos de M. Rivadeneira.
- Trouessart, E.-L. (1897). *Catalogus mammalium tam viventium quam fossilium. Fasciculus I. Primates, Prosimiae, Chiroptera, Insectivora*. R. Friedländer & Sohn.
- UICN. (2001). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN, Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN.
- UICN. (2003). *Directrices para emplear los criterios de la Lista Roja de la UICN a nivel nacional*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN.
- UICN. (2012). *Directrices para el uso de los criterios de la Lista Roja de la UICN a nivel regional y nacional*. Versión 4.0. UICN.
- UICN. (2017). *Directrices de uso de las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN*. Versión 13. Subcomité de Estándares y Peticiones de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>
- UICN. (2020). *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020.2*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <https://www.iucnredlist.org/>

- UICN. (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021.1*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <https://www.iucnredlist.org/>
- Ulloa, R. (1986). Primer registro de *Callicebus torquatus* (Cebidae, Platyrrhini) en el Ecuador. *Revista del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales*, 7(5), 123–136.
- Ulloa, R. (1988). *Estudio sinecológico de primates en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, Amazonía ecuatoriana*. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Urgilés-Verdugo, C. A., Gallo-Viracocha, F., & Trávez B., H. (2018). *Composición y estado de conservación de los mamíferos medianos y grandes del Corredor Biológico Tropi-Andino, Ecuador* (1a ed.). Instituto para la Conservación y Capacitación Ambiental.
- Urrutia, R., & Vuille, M. (2009). Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 114, 2108.
- Vale, C. G., Ferreira da Silva, M. J., Campos, J. C., Torres, J., & Brito, J. C. (2015). Applying species distribution modelling to the conservation of an ecologically plastic species (*Papio papio*) across biogeographic regions in West Africa. *Journal for Nature Conservation*, 27, 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2015.06.004>
- Valencia, R., Foster, R., Villa, G., Condit, R., Svenning, J. C., Hernández, C., Romoleroux, K., Losos, E., Magard, E., & Balslev, H. (2004). Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: large forest plot in eastern Ecuador. *Journal of Ecology*, 92, 214–229. <https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00876.x>
- Van Roosmalen, M. G. M., van Roosmalen, T., & Mittermeier, R. A. (2002). A taxonomic review of the titi monkeys, genus *Callicebus* Thomas, 1903, with the description of two new species, *Callicebus bernhardi* and *Callicebus stephennashi*, from Brazilian Amazonia. *Neotropical Primates*, 10(Suppl.), 1–52. <https://doi.org/10.1007/s10533-007-9087-1>
- Van Vuuren, D. P., Stehfest, E., Elzen, M. G. Den, Kram, T., Vliet, J. Van, Deetman, S., Isaac, M., K. Goldewijk, K., Hof, A., & Beltran, A. M. (2011). RCP2.6: exploring the possibility to keep global mean temperature increase below 2°C. *Climatic Change*, 109, 95–116.
- Vanderhoff, E. N., & Nillson, J. (2010). Preliminary observations of Napo Tamarins (*Saguinus graellsii*) and notes on primates of Wildsumaco Wildlife Sanctuary. *Neotropical Primates*, 17(2), 75–76. <https://doi.org/10.1896/044.017.0207>
- Vásquez, V. H., & Serrano, M. A. (2009). *Las áreas naturales protegidas de Colombia*. Conservación Internacional Colombia y Fundación BioColombia.
- Veracini, C., & Garcia-Franquesa, E. (2010). The primate collection at the Natural Science Museum of Barcelona (Spain). *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 8, 15–52.
- Vermeer, J., Palacios, E., Shanee, S., & De la Torre, S. (2018). Red Titi Monkey (*Plecturocebus discolor*). The IUCN Red List of Threatened Species 2018. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T41553A192452388.en>
- Vickers, W. T. (1991). Hunting yields and game composition over ten years in an Amazon indian territory. En J. G. Robinson & K. H. Redford (Eds.), *Neotropical wildlife use and conservation* (pp. 53–81). The University of Chicago Press.

- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* (2a ed.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Voss, R. S., & Emmons, L. H. (1996). Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: A preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 230, 1–115.
- Voss, R. S., & Fleck, D. W. (2011). Mammalian diversity and Matsigenka ethnomammalogy in Amazonian Peru. Part 1. Primates. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 351, 1–81.
- Vriesendorp, C., Álvarez, J. A., Barbagelata, N., Alverson, W. S., & Moskovits, D. K. (2007). Perú: Nanay-Mazán-Arabela. En *Rapid Biological Inventories* (Vol. 18). The Field Museum. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.96838>
- Vriesendorp, C., Alverson, W. S., Del Campo, Á., Stotz, D. F., Moskovits, D. K., Fuentes Cáceres, S., Coronel Tapia, B., & Anderson, E. P. (2009). Ecuador: cabeceras Cofanes-Chingual. En *Rapid Inventories Biological and Social* (Vol. 21). The Field Museum.
- Warren, D. L., & Seifert, S. N. (2011). Ecological niche modeling in MaxEnt: The importance of model complexity and the performance of model selection criteria. *Ecological Applications*, 21, 335–342. <https://doi.org/https://doi.org/10.1890/10-1171.1>
- WCS-Ecuador. (2007). *El tráfico de carne silvestre en el Parque Nacional Yasuní: Caracterización de un mercado creciente en la Amazonía Norte del Ecuador*. 2, 1–8.
- Whitaker, R. J., Grogan, D. W., & Taylor, J. W. (2003). Geographic barriers isolate endemic populations of hyperthermophilic Archaea. *Science*, 301, 976–978.
- Whitcomb, R. F. (1981). *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*. Ecological Studies 41, Springer-Verlag.
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3), 213–251.
- Wilcox, B. A. (1980). Insular ecology and conservation. En M. E. Soulé & B. A. Wilcox (Eds.), *Conservation Biology: An evolutionary-ecological perspective* (pp. 95–117). Sinauer.
- Williams, J. (1996). An annotated list of the larger mammals of Ecuador. En B. J. Beste, T. Heijnen, & R. S. Williams (Eds.), *A guide to birdwatching in Ecuador and the Galapagos Islands* (pp. 389–392). Biosphere Publications.
- Yost, J. A., & Kelly, P. (1983). Shotguns, blowguns, and spears: The analysis of technological efficiency. En R. B. Hames & W. T. Vickers (Eds.), *Adaptive response of native Amazonians* (pp. 189–224). Academic Press Inc.
- Zamora-Gutiérrez, V., Pearson, R. G., Green, R. E., & Jones, K. E. (2018). Forecasting the combined effects of climate and land use change on Mexican bats. *Diversity and Distributions*, 24(3), 363–374. <https://doi.org/10.1111/ddi.12686>
- Zapata Ríos, G. (2001). Sustentabilidad de la cacería de subsistencia: el caso de cuatro comunidades quichuas en la Amazonía nororiental ecuatoriana. *Mastozoología Neotropical*, 8(1), 59–66.
- Zapata Ríos, G., Araguillín, E., & Jorgenson, J. P. (2006). Caracterización de la comunidad de mamíferos no voladores en las estribaciones orientales de la cordillera del Kutukú, Amazonía ecuatoriana. *Mastozoología Neotropical*, 13(2), 227–238.

- Zapata Ríos, G., Urgilés-Verdugo, C. A., & Suárez, E. (2009). Mammal hunting by the Shuar of the Ecuadorian Amazon: Is it sustainable? *Oryx*, 43(3), 375–385. <https://doi.org/10.1017/S0030605309001914>
- Zavala-Becilla, E. (2017). *Catálogo “Sección de Historia Natural” del Museo Municipal de Guayaquil*. Museo Municipal de Guayaquil.
- Zhang, K., Yao, L., Meng, J., & Tao, J. (2018). MaxEnt modeling for predicting the potential geographical distribution of two peony species under climate change. *Science of the Total Environment*, 634, 1326–1334. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.112>
- Zhang, L., Ameca, E. I., Cowlshaw, G., Pettorelli, N., Foden, W., & Mace, G. M. (2019). Global assessment of primate vulnerability to extreme climatic events. *Nature Climate Change*, 9(7), 554–561. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0508-7>
- Zhao, X., Ren, B. P., Li, D., Garber, P. A., Zhu, P., Xiang, Z., Grueter, C. C., Liu, Z., & Li, M. (2019). Climate change, grazing, and collecting accelerate habitat contraction in an endangered primate. *Biological Conservation*, 231, 88–97. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.007>
- Zunino, M., & Zullini, A. (2003). *Biogeografía: la dimensión espacial de la evolución*. Fondo de la Cultura Económica.

Lagothrix lagothricha poeppigii (foto de Diego Tirira)

Apéndices

Apéndice 1

Artículo publicado

International Journal of Primatology
<https://doi.org/10.1007/s10764-021-00221-7>



An Update of the Geographic Distribution of the Red-Mantled Saddle-Back Tamarin, *Leontocebus lagonotus* (Callitrichidae), in Ecuador

Diego G. Tirira^{1,2,5} · Lidia Sánchez-Sánchez³ · Sara Álvarez-Solas^{4,5,6}

Received: 14 December 2020 / Accepted: 15 April 2021 / Published online: 20 May 2021
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2021

Abstract

Understanding the geographic distributions of primates is necessary to ensure effective conservation strategies. Nonetheless, many gaps persist in information regarding the range limits of platyrrhines. *Leontocebus lagonotus* is no exception; it is one of the least studied primates in Ecuador and its geographic limits are poorly known. We obtained 296 records of its presence in Ecuador from field studies (between 1996 and 2020), museums, the literature, and databases. Of these, we validated 211 records and used 106 (excluding grouped points) to determine the potential distribution of this species using an ecological niche model (MaxEnt). The model suggested that the species' distribution in Ecuador covers 64,028 km². Based on confirmed data, the extent of occurrence was 38,226 km², but after updating it with layers of remaining vegetation (2018), we determined that the current distribution is 32,643 km² (a 15% reduction). Our findings reduce the range proposed for the species in Ecuador, suggesting that areas north of the Napo River, the north-central area of Yasuní National Park, and the far eastern part of Waorani Ethnic Reserve were never part of the species' range. We also identified the southern boundaries of its distribution, where the Paute-Upano and Cangaimo-Morona rivers form a natural barrier. Its distribution in Peru possibly reaches the south of the Morona and Santiago rivers. We recommend a similar approach for other platyrrhines, particularly those under threat, for better implementation of conservation efforts.

Keywords Altitudinal range · Amazonia · Ecological niche model · Knowledge gaps · Natural barriers · Rainforest

Handling Editor: Joanna Setchell.

✉ Diego G. Tirira
diegotirira@gmail.com

Extended author information available on the last page of the article



Content courtesy of Springer Nature, terms of use apply. Rights reserved.

Introduction

Understanding the distribution of species is key to developing conservation strategies (Ingberman *et al.* 2016; Tirira *et al.* 2018a). Ecological niche modeling and other geographic tools can augment our knowledge of primate distributions, especially of poorly known species (Chetan *et al.* 2014; Rodríguez-Bolaños *et al.* 2013; Roncancio *et al.* 2013), predict the effects of climate change on populations (Luo *et al.* 2015; Meyer *et al.* 2014; Sales *et al.* 2020), and define applications in management and conservation (Campos and Jack 2013; Henao-Díaz *et al.* 2020; Ingberman *et al.* 2016; Vale *et al.* 2015). These distribution models are based on species locations and environmental variables (Baldwin *et al.* 2014). However, these models do not take into account other factors that determine species distributions, such as geographic barriers (Colwell 2000; Fordham *et al.* 2020), biotic interactions, adaptations, and anthropogenic changes to environments that restrict the geographic space of species occupancy (Anderson and Martínez-Meyer 2004; Ingberman *et al.* 2016; Phillips *et al.* 2006; Soberón and Peterson 2005).

The distributions of most platyrrhines are still poorly known (Ingberman *et al.* 2016; Mittermeier *et al.* 2013; Rylands *et al.* 2011; Tirira 2018). An example is *Leontocebus lagonotus*, a common and widespread species of tamarin of the Ecuadorean and Peruvian Amazon that has been little studied (Rylands and Mittermeier 2013), as shown by the numerous incongruences in published range maps for the species (Fig. 1).

Leontocebus lagonotus (mass 400 g) is diurnal and spends most of the time in the middle and low strata of forests (De la Torre 2000; Tirira 2017). It lives in primary, secondary, and disturbed forests and is often observed near roads and villages (Aquino *et al.* 2014; De la Torre 2000). It forms groups of 2–12, composed of an adult male, an adult female, and their offspring. Females usually have twins with an estimated gestation period of 140 days (De la Torre 2000; Rylands and Mittermeier 2013; Terborgh 1983). It is a frugivore–insectivore, feeding on fruits, small animal prey, resins, nectar, and flowers (Rylands and Mittermeier 2013).

Leontocebus lagonotus was first described as *Midas lagonotus* Jiménez de la Espada 1870, but it was later treated as a subspecies of *Saguinus fuscicollis*, in the *nigricollis* or white-mouthed tamarin group (Hershkovitz 1977). A phylogenetic analysis raised it to species level (Matauschek *et al.* 2011) and later placed it in the genus *Leontocebus*, along with other members of the *nigricollis* group (Rylands *et al.* 2016). A recent study argued that *Leontocebus* would be better considered a subgenus of *Saguinus* (Garbino and Martins-Junior 2018), but following the latest primate publications from Ecuador and the IUCN Primate Specialist Group (IUCN 2020; Tirira *et al.* 2018b), we use the genus name *Leontocebus*.

The distribution of *Leontocebus lagonotus* is delimited by the Napo, Curaray, Amazonas, and Marañón rivers, where it converges with other species of tamarins with similar body size and trophic position (*L. nigricollis*, *L. nigrifrons*, *L. illigeri*, and *L. leucogenys*) (Rylands and Mittermeier 2013; Rylands *et al.* 2016), although there is a small area where it overlaps with *L. tripartitus* (De la Torre 2017; Rylands *et al.* 2011; Tirira 2018). However, the northwestern and southwestern limits of its distribution are uncertain (Rylands and Mittermeier 2013; Tirira 2018) due to some controversial range records (Napo River's north side and Cordillera del Cóndor, in the extreme southwest) (Tirira 2018).

An Update of the Geographic Distribution of the Red-Mantled...

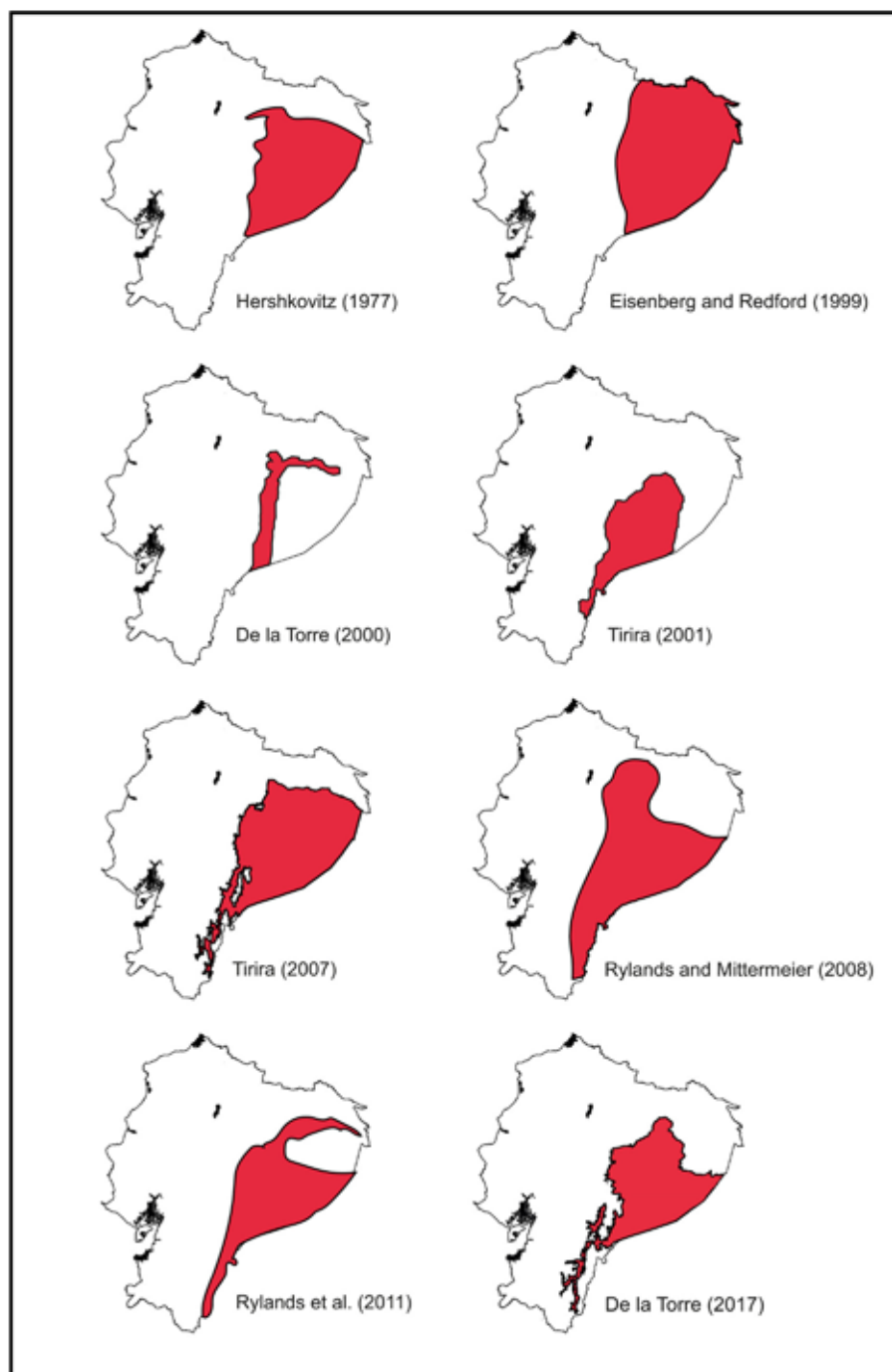


Fig. 1 Maps of the distribution of *Leontocebus lagonotus* in Ecuador (redrawn from the original sources).

In late 2018 the *Action Plan for Ecuadorian Primate Conservation (Plan de acción para la conservación de los primates del Ecuador)* was published (Tirira et al. 2018a).

 Springer

Content courtesy of Springer Nature, terms of use apply. Rights reserved.

This highlighted the need to better understand the distribution of a number of unknown Ecuadorian species, such as *Leontocebus lagonotus*. As highlighted by the *Action Plan*, we investigate the geographic range of *L. lagonotus* in Ecuador using field records obtained from 1996 through 2020 to determine natural barriers and reconcile gaps in our knowledge of its distribution. In addition, we include information on habitat loss and investigate the possibility of sympatry with another species of tamarin.

Methods

Study Area

The study area includes the eastern side of the Ecuadorian Andes with an altitudinal range from 180 to 1800 m a.s.l. (Fig. 2). The area is part of the Brazilian Boreal dominion and the biogeographic area of Napo province (Morrone 2014). The area is composed of 6 biogeographic sectors (from north to south: Norte de la cordillera Oriental de los Andes, Aguarico-Putumayo-Caquetá, Napo-Curaray, Tigre-Pastaza, Abanico del Pastaza, and Cordilleras Amazónicas), including 24 ecosystems (Ministerio del Ambiente del Ecuador, MAE 2013), and 2 zoogeographic units (Tropical Oriental and Subtropical Oriental) (Albuja et al. 2012).

Climatic factors, such as temperature and precipitation, vary widely due to the extent of the study area and its large altitudinal range. Average temperature reaches a maximum of 25.8°C in the lowlands and a minimum of 18.7°C in the highlands. Average annual precipitation ranges from 1303 mm at the eastern boundary to

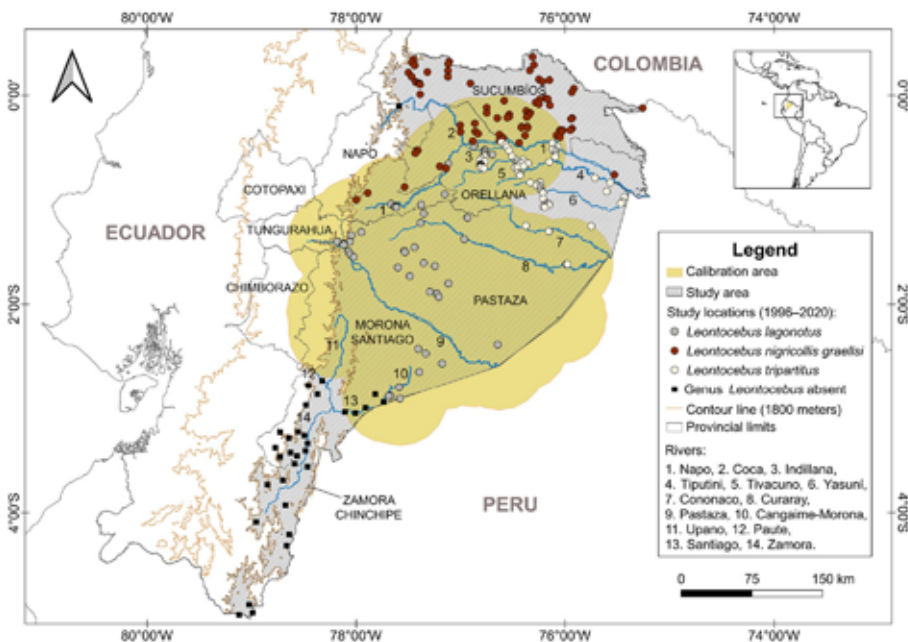


Fig. 2 The Ecuadorian Amazon, calibration and study areas. Circles and squares represent study locations (from 1996 to 2020).

4656 mm in the Puyo area, near the western boundary (MAE 2013). At low elevations, the canopy averages 25–35 m, although there are often emergent trees, which can reach 45–50 m in height. In the foothills and subtropical forests, the canopy averages 15–20 m in height (MAE 2013; Valencia *et al.* 2004).

There are three national reserves in the study area: Llanganates National Park in Pastaza province and Sangay National Park in Morona Santiago province, on the western boundary, and Yasuní National Park in Orellana and Pastaza provinces, on the northeastern boundary (MAAE 2020). Most of the eastern area includes indigenous reserves and territories (Moya 1998).

Occurrence Records

We compiled geographic data for *Leontocebus lagonotus* from field surveys, museum specimens, the literature, and databases.

Field Data We included our own sightings and those of colleagues between 1996 and 2020 (Fig. 2). From January 2017 to February 2020, we visited areas lacking information on the species or those with questionable records. We used two complementary methods: primate surveys and interviews with local people. During primate surveys, we searched for the tamarins along existing trails. According to standardized methodology in Ecuador (Cervera *et al.* 2018), these walking surveys generally extended 2 km or more and began at dawn (*ca.* 06:00–10:00 h) or at the end of the day (15:00–18:00 h). During visits to local communities, we also interviewed adults and hunters, and used photographs and color drawings to facilitate confirmation of species presence. By the end of this research, we had visited 169 Ecuadorian localities and conducted 133 interviews (95 localities and 90 interviews in 2017–2020, mainly one survey per site; of those, we conducted 30 localities and 35 interviews south of the Paute and Cangaime-Morona rivers). In addition, we included all opportunistic sightings during our expeditions.

Museum Specimens We examined 21 collections that together house 163 specimens of *Leontocebus lagonotus* (136 collected in Ecuador). We visited 13 of these museums (from 2001 to 2019), where we evaluated 84 specimens (52%) to confirm their identity and the associated field data.

Databases We included data on primates deposited in the databases of the Global Biodiversity Information Facility (GBIF 2020) and iNaturalist (iNaturalist 2020).

Record Validation

We reviewed all records in the database to avoid errors in identification, geographic location, and year of capture or sighting. We confirmed identifications by direct observation in the field or by verifiable evidence (material preserved, photography, or video). When direct confirmation was not possible, we followed at least one of three criteria to validate a record: 1) The record was published in a scientific document; 2) the record was carried out by a mammologist or a person with experience in identifying primates; and 3) the record was within the known range of the species.

We reviewed all the coordinates, mapped them to the World Geodetic System 1984 (WGS84), and transformed into a decimal system for display. To validate localities, we used Google Earth imagery to double-check location coordinates and cartography at a scale of 1 : 50,000 to 1 : 250,000 (IGM 1997, 2013). The georeferencing error was <2 km². In our analysis, we excluded all doubtful, ambiguous, unusual, or unverifiable records and animals in captivity with no source data.

To resolve sampling bias, we restricted the modeling calibration area to 50 km around each record (Fig. 2) (Giovanelli *et al.* 2010; Phillips *et al.* 2009). We filtered data using the spThin package (Aiello-Lammens *et al.* 2015) in R software (R Development Core Team 2017) to minimize spatial autocorrelation. We excluded records that were <10 km from each other (Aiello-Lammens *et al.* 2015).

We obtained 296 records of *Leontocebus lagonotus* from Ecuador, and validated 211. Excluding grouped points, we used 106 independent locations from 5 Ecuadorian provinces for geographic modeling: Pastaza, 68; Morona Santiago, 15; Napo, 14; Orellana, 7; and Tungurahua, 2. See Electronic Supplementary Material Table SI.

Data Analysis

Potential Distribution We used MaxEnt 3.4.1 (Phillips *et al.* 2004), an algorithm based on the probability of maximum entropy using presence data and environmental variables within the study area (Elith *et al.* 2010; Phillips and Dudík 2008) to model the distribution of the species. This algorithm seeks a correlation between environmental variables and point distribution data for a species and assumes that it explains most of the fundamental niche of the species within a framework of relative climatic stability (Beaumont *et al.* 2007).

We used 19 bioclimatic variables (Phillips *et al.* 2006) extracted from the WorldClim database (version 2.1) with 30 s (~1 km²) spatial resolutions (Hijmans *et al.* 2005). Those variables are most frequently used to define environmental space (Pliscoff and Fuentes-Castillo 2011) in combination with information on species presence. Bioclimatic variables are derived from the interpolation of monthly values of temperature and precipitation observed from 1970 to 2000 (Hijmans *et al.* 2005), so we excluded species records from before 1950.

We divided the validated points of presence of the species into random test records (25%), for statistical analysis, and test records (75%). We selected 10,000 background points, with a maximum of 5000 interactions and 10 replicates in a logistic output format. We used Jackknife analysis to select the variables that contributed most to the final model (Phillips 2017). MaxEnt calculates the contribution of each variable by randomly changing the values of a given variable between the training points. This gives a value that expresses the reduction in the area under the curve (AUC) values of the test points (Peterson and Cohoon 1999). Values between 0.80 and 0.90 (with 1 as a maximum value) indicate that the current distribution is well explained by the climatic variables and is a good model (Araújo *et al.* 2005). To reduce the influence of collinearity on the modeling process we conducted pairwise Pearson correlation tests to exclude variables with correlation values exceeding 0.7 ($P < 0.01$) (Dormann *et al.* 2013). We inserted the cut-off threshold in the model to create maps. We transformed the MaxEnt output into raster format and interpreted the potential distribution map in the context of the extent of occurrence.

An Update of the Geographic Distribution of the Red-Mantled...

We also included altitude layers in the analysis (Jarvis *et al.* 2018) and eliminated areas outside the altitudinal range of the species. We set the limit to 1760 m, based on the highest confirmed record for the species (Álvarez-Solas *et al.* 2018; Brito and Ojala-Barbour 2016).

Extent of occurrence The extent of occurrence is defined as the area contained within the shortest continuous imaginary boundary, which can be drawn to encompass all the known, inferred, or projected sites of present occurrence of a taxon (IUCN 2012). We determined the extent of occurrence based on all confirmed extreme records of *Leontocebus lagonotus*, identified or suspected geographic barriers (e.g. rivers), and areas where we confirmed the species is absent (Ingberman *et al.* 2016).

Current Distribution We obtained the current distribution by overlapping the potential distribution and extent of occurrence maps with information on anthropogenic intervention (Ingberman *et al.* 2016). We used remnant vegetation cover, extracted from the land use map of Ecuador (MAE 2018). We used the home range of *Leontocebus lagonotus* of 0.2–0.468 km² (Carrillo-Bilbao and Martin-Solano 2010; Jones *et al.* 2009) to estimate minimum areas capable of sustaining a potentially viable population. However, we excluded fragments <1 km² because they have a disproportionately high edge effects, and low probabilities of long-term conservation for these smaller forest fragments (Benítez-Malvido 2008).

We converted the generated models into binary maps of 0 and 1 using the value of minimum training presence logistic threshold of 0.134 (Phillips *et al.* 2006). We then merged the binary maps for the extent of occurrence and current distribution to determine the change in distribution.

Altitudinal Range We used all Ecuadorian confirmed records of the species to determine its altitudinal range.

We performed statistical analysis in SPSS Statistics 22 and spatial analysis in QGIS 3.14 Geographic Information System, an open-source geospatial software.

Ethical Note

This study is based on field observations and on the analysis of records published or deposited in museums. We did not capture specimens or take samples in the field. Interviews with local people were conducted with their informed consent and, when necessary, verbal permission from the president of the community. Their participation was voluntary and they could withdraw from the study at any time. We declare that we do not have conflicts of interest, nor do we have competing financial interests or personal relationships that could influence the work reported in this article.

Data Availability Full data sets used are available from the corresponding author on reasonable request.

 Springer

Content courtesy of Springer Nature, terms of use apply. Rights reserved.

Results

Potential Distribution

Our potential distribution model indicated that the current distribution is well explained by the climatic variables (AUC = 0.844 indicates a good model). The variables that contributed most to the potential distribution of the species were annual precipitation, isothermality, precipitation of driest quarter, precipitation of driest month, and precipitation of wettest month (Table I).

The species distribution model showed suitable habitat for *Leontocebus lagonotus* in six Ecuadorian provinces: southern and eastern Napo, southwestern Sucumbíos, western and southwestern Orellana, most of Pastaza (except the northeastern area), eastern Tungurahua, and northern and northeastern Morona Santiago. We estimated that the total potential area of occurrence was 64,028 km² (Fig. 3).

Extent of Occurrence

We estimated the extent of occurrence of *Leontocebus lagonotus* as 38,226 km². We confirmed that the south bank of the Napo River is the northern limit of the species distribution (west of the mouth of the Indillama River, left margin). From this point, its distribution extends to the south as far as the Curaray River, and continues east along the river (only on the right bank) and enters Peru. In the lower Amazon, we confirmed that the southern limit is the left bank of the Morona River and its tributary (Cangaime River). In the upper Amazon, its southern limit is delimited by the Paute (left bank) and Upano (right bank) rivers (Fig. 4).

From north to south, we confirmed records of *Leontocebus lagonotus* in the following river basins: Napo (right bank), Anzú, Arajuno, Indillama, Tigüino, Curaray (both banks, but only right side approximately from the mouth of Tzapino River to Peru), Villano, Pinto Yaku, Conambo, Bobonaza, Copataza, Capahuari, Pastaza, Cangaime (left bank), Morona (left bank), Upano (right bank), and Paute (left bank).

Table I Bioclimatic variables from WorldClim used in MaxEnt to model the potential distribution of *Leontocebus lagonotus* in Ecuador

Bioclimatic variable	Percent contribution	Permutation importance
BIO 2 = Mean diurnal range [mean of monthly (max temp - min temp)]	2.9	0.0
BIO 3 = Isothermality (BIO2/BIO7) ($\times 100$) ^a	15.3	11.9
BIO 12 = Annual precipitation ^a	34.4	0.0
BIO 13 = Precipitation of wettest month ^a	6.3	6.0
BIO 14 = Precipitation of driest month ^a	7.1	11.6
BIO 17 = Precipitation of driest quarter ^a	12.3	11.9
BIO 18 = Precipitation of warmest quarter	3.1	17.1
BIO 19 = Precipitation of coldest quarter	1.5	0.1

We eliminated 11 environmental variables in pairwise Pearson correlation tests.

^a Variables that contributed most to the model.

An Update of the Geographic Distribution of the Red-Mantled...

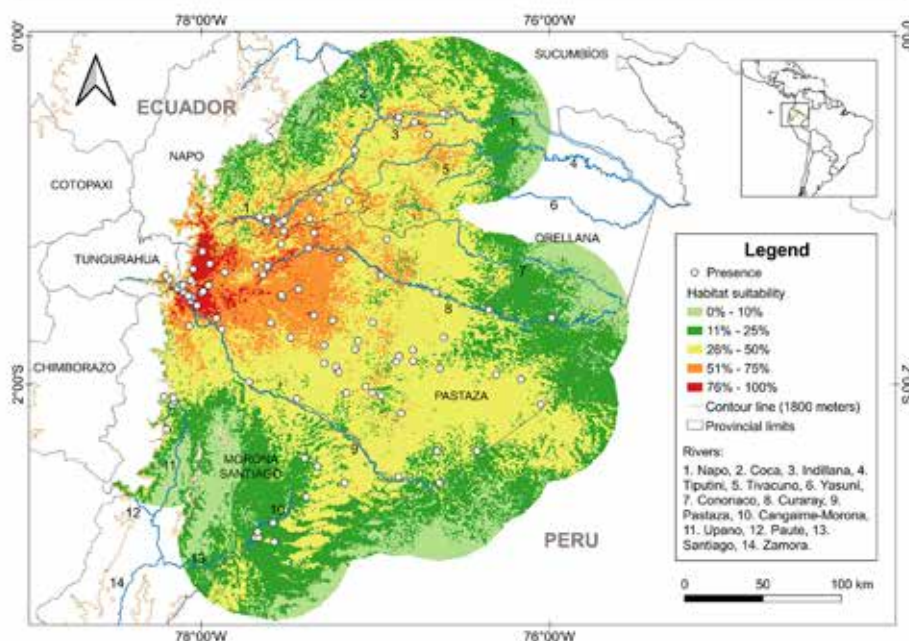


Fig. 3 Suitable habitat for *Leontocebus lagonotus* in Ecuador. White circles are presence sites used in the ecological niche modeling. Habitat suitability greater than 11% corresponds to areas where the model considers that the species is present.

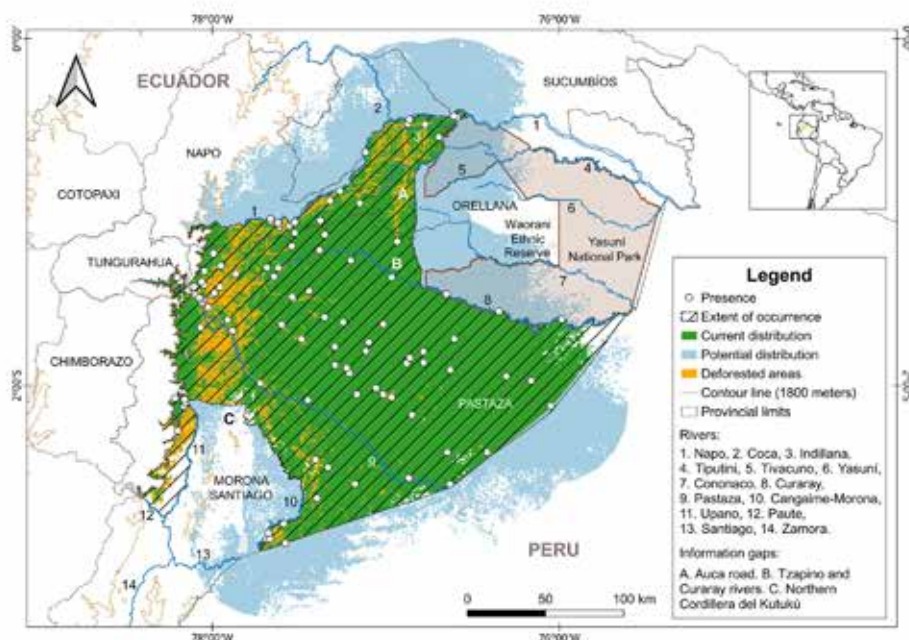


Fig. 4 Potential and current distributions and extent of occurrence of *Leontocebus lagonotus* in Ecuador. Grey circles indicate localities used in ecological niche modeling.

We identified unexplored areas where survey efforts should be focused to discover new populations of *Leontocebus lagonotus*. From north to south, these are A) the strip between the Auca road and the Pompeya Sur community, B) the area between the Tzapino and Curaray rivers, and C) north and west of the Cordillera del Kutukú (Fig. 4).

Current Distribution

We determined that the current distribution of *Leontocebus lagonotus* in Ecuador covers 32,643 km² (Fig. 4), excluding deforested areas (5342.6 km²) and fragments <1 km² (240.4 km²), reducing the extent of occurrence by 15%. Most of the lost area is alongside the Troncal Amazónica road, which connects the towns of Tena, Puyo, and Macas. The second largest area of habitat loss is along the Auca road, in Orellana province.

Altitudinal Range

We determined that *Leontocebus lagonotus* in Ecuador has an altitudinal range of 1580 m (180–1760 m a.s.l.) (median = 390 m, *N* = 221), with 50% of the records falling in a 150 m range (300–450 m a.s.l.) (Fig. 5). Records increase in altitude towards the west, with the influence of the Cordillera Oriental de los Andes, which also causes the outliers observed in the box plot (Fig. 5). The lowest record was in the village of Río Tigre (02°07'03"S, 76°02'49"W), Pastaza province, near the Peruvian border. The highest record was in Sardinayacu (02°04'20"S, 78°12'52"W), Sangay National Park, Morona Santiago province.

Discussion

We confirmed that neither the area north of the Napo River, nor the north-central area of the Yasuni National Park and the far eastern part of the Waorani Ethnic Reserve

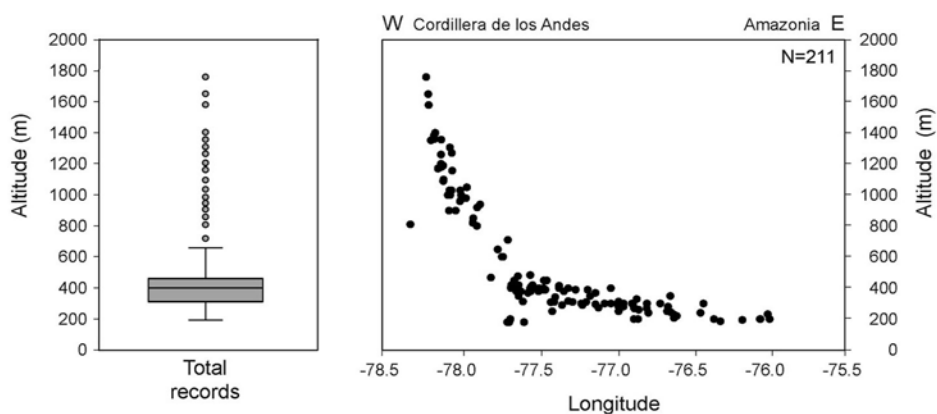


Fig. 5 Distribution of records of *Leontocebus lagonotus* in Ecuador in relation to altitude (m) and longitude. On the left, the gray box corresponds to 50% of the Ecuadorian records (25–75th percentiles), the bar in the box represents the median, the whiskers correspond to the percentiles 0 and 90, and the gray points are the outliers observed (90–100th percentiles). On the right, the distribution of the 211 records found (black points)



Content courtesy of Springer Nature, terms of use apply. Rights reserved.

were ever part of the range of *Leontocebus lagonotus*. We also discovered new limits in the south, where the Paute-Upano and Cangaime-Morona rivers are natural barriers, and identified unexplored areas that represent information gaps for the species. In addition, we determined that its current distribution has been reduced by 15% and most of the deforested area was previously highly suitable habitat. We do not know the implications of this for the total population size, but if values of habitat suitability are positively related to local population sizes, this loss may have had a large impact on the total population of the species in Ecuador.

Our results complement previous information on the distribution of *Leontocebus lagonotus* in Ecuador (De la Torre 2017; Rylands *et al.* 2011; Tirira 2018). The Napo River has already been suggested as the northern limit of its distribution (Álvarez-Solas *et al.* 2018; De la Torre 2017; Hershkovitz 1977; Rylands *et al.* 2011; Rylands and Mittermeier 2013; Thorington 1988; Tirira 2017, 2018) but several reports mention that it may also be present north of the Napo River (Eisenberg and Redford 1999; Jiménez de la Espada 1870; Tirira 2018). Our field studies in the interfluvial systems of the Napo-Aguarico and Aguarico-Bermejo-San Miguel-Putumayo rivers recorded only *Leontocebus nigricollis graellsii*.

Several authors have suggested that *Leontocebus lagonotus* occupies the northern and central areas of Yasuní National Park, with records close to the Indillama (right bank), Yuturi, Tiputini (Guiyero village and Yasuní Research Station), Tivacuno, Tambococha, and Yasuní rivers (Albuja 1994; Albuja and Arguero 2011; Álvarez-Solas *et al.* 2018; Cueva 2005; De la Torre 1996; Rylands *et al.* 2011; Suárez *et al.* 2013; Tirira 2018; Tirira *et al.* 2019). However, the only species of tamarin that we recorded in our fieldwork along the Pompeya Sur-Iro-Ginta road, which crosses the Yasuní area, and along the Tiputini (between Guiyero and the Tiputini Biodiversity Station), and Yasuní rivers (between Dícaro and its mouth at Napo), was *Leontocebus tripartitus*.

Other errors in the distribution and identification of tamarins are known (Aquino and Encarnación 1996; Groves 2005; Rylands *et al.* 2011). These errors are attributed to two factors: 1) when researchers assumed the identification of a species without good observations or interpreted distribution maps incorrectly (Rylands *et al.* 2011); and 2) when researchers found individuals that had been released by local communities where the species does not occur naturally, after they were captured to be kept as pets or for trade (De la Torre 2017; Tirira 2018).

Several authors have suggested that the southern limits of *Leontocebus lagonotus* are the Santiago, Chinchipe or Cenepa rivers, and left bank tributaries of the Marañón River (Aquino and Encarnación 1994; Hershkovitz 1977; Rylands and Mittermeier 2013; Tirira 2017, 2018). However, records south of the Morona River, at least in the Ecuadorian Amazon, are improbable, as our field studies found that the Shaimi and Kutukú cordilleras, and Cordillera del Cóndor act as natural barriers. Our results suggest that evidence of the presence of *L. lagonotus* from the western foothills of the Cordillera del Cóndor, in the Nangaritza River basin (Boada 2011) and Zamora area (Narváez-Romero *et al.* 2012), and previous distribution maps (De la Torre 2017; Rylands *et al.* 2011; Rylands and Mittermeier 2013; Tirira 2001, 2007) are erroneous. We confirmed that the southernmost limits are on the left bank of the Paute River, with records near Méndez (Hershkovitz 1977), and the left bank of the Morona River and its tributary, the Cangaime River (Zapata Ríos *et al.* 2006 and our field studies), which are more than 100 km north from the areas of the Nangaritza River and Zamora.

In the Peruvian Amazon, *Leontocebus lagonotus* seems to inhabit areas south of the Morona River, according to a rapid ecological assessment of Cerro Kampankis (Pitman *et al.* 2012), based on direct observations in Pongo Chinim, near Santiago River, and accounts of local residents, who said that this primate inhabits both sides of the Morona and Santiago rivers. However, none of the studies on mammal diversity carried out between the Santiago-Marañón-Chinchi rivers, east of the Cordillera del Cóndor (ITTO *et al.* 2005; Patton *et al.* 1982; Schulenberg and Awbrey 1997; Vivar and Arana-Cardó 1994; Vivar and La Rosa 2004), have reported the presence of any tamarin species.

The altitudinal range documented for *Leontocebus lagonotus* is from 90 m a.s.l. in the confluence of the Napo and Marañón rivers, Loreto Department, in the Peruvian Amazon (Cabrera 1912; iNaturalist 2020), to 1200 m a.s.l. (HersHKovitz 1977), while the range varies from 200 to 1800 m in Ecuador (Tirira 2017). We confirmed that the lowest altitude in Ecuador is at the village of Río Tigre (180 m) (HersHKovitz 1977), while the highest altitude recorded is at Sardinayacu (1760 m), Sangay National Park (Brito and Ojala-Barbour 2016).

In addition to environmental characteristics, we found that physical and biotic factors influence the distribution of *Leontocebus lagonotus*. The physical factors include several rivers (Napo, Upano, Paute, Cangaime, and Morona) and mountain ranges (Cordillera Oriental de los Andes and Kutukú). In terms of biotic factors, we found a distribution overlap with another tamarin species (*L. tripartitus*) that occupies a strip 30 km long and 6 km wide, along the right bank of the Napo River, in the north, and the left bank of the Indillama River, in the south, between the Yarina Reserve and Pompeya Sur (De la Torre 2017 and our field records). This area should be surveyed more intensively to confirm their possible sympatry there, a situation that has not been confirmed for any other species of the *nigricollis* group (HersHKovitz 1977; Rylands *et al.* 2011). This seems to be a case of parapatry, since the ranges of both species are immediately adjacent to each other but they do not occur together except at the distribution limit of both species. Nevertheless, records of *L. lagonotus* may correspond to captive animals released by local people, because it is less common than *L. tripartitus* in the area (De la Torre 2017 and our field records).

Leontocebus lagonotus is widespread and adaptable to habitat disturbance, depends on successional forest, and can be found in small forest patches (De la Torre 2000; Rylands 1996). However, the extent of its occurrence has been reduced by 15%, most of the deforested area was previously the most suitable habitat (Fig. 3), and evidence suggests that some tamarin species (*L. lagonotus* included) are affected by habitat degradation and fragmentation (De la Torre 2017) (De la Torre 2017). According to the Ministry and Environment (Ministerio del Ambiente, MAE 2018) 60% of the forest occupied by *L. lagonotus* was deforested during the period 1990–2018 (9% of the extent of occurrence), implying that 40% of the forest loss occurred before 1990.

In addition, this species is frequently captured as a pet or for trade (Álvarez-Solas *et al.* 2018; Tirira 2013), and, despite its small size, it is hunted by some indigenous tribes (Cueva 2005; Freire 1997). In Sarayaku, a Kichwan community in Pastaza Province, reports show 281 individuals of *Leontocebus lagonotus* captured, 57 of them for a traditional festival (Sirén 2004, 2012). These considerations suggest that its conservation status needs to be reevaluated. We also need to apply models of habitat availability that include other environmental variables, such as soil type, vegetation and

An Update of the Geographic Distribution of the Red-Mantled...

floral communities, or normalized differences of vegetation index (NDVI), and determine whether higher habitat suitability is correlated with larger populations of *L. lagonotus*.

Although numerous studies use ecological niche models (Franklin 2013), none in platyrrhines use the distributional approach we present. Among Callitrichids, we found only two contributions that use a similar methodology, but with different objectives, since they did not investigate distribution limits or geographic barriers. The first was an analysis of potential distribution and habitat availability for *Saguinus leucopus*, a threatened and endemic species of Colombia, focused to evaluate the effect of habitat reduction on the species and to identify priority areas for management of habitat and populations (Roncancio *et al.* 2013). The other was a research to identify areas with a higher probability of *Callithrix penicillata* occurrence, an introduced species in eastern Brazil that has become a conservation problem due to its high occupancy potential, native fauna predation, competition with native primates, and hybridization (Vale *et al.* 2020).

Our study not only increases the knowledge of *Leontocebus lagonotus* distribution, a poorly known species, also provides useful information to update its conservation status, understand its distribution limits and geographic barriers, and identify vulnerable and susceptible areas for species. This information is important for decision-making in conservation programs, such as the one currently being developed under the *Action Plan for Ecuadorian Primate Conservation*, and similar investigations are urgently needed for other primates, particularly those threatened by extinction.

Supplementary Information The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1007/s10764-021-00221-7>.

Acknowledgments We would like to thank our colleagues who provided data and the assistants who accompanied us during field studies. We thank Antonio Fernández-García, Marlon Cobos, Víctor Colino, and Santiago Burneo for their suggestions regarding methodology. We also want to recognize the museums, scientific collections, and databases that contributed information, and the curators who allowed us to review material preserved in these collections. Also, we wish to acknowledge the original authors who developed the maps included in Fig. 1. Much of the field work carried out between 1996 and 2020 was part of other studies financed by a range of different institutions (Ecuambiente Consulting Group, Envirotec Cia. Ltda., Inypsa S. A., Museo de Zoología QCAZ, Procapcom Cia. Ltda., among others). We are grateful to Mika R. Peck, Kelly Swing, and Joanna M. Setchell for their helpful comments on the manuscript. Also, we are grateful to two anonymous referees for their comments.

References

- Aiello-Lammens, M. E., Boria, R. A., Radosavljevic, A., Vilela, B., & Anderson, R. P. (2015). spThin: An R package for spatial thinning of species occurrence records for use in ecological niche models. *Ecography*, *38*, 541–545. <https://doi.org/10.1111/ecog.01132>.
- Albuja, L. (1994). Nuevos registros de *Saguinus tripartitus* en la Amazonía ecuatoriana. *Neotropical Primates*, *2*(2), 8–10.
- Albuja, L., Almendáriz, A., Barriga, R., Montalvo, L. D., Cáceres, F., & Román-Carrión, J. L. (2012). *Fauna de vertebrados del Ecuador*. Quito: Instituto de Ciencias Biológicas, Escuela Politécnica Nacional.
- Albuja, L., & Argüero, A. (2011). Mamíferos. In L. Albuja (Ed.), *Fauna de Guiyero, Parque Nacional Yasuní* (pp. 28–63). Escuela Politécnica Nacional y EcoFondo.



Content courtesy of Springer Nature, terms of use apply. Rights reserved.

- Álvarez-Solas, S., De la Torre, S., & Tirira, D. G. (2018). Tamarín ensillado de dorso rojo *Leontocebus lagonotus* (Jiménez de la Espada, 1870). In D. G. Tirira, S. de la Torre, & G. Zapata Ríos (Eds.), *Estado de conservación de los primates del Ecuador* (pp. 32–39). Quito: Grupo de Estudio de Primates del Ecuador and Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Anderson, R. P., & Martínez-Meyer, E. (2004). Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: An implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation*, 116(2), 167–179. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00187-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00187-3).
- Aquino, R., & Encarnación, F. (1994). *Primates of Peru / Los primates del Perú*. *Primate Report*, 40, 1–127.
- Aquino, R., & Encarnación, F. (1996). Distribución geográfica de *Saguinus tripartitus* en la Amazonía del Perú. *Neotropical Primates*, 4(1), 1–4.
- Aquino, R., López, L., García, G., & Heymann, E. W. (2014). Diversity, abundance and habitats of the primates in the Río Curaray basin, Peruvian Amazonia. *Primate Conservation*, 28(1), 1–8. <https://doi.org/10.1896/052.028.0103>.
- Araújo, M. B., Pearson, R. G., Thuiller, W., & Erhard, M. (2005). Validation of species-climate impact models under climate change. *Global Change Biology*, 11, 1504–1513. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01000.x>.
- Baldwin, R., Scherzinger, R., Lipscomb, D., Mockrin, M., & Stein, S. (2014). *Planning for land use and conservation: Assessing GIS-based conservation software for land use planning*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. <https://doi.org/10.2737/RMRS-RN-70>
- Beaumont, L. J., Pitman, A. J., Poulsen, M., & Hughes, L. (2007). Where will species go? Incorporating new advances in climate modelling into projections of species distributions. *Global Change Biology*, 13, 1368–1385. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01357.x>.
- Benítez-Malvido, J. (2008). Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology*, 12(2), 380–389. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1998.96295.x>.
- Boada, C. E. (2011). Apéndice 6: Lista de mamíferos de los Tepuyes de la cuenca alta del río Nangaritzza, cordillera del Cóndor. In J. M. Guayasamín & E. Bonaccorso (Eds.), *Evaluación Ecológica Rápida de la biodiversidad de los Tepuyes de la cuenca alta del río Nangaritzza, cordillera del Cóndor, Ecuador* (pp. 124–128). Quito: Conservación Internacional Ecuador, RAP Boletín de Evaluación Ecológica Rápida 58.
- Brito, J., & Ojala-Barbour, R. (2016). Mamíferos no voladores del Parque Nacional Sangay, Ecuador. *Papéis Avulsos de Zoología*, 56(5), 45–61. <https://doi.org/10.11606/0031-1049.2016.56.05>.
- Cabrera, Á. (1912). Catálogo metódico de las colecciones de mamíferos del Museo de Ciencias Naturales de Madrid. *Trabajos del Museo de Ciencias Naturales de Madrid*, 11(7), 1–147.
- Campos, F. A., & Jack, K. M. (2013). A potential distribution model and conservation plan for the critically endangered Ecuadorian Capuchin, *Cebus albifrons aequatorialis*. *International Journal of Primatology*, 34(5), 899–916. <https://doi.org/10.1007/s10764-013-9704-x>
- Carrillo-Bilbao, G. A., & Martín-Solano, S. (2010). Estudio preliminar sobre la comunidad de primates en el Bosque Protector del Oglán Alto, Arajuno, Pastaza. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 31(1–2), 79–93.
- Cervera, L., De la Torre, S., Zapata Ríos, G., Alfonso-Cortes, F., Álvarez-Solas, S., et al (2018). Working together towards one goal: Results of the first primate census in Western Ecuador. *Primate Conservation*, 32(1), 1–8.
- Chetan, N., Praveen, K. K., & Vasudeva, G. K. (2014). Delineating ecological boundaries of Hanuman langur species complex in Peninsular India using MaxEnt modeling approach. *PLoS ONE*, 9(2), e87804. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087804>.
- Colwell, R. K. (2000). A barrier runs through it... or maybe just a river. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 97(25), 13470–13472. <https://doi.org/10.1073/pnas.250497697>.
- Cueva, R. (2005). Diagnóstico de los recursos naturales en el territorio de seis comunidades kichwas asentadas en la zona noroccidental del Parque Nacional Yasuní, río Napo, Orellana, Ecuador. In *Conservación en áreas indígenas manejadas* (pp. 1–68). Wildlife Conservation Society, USAID Ecuador.
- De la Torre, S. (1996). Note on the distributions of the Ecuadorian Callitrichids. *Neotropical Primates*, 4(3), 88.
- De la Torre, S. (2000). *Primates de la Amazonía Ecuatoriana / Primates of Amazonian Ecuador*. Proyecto PETRAMAZ, SIMBIOE.
- De la Torre, S. (2017). Distribution and demography of white-faced tamarins *Leontocebus* spp. in Amazonian Ecuador: Are they influenced by human activities? *Biodiversidade Brasileira*, 7(2), 133–144. <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v%25vi%25i.647>.

An Update of the Geographic Distribution of the Red-Mantled...

- Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., et al (2013). Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36, 27–46. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>.
- Eisenberg, J. F., & Redford, K. H. (1999). *Mammals of the Neotropics*, Vol. 3: *The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil*. The University of Chicago Press.
- Elith, J., Kearney, M., & Phillips, S. J. (2010). The art of modelling range-shifting species. *Methods in Ecology and Evolution*, 1(4), 330–342. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210x.2010.00036.x>.
- Fordham, G., Shanee, S., & Peck, M. R. (2020). Effect of river size on Amazonian primate community structure: A biogeographic analysis using updated taxonomic assessments. *American Journal of Primatology*, 82(7), e23136. <https://doi.org/10.1002/ajp.23136>.
- Franklin, J. (2013). Species distribution models in conservation biogeography: Developments and challenges. *Diversity and Distributions*, 19, 1217–1223. <https://doi.org/10.1111/ddi.12125>.
- Freire, M. (1997). *La cacería de mamíferos, aves, reptiles en una comunidad quichua y en destacamentos militares, Lorocachi, Pastaza, 1995-1996*. Bachelor's thesis, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- Garbino, G. S. T., & Martins-Junior, A. M. G. (2018). Phenotypic evolution in marmoset and tamarin monkeys (Cebidae, Callitrichinae) and a revised genus-level classification. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 118, 156–171. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.10.002>.
- GBIF. (2020). GBIF occurrence download. Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org/> (accessed March 1, 2020).
- Giovanelli, J. G. R., Siqueira, M. F., Haddad, C. F. B., & Alexandrino, J. (2010). Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: How the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods. *Ecological Modelling*, 221, 215–224. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.10.009>.
- Groves, C. P. (2005). Order Primates. In D. E. Wilson & D. M. Reeder (Eds.), *Mammal species of the World, a taxonomic and geographic reference* (3rd ed., pp. 111–184). The Johns Hopkins University Press.
- Henaó-Díaz, F., Olaya-Rodríguez, M. E., Noguera-Urbano, E. A., & Gutiérrez, C. (2020). *Atlas de la biodiversidad de Colombia: Primates*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Hershkovitz, P. (1977). *Living New World monkeys (Platyrrhini), with an introduction to primates* (Vol. 1). The University of Chicago Press.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25(15), 1965–1978. <https://doi.org/10.1002/joc.1276>.
- IGM (1997). *Ecuador: Cartografía 1:250.000*. Instituto Geográfico Militar.
- IGM. (2013). *Geoportal Ecuador*. Cartografía de libre acceso escala 50k. Instituto Geográfico Militar. <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/> (accessed December 30, 2019).
- iNaturalist. (2020). *iNaturalist*. <https://www.inaturalist.org/> (accessed February 28, 2020).
- Ingberman, B., Fusco-Costa, R., & Monteiro-Filho, E. L. (2016). A current perspective on the historical geographic distribution of the endangered muriquis (*Brachyteles* spp.): Implications for conservation. *PLoS ONE*, 11(3), e0150906. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150906>.
- ITTO, Fundación Natura, & CI (2005). *Paz y conservación binacional en la cordillera del Cóndor Ecuador-Perú*. Organización Internacional de Maderas Tropicales, Fundación Natura, Conservación Internacional.
- IUCN. (2012). *IUCN Red List categories and criteria*. Version 3.1 (2nd ed.). Gland, Switzerland, and Cambridge, UK: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- IUCN. (2020). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2020.2. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <https://www.iucnredlist.org/> (accessed July 15, 2020).
- Jarvis, A., Reuter, H., Nelson, A., & Guevara, E. (2018). *SRTM 90m DEM Digital Elevation Database*. Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI). <http://srtm.csi.cgiar.org> (accessed April 30, 2020).
- Jiménez de la Espada, M. (1870). Algunos datos nuevos ó curiosos acerca de la fauna del alto Amazonas (mamíferos). *Boletín-Revista de la Universidad de Madrid*, 2, 1–27.
- Jones, K. E., Bielby, J., Cardillo, M., Fritz, S. A., O'Dell, J., et al (2009). PanTHERIA: A species-level database of life history, ecology, and geography of extant and recently extinct mammals. *Ecology*, 90, 2648. <https://doi.org/10.1890/08-1494.1>.
- Luo, Z., Zhou, S., Yu, W., Yu, H., Yang, J., et al (2015). Impacts of climate change on the distribution of Sichuan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus roxellana*) in Shennongjia area, China. *American Journal of Primatology*, 77(2), 135–151. <https://doi.org/10.1002/ajp.22317>.
- MAAE. (2020). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP)*. Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador. <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/info-snap>. Accessed 26 May 2020

- MAE. (2013). *Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural, Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- MAE. (2018). *Mapa interactivo ambiental: Deforestación del Ecuador continental (período 2016-2018)*. Ministerio del Ambiente del Ecuador. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/> (accessed April 30, 2019).
- Matauschek, C., Roos, C., & Heymann, E. W. (2011). Mitochondrial phylogeny of tamarins (*Saguinus Hoffmannsegg* 1807) with taxonomic and biogeographic implications for the *S. nigricollis* species group. *American Journal of Physical Anthropology*, *144*(4), 564–574. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21445>.
- Meyer, A. L. S., Pie, M. R., & Passos, F. C. (2014). Assessing the exposure of lion tamarins (*Leontopithecus* spp.) to future climate change. *American Journal of Primatology*, *76*(6), 551–562. <https://doi.org/10.1002/ajp.22247>.
- Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., & Wilson, D. E. (Eds.). (2013). *Handbook of the mammals of the world*, Vol. 3: Primates. Lynx Edicions.
- Morrone, J. J. (2014). Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa*, *3782*, 1–110. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1.1>.
- Moya, A. (1998). *Ethnos. Atlas etnográfico del Ecuador*. Proyecto de Educación Bilingüe Intercultural.
- Narváez-Romero, C., Salazar Romero, M. V., Valle, T. D., Loaiza, C. R., & Cisneros-Vidal, R. (2012). Mamíferos del sur de Ecuador: (Occidente, Sierra y Oriente). *Field Guides (The Field Museum)*, *403*, 1–18.
- Patton, J. L., Berlin, B., & Berlin, E. A. (1982). Aboriginal perspectives of a mammal community in Amazonian Perú: Knowledge and utilization patterns among the Aguaruna Jivaro. In M. A. Mares & H. H. Genoways (Eds.), *Mammalian biology in South America* (pp. 111–128). Linesville, PA: Special Publication Series, Pymatuning Laboratory of Ecology, University of Pittsburgh, Vol. 6.
- Peterson, A. T., & Cohoon, K. P. (1999). Sensitivity of distributional prediction algorithms to geographic data completeness. *Ecological Modelling*, *117*, 159–164. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(99\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(99)00023-X).
- Phillips, S. J. (2017). *A brief tutorial on MaxEnt*. http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/ (0).
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, *190*(3–4), 231–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>.
- Phillips, S. J., & Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with MaxEnt: New extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, *31*, 161–175. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>.
- Phillips, S. J., Dudík, M., Elith, J., Graham, C. H., Lehmann, A., et al (2009). Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological Applications*, *19*(1), 181–197. <https://doi.org/10.1890/07-2153.1>.
- Phillips, S. J., Dudík, M., & Schapire, R. E. (2004). *MaxEnt software for modeling species niches and distributions* (version 3.4.1). https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/
- Pitman, N. C. A., Ruelas, E., Alvira Reyes, D., Vriesendorp, C., Moskovits, D. K., et al. (2012). *Perú: Cerros de Kampankis*. Rapid Inventories Biological and Social 24. The Field Museum.
- Plissock, P., & Fuentes-Castillo, T. (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: Una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande*, *2011*(48), 61–79. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022011000100005>.
- R Development Core Team. (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Rodríguez-Bolaños, A., González-Caro, S., Etter, A., & Stevenson, P. R. (2013). Modelos predictivos de distribución para los micos atelinos (*Lagothrix* y *Ateles*) en Colombia. In T. R. Defler, P. R. Stevenson, M. L. Bueno, & D. Guzmán-Caro (Eds.), *Primates Colombianos en peligro de extinción* (pp. 194–216). Asociación Primatológica Colombiana.
- Roncancio, N., Acosta-Castañeda, A., García-Loaiza, L. M., & Ríos-Franco, C. A. (2013). Distribución potencial y disponibilidad de hábitat del títí gris (*Saguinus leucopus*): un primate endémico de Colombia y en peligro de extinción. In T. R. Defler, P. R. Stevenson, M. L. Bueno, & D. C. Guzmán-Caro (Eds.), *Primates Colombianos en peligro de extinción* (pp. 217–234). Asociación Primatológica Colombiana.
- Rylands, A. B. (1996). Habitat and the evolution of social and reproductive behavior in Callitrichidae. *American Journal of Primatology*, *38*(1), 5–18. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2345\(1996\)38:1<5::aid-ajp2>3.0.co;2-2](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2345(1996)38:1<5::aid-ajp2>3.0.co;2-2).
- Rylands, A. B., Heymann, E. W., Lynch Alfaro, J. W., Buckner, J. C., Roos, C., et al (2016). Taxonomic review of the New World tamarins (Primates: Callitrichidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, *177*(4), 1003–1028. <https://doi.org/10.1111/zoj.12386>.

An Update of the Geographic Distribution of the Red-Mantled...

- Rylands, A. B., Matauschek, C., Aquino, R., Encarnación, F., Heymann, E. W., et al (2011). The range of the golden-mantle tamarin, *Saguinus tripartitus* (Milne Edwards, 1878): Distributions and sympatry of four tamarins in Colombia, Ecuador, and northern Peru. *Primates*, 52(1), 25–39. <https://doi.org/10.1007/s10329-010-0217-3>.
- Rylands, A. B., & Mittermeier, R. A. (2013). Family Callitrichidae (marmosets and tamarins). In R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, & D. E. Wilson (Eds.), *Handbook of the mammals of the World, Primates* (Vol. 3, pp. 262–346). Lynx Edicions.
- Sales, L., Ribeiro, B. R., Chapman, C. A., & Loyola, R. (2020). Multiple dimensions of climate change on the distribution of Amazon primates. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(2), 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.03.001>.
- Schulenberg, T. S., & Awbrey, K. (1997). *The Cordillera del Cóndor region of Ecuador and Peru: A biological assessment*. In *RAP Working Papers 7*. Conservation International.
- Sirén, A. (2004). Hunting. In A. Sirén (Ed.), *Changing interactions between humans and nature in Sarayaku, Ecuadorian Amazon* (pp. 191–217). Uppsala: Acta Universitatis Agriculturae Sueciae: Agraria 447. <http://diss-epsilon.slu.se/archive/00000498/>
- Sirén, A. (2012). Festival hunting by the kichwa people in the Ecuadorian Amazon. *Journal of Ethnobiology*, 32(1), 30–50. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-32.1.30>.
- Soberón, J. M., & Peterson, A. T. (2005). Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics*, 2, 1–10. <https://doi.org/10.17161/bi.v2i0.4>.
- Suárez, E., Zapata Ríos, G., Utreras, V., Strindberg, S., & Vargas, J. (2013). Controlling access to oil roads protects forest cover, but not wildlife communities: A case study from the rainforest of Yasuni Biosphere Reserve (Ecuador). *Animal Conservation*, 16(3), 265–274. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2012.00592.x>.
- Terborgh, J. (1983). *Five New World primates: A study in comparative ecology*. Princeton University Press.
- Thorington, R. W. J. (1988). Taxonomic status of *Saguinus tripartitus* (Milne-Edwards, 1878). *American Journal of Primatology*, 15, 367–371. <https://doi.org/10.1002/ajp.1350150410>.
- Tirira, D. G. (2001). Chichico de manto rojo (*Saguinus fuscicollis*). In D. G. Tirira (Ed.), *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador* (1st ed., p. 144). Quito: Simbioe, EcoCiencia, MAE, UICN. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 4.
- Tirira, D. G. (2007). *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador* (1st ed.). Quito: Ediciones Murciélago Blanco. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 6.
- Tirira, D. G. (2013). Trafico de primates nativos del Ecuador. *Boletín Técnico 11, Serie Zoológica*, 8–9, 36–57.
- Tirira, D. G. (2017). *A field guide to the mammals of Ecuador*. Quito: Asociación Ecuatoriana de Mastozoología, Editorial Murciélago Blanco. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 10.
- Tirira, D. G. (2018). Una revisión sobre la presencia y distribución de la familia Callitrichidae (Primates) en el Ecuador. In B. Urbani, M. Kowalewski, R. G. T. da Cunha, S. De La Torre, & L. Cortés-Ortiz (Eds.), *La primatología en Latinoamérica 2: A primatología na América Latina 2. Tomo II Costa Rica-Venezuela* (pp. 427–440). Caracas: Ediciones IVIC Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.
- Tirira, D. G., De la Torre, S., & Zapata Ríos, G. (2018a). *Plan de acción para la conservación de los primates del Ecuador*. Ministerio del Ambiente del Ecuador, Grupo de Estudio de Primates del Ecuador, Asociación Ecuatoriana de Mastozoología.
- Tirira, D. G., De la Torre, S., & Zapata Ríos, G. (Eds.). (2018b). *Estado de conservación de los Primates del Ecuador*. Quito: Grupo de Estudio de Primates del Ecuador, Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los mamíferos del Ecuador 12.
- Tirira, D. G., Reid, F. A., & Engstrom, M. D. (2019). *Monitoreo Biológico Yasuni*, Vol. 2: Mamíferos. Ecuambiente Consulting Group.
- Vale, C. A., Menini Neto, L., & Prezoto, F. (2020). Distribution and invasive potential of the black-tufted marmoset *Callithrix penicillata* in the Brazilian territory. *Scientia Plena*, 16(5), 1–19. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.052401>.
- Vale, C. G., Ferreira da Silva, M. J., Campos, J. C., Torres, J., & Brito, J. C. (2015). Applying species distribution modelling to the conservation of an ecologically plastic species (*Papio papio*) across biogeographic regions in West Africa. *Journal for Nature Conservation*, 27, 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2015.06.004>.
- Valencia, R., Foster, R., Villa, G., Condit, R., Svenning, J. C., et al (2004). Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: Large forest plot in eastern Ecuador. *Journal of Ecology*, 92, 214–229. <https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00876.x>.

- Vivar, E., & Arana-Cardó, R. (1994). Lista preliminar de los mamíferos de la cordillera del Cóndor, Amazonas, Perú. *Publicaciones del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 46, 1–6.
- Vivar, E., & La Rosa, D. (2004). Evaluación de mamíferos de la cuenca alta del río Cenepa (Amazonas, Perú). In V. Pacheco (Ed.), *Evaluación biológica realizada en la cuenca del río Cenepa (Amazonas, Perú)* (pp. 137–158). Lima: ITTO, INRENA, Conservación Internacional Perú.
- Zapata Ríos, G., Araguillín, E., & Jorgenson, J. (2006). Caracterización de la comunidad de mamíferos no voladores en las estribaciones orientales de la cordillera del Kutukú, Amazonía ecuatoriana. *Mastozoología Neotropical*, 13(2), 227–238.

Affiliations

Diego G. Tirira^{1,2,5} · Lidia Sánchez-Sánchez³ · Sara Álvarez-Solas^{4,5,6}

¹ Escuela de Doctorado, Universidad de Salamanca, Salamanca, Spain

² Fundación Mamíferos y Conservación, Urb. Hacienda Capelo 165, Capelo, Ecuador

³ Fundació Universitat de Girona: Innovació i Formació, Girona, Spain

⁴ Universidad Regional Amazónica Ikiam, Tena, Ecuador

⁵ Grupo de Estudio de Primates del Ecuador (GEPE), Quito, Ecuador

⁶ Grupo de Investigación de Biogeografía y Ecología Espacial (BioGeo2), Quito, Ecuador

Apéndice 2

Museos y colecciones científicas que disponen primates
recolectados en el Ecuador (según Tirira, 2020)

Acrónimo	Colección	Ciudad, país	No. registros	No. taxones
AM	Australian Museum	Sydney, Australia	1	1
AMNH*	American Museum of Natural History	Nueva York, EE. UU.	154	15
ANSP*	Academy of Natural Sciences of Philadelphia	Filadelfia, EE. UU.	5	3
EDA	Department of Anatomy, University Medical School	Edimburgo, Escocia	1	1
FMNH*	Field Museum of Natural History	Chicago, EE. UU.	75	12
GNM*	Göteborgs Naturhistoriska Museum	Gotemburgo, Suecia	160	14
ICN*	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia	Bogotá, Colombia	1	1
INABIO-MECN*	Instituto Nacional de Biodiversidad-Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales	Quito, Ecuador	45	13
IRSNB	Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique	Bruselas, Bélgica	5	3
KU	University of Kansas, Museum of Natural History	Lawrence, KS, EE UU.	3	2
MAAY*	Museo Amazónico Abya Yala	Quito, Ecuador	3	3
MACN*	Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"	Buenos Aires, Argentina	24	10
MCNB	Museu de Ciències Naturals de Barcelona	Barcelona, España	10	5
MCNBA*	Museo "Héctor Vásquez Salazar", Colegio Nacional Bolívar	Ambato, Ecuador	72	15
MCNM*	Museo de Ciencias Naturales, Colegio Nacional Maldonado	Riobamba, Ecuador	19	9
MCNO*	Museo de Ciencias Naturales, Colegio Nacional Nueve de Octubre	Machala, Ecuador	6	4
MCZ	Museum of Comparative Zoology, Harvard University	Cambridge, MA, EE. UU.	38	13
MEPN*	Museo de Historia Natural "Gustavo Orcés", Escuela Politécnica Nacional	Quito, Ecuador	499	22
MINM*	Museo de Ciencias Naturales del Instituto Nacional Mejía	Quito, Ecuador	33	14
MMG*	Museo Municipal de Guayaquil	Guayaquil, Ecuador	30	11
MN*	Museu Nacional de Brasil	Río de Janeiro, Brasil	1	1
MNCN*	Museo Nacional de Ciencias Naturales	Madrid, España	20	8
MNHP	Museum National d'Histoire Naturelle de Paris	París, Francia	84	17
MRSN	Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino	Turín, Italia	17	6
MSU	Michigan State University Museum	East Lansing, MI, EE. UU.	46	5

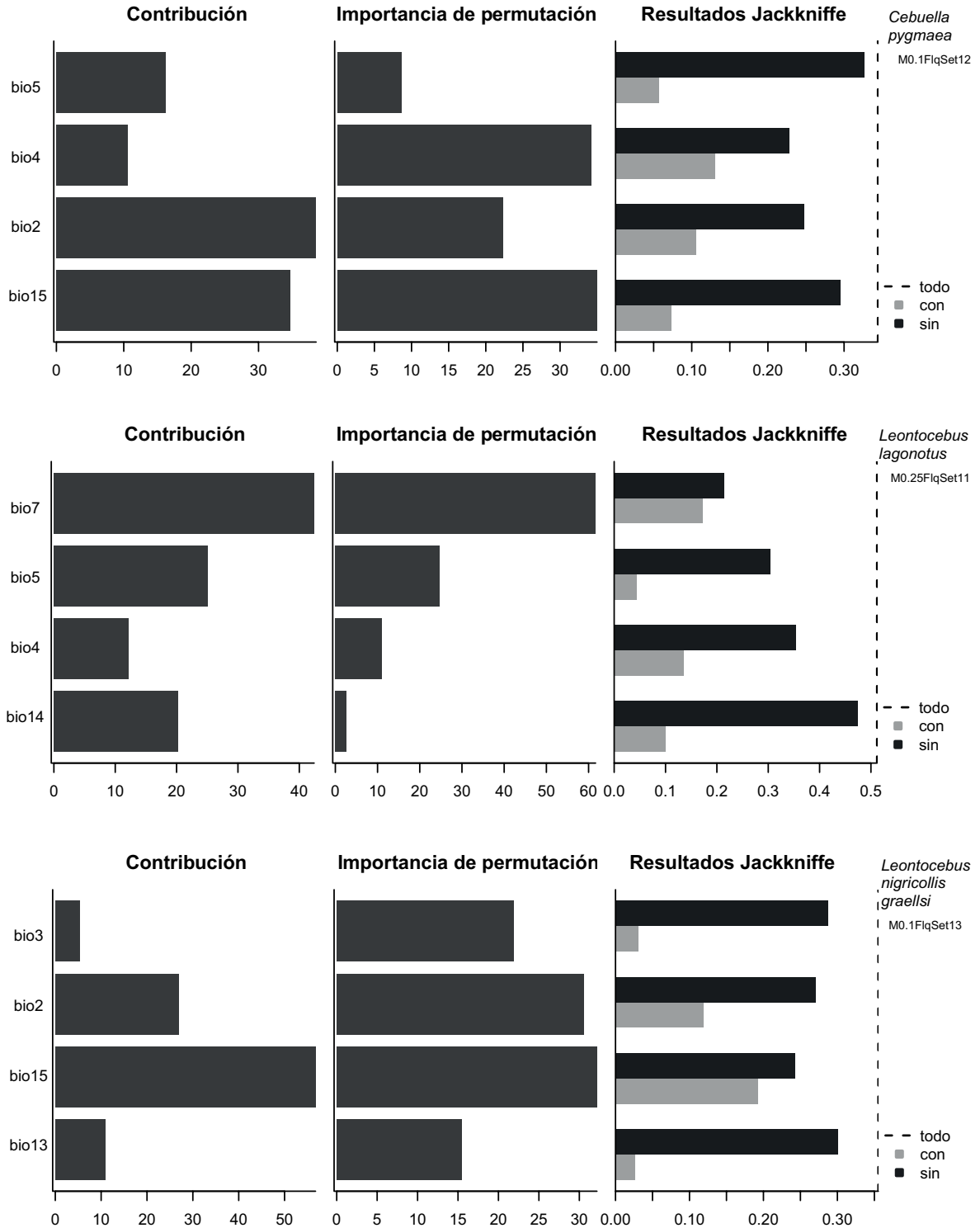
Primates del Ecuador: aportes al conocimiento de su diversidad, distribución y conservación

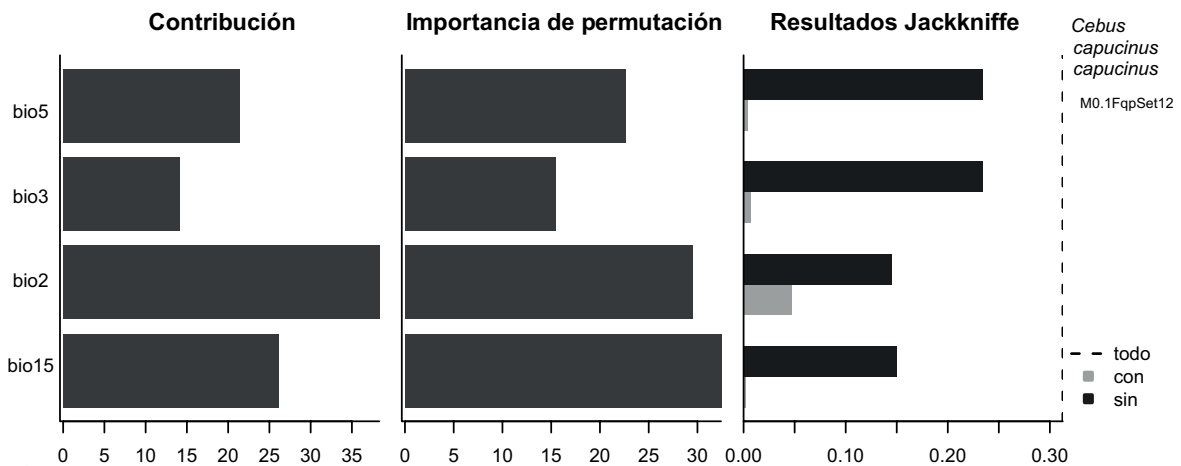
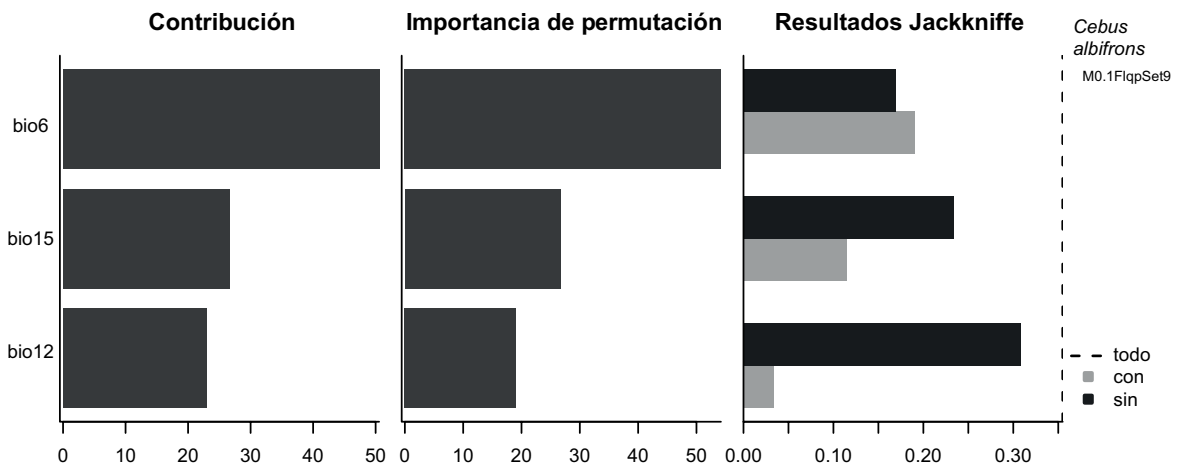
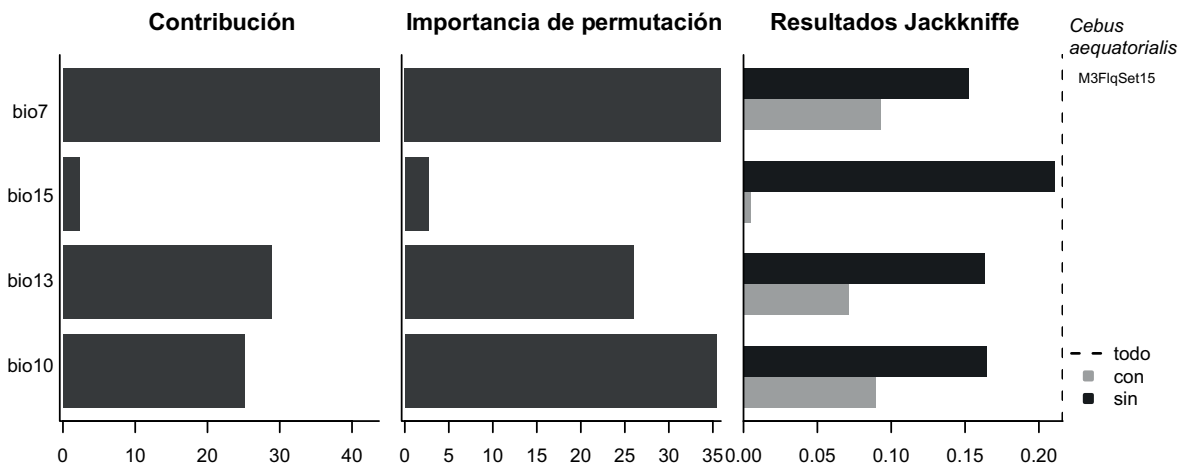
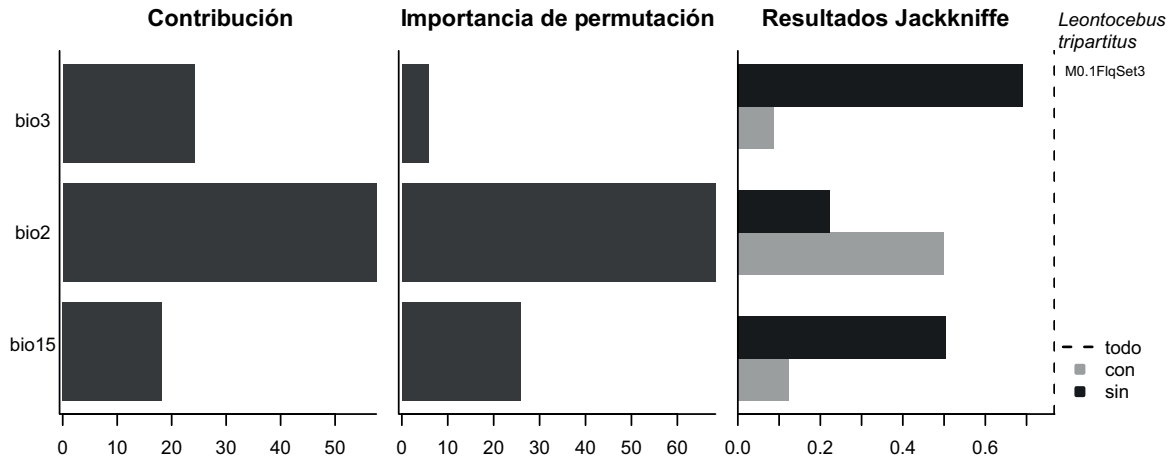
Acrónimo	Colección	Ciudad, país	No. registros	No. taxones
MVZ	University of California, Museum of Vertebrate Zoology	Berkeley, CA, EE. UU.	4	3
MZUG	Museo de Zoología de la Universidad de Guayaquil	Guayaquil, Ecuador	17	6
MZLU	Biologiska Museet, Lunds Universitet	Lund, Suecia	2	2
MZS	Musée Zoologique de l'Université et de la ville de Strasbourg	Estrasburgo, Francia	17	10
NHMUK	British Museum of Natural History	Londres, Inglaterra	176	15
NHRS	Naturhistoriska Riksmuseet	Estocolmo, Suecia	53	13
NMV	National Museum of Victoria	Melbourne, Australia	8	4
OMNH	Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History, The University of Oklahoma	Sam Noble, OK, EE. UU.	1	1
PSM	James R. Slater Museum of Natural History, University of Puget Sound	Tacoma, WA, EE. UU.	14	5
QCAZ*	Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador	Quito, Ecuador	107	17
RCS(OM)	Odontological Museum, Royal College of Surgeons	Londres, Inglaterra	8	4
RMNH	Rijks Museum van Natuurlijke Historie, Naturalis Biodiversity Center	Leiden, Países Bajos	38	4
ROM	Royal Ontario Museum	Toronto, Canadá	6	4
RSM	Royal Scottish Museum	Edimburgo, Escocia	1	1
SAMA	South Australian Museum	Adelaida, Australia	1	1
SBMNH	Santa Barbara Museum of Natural History	Santa Barbara, CA, EE. UU.	6	5
SMF	Senckenberg Forschungsinstitut und Naturhistorisches Museum	Frankfort, Alemania	3	2
TCWC	Texas A&M University, Texas Cooperative Wildlife Collection	College Station, TX, EE. UU.	1	1
UCONN	Connecticut State Museum of Natural History	Storrs, CT, EE. UU.	6	4
UMMZ	University of Michigan, Museum of Zoology	Ann Arbor, MI, EE. UU.	30	11
UMZC	University Museum of Zoology Cambridge	Cambridge, Inglaterra	8	5
USNM*	United States National Museum of Natural History, Smithsonian Institution	Washington D.C., EE. UU.	27	14
YPM	Yale Peabody Museum of Natural History, Peabody Museum of Natural History, Yale University	New Haven, CT, EE. UU.	1	1
ZMA	Zoological Museum of Amsterdam	Ámsterdam, Países Bajos	10	6
49	Total	42 ciudades, 16 países	1897	22

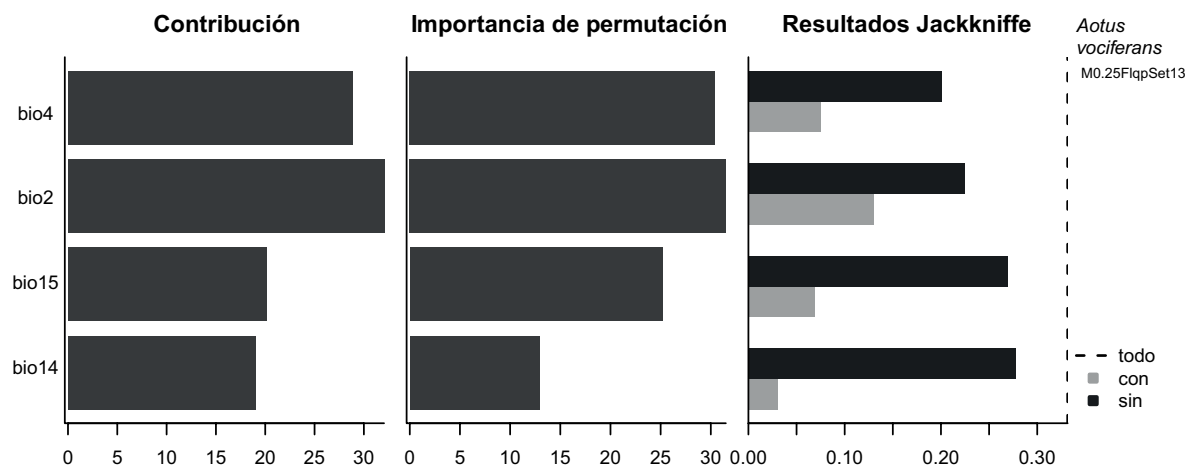
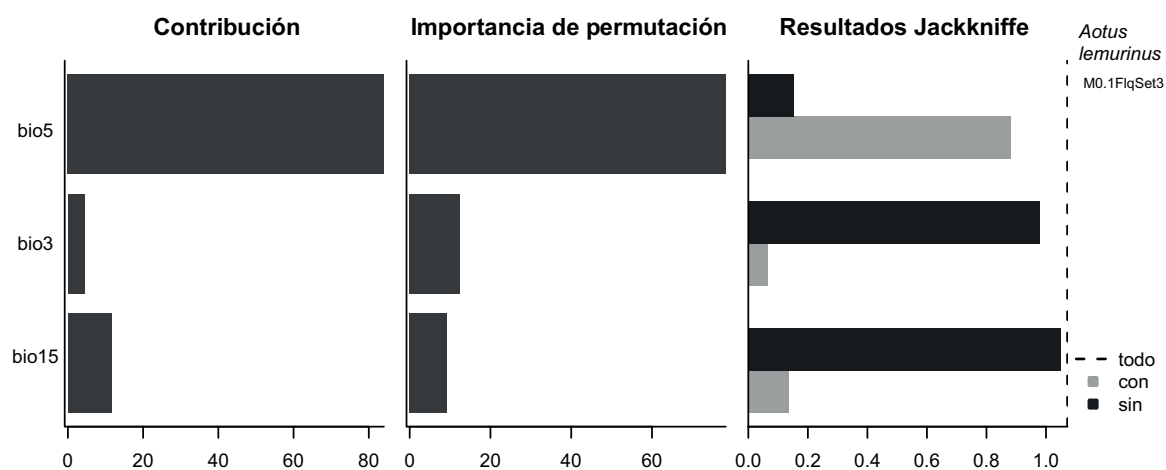
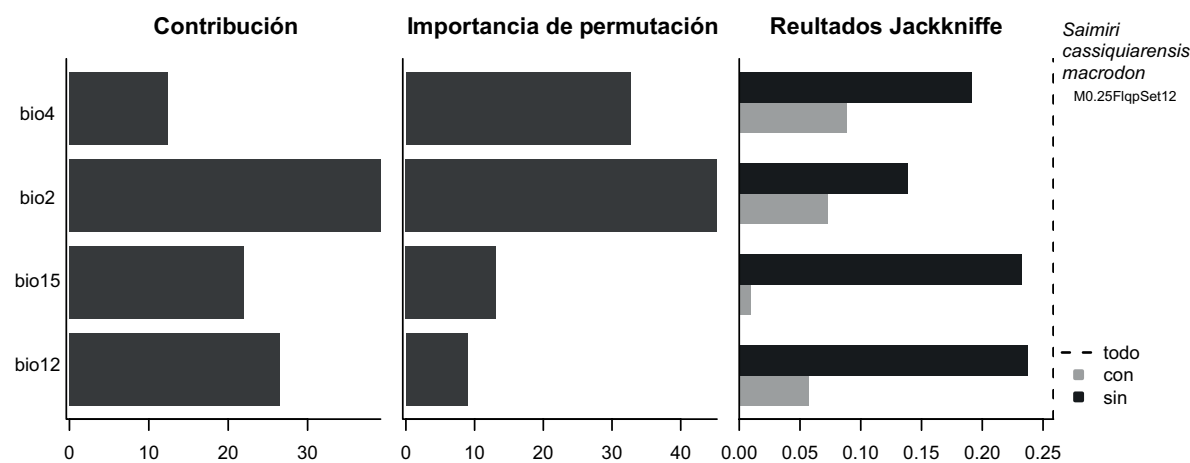
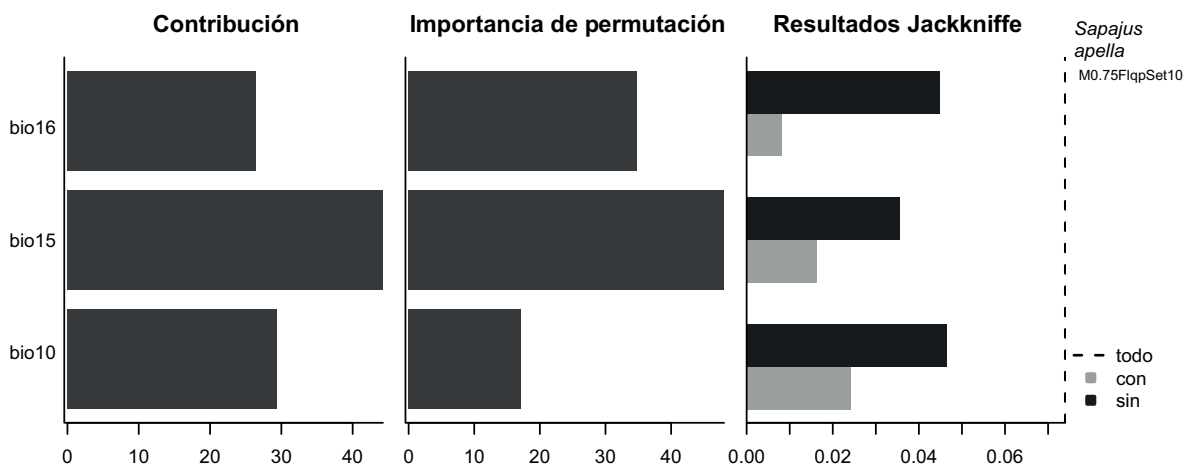
* Colecciones visitadas y material revisado.

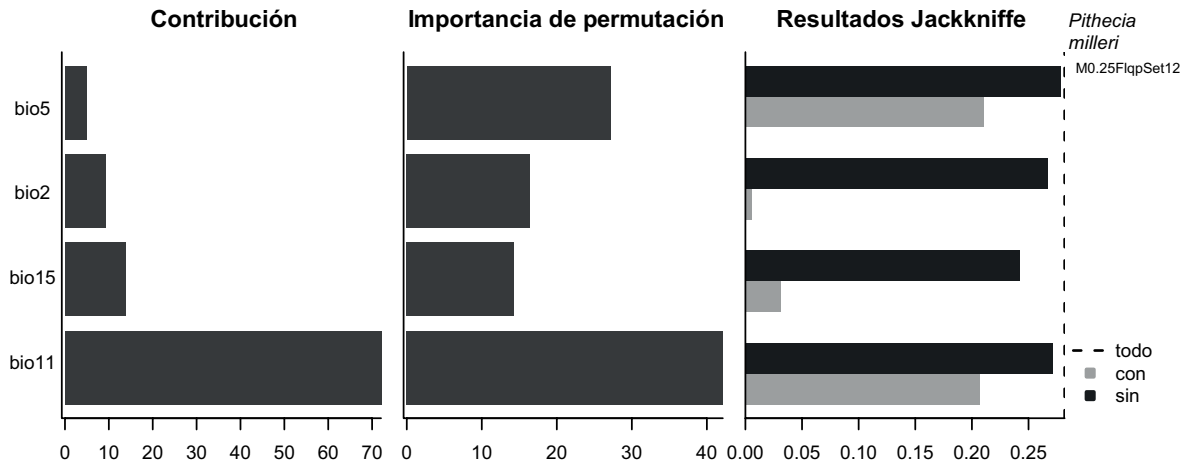
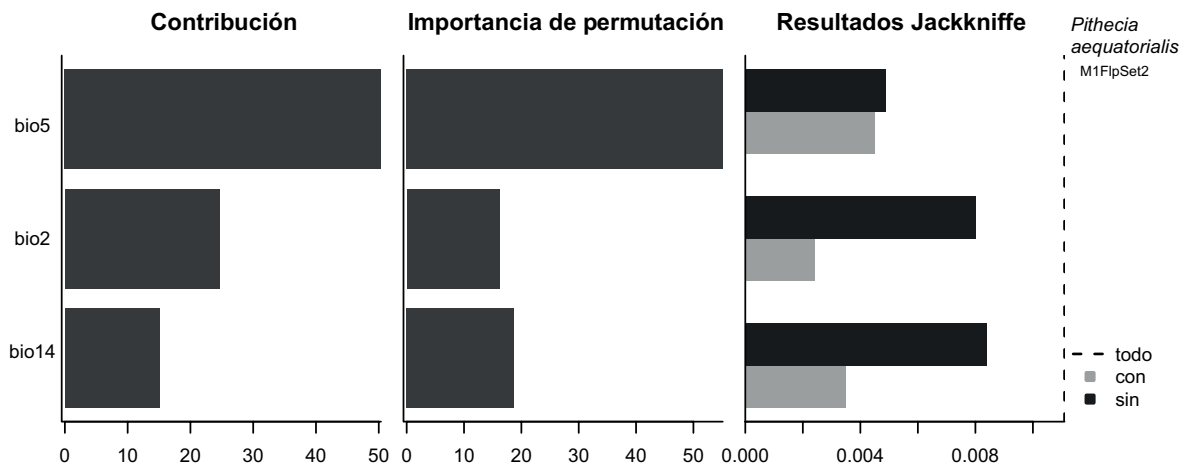
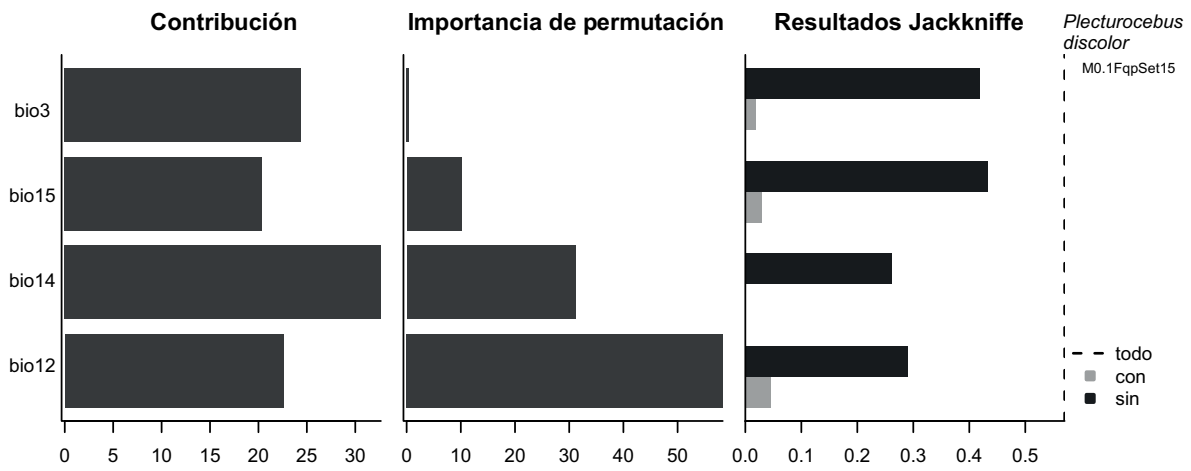
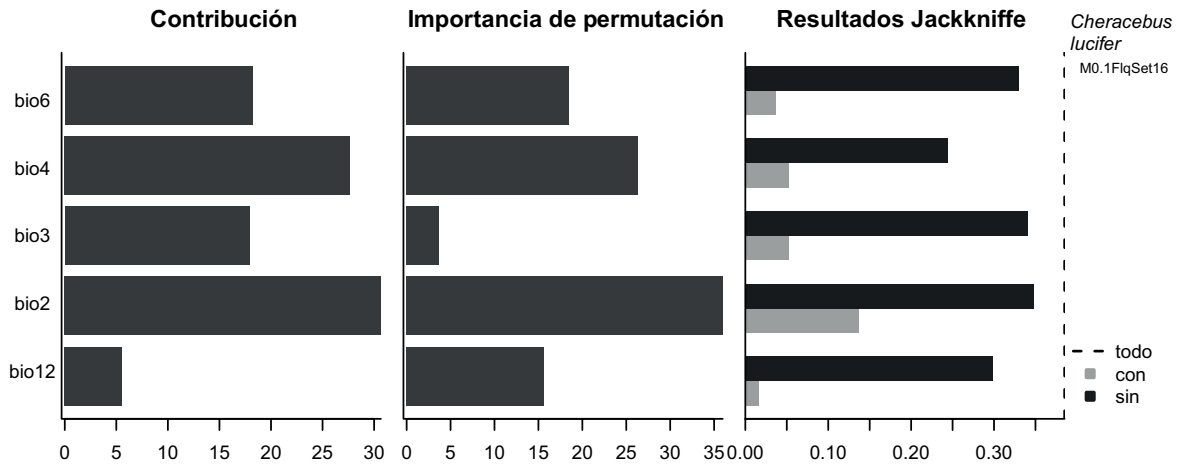
Apéndice 3

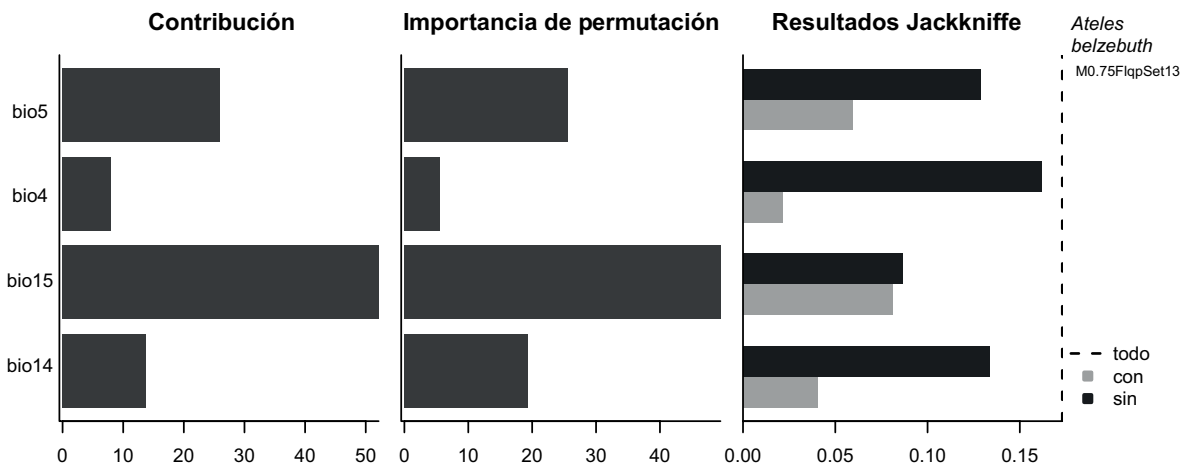
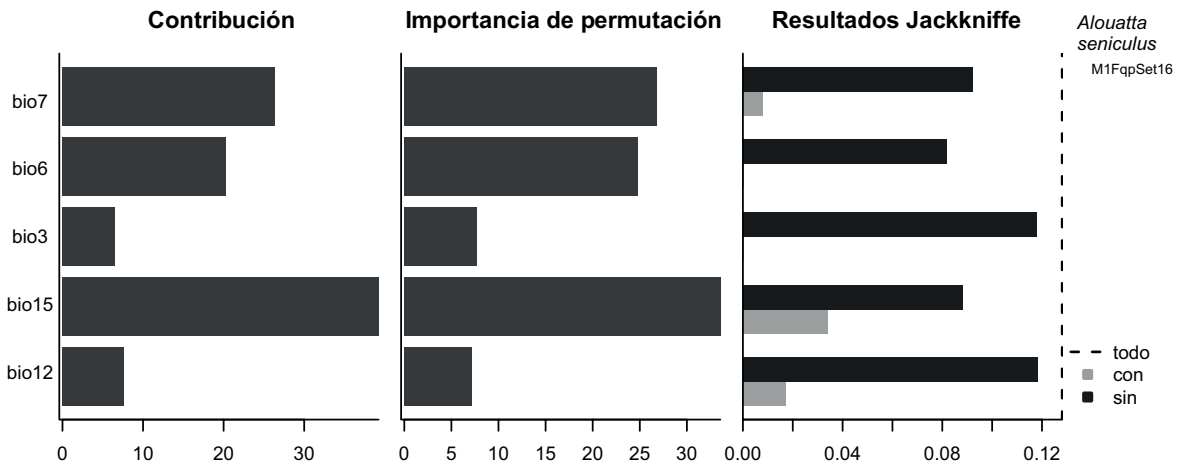
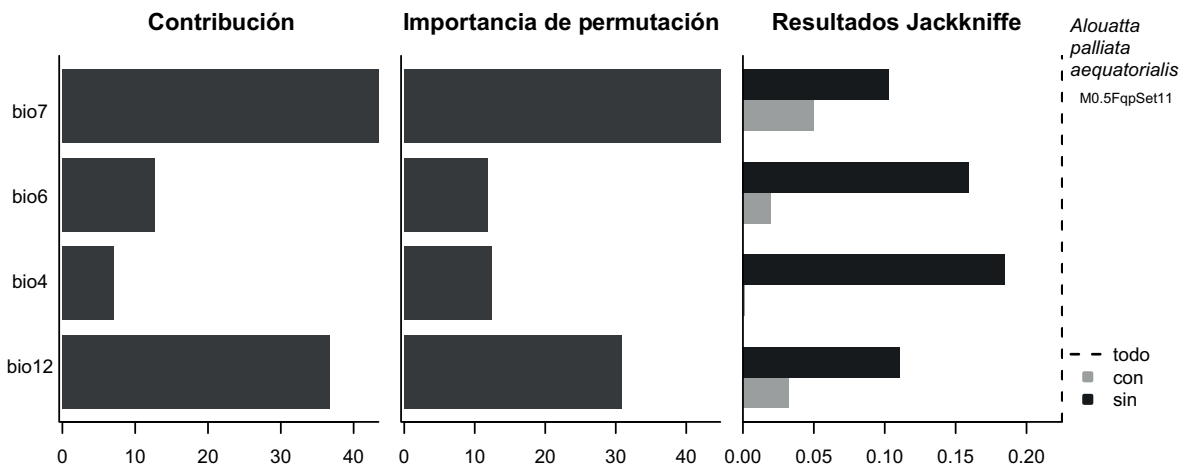
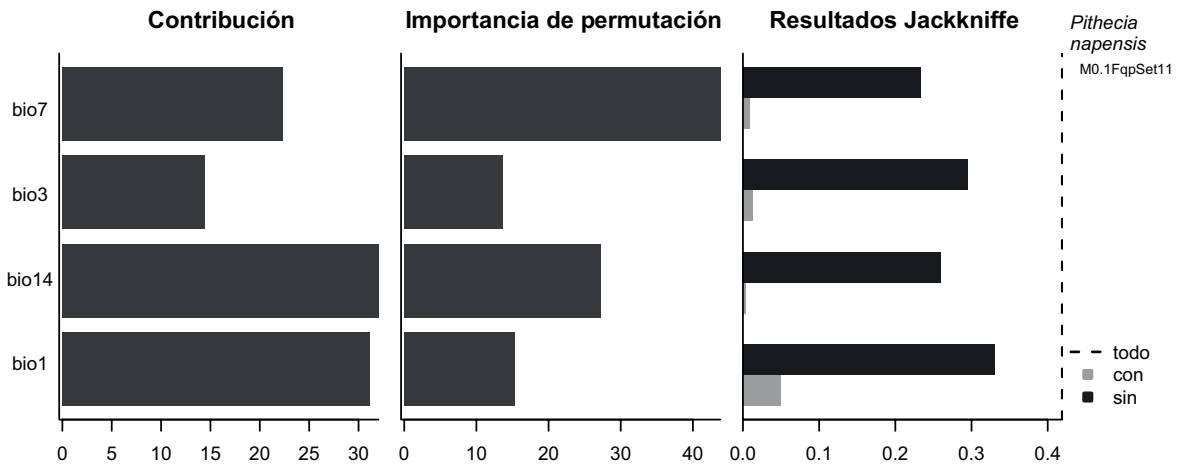
Resultados de las variables bioclimáticas de los mejores modelos de nicho ecológico obtenidos para conocer la distribución potencial de los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador

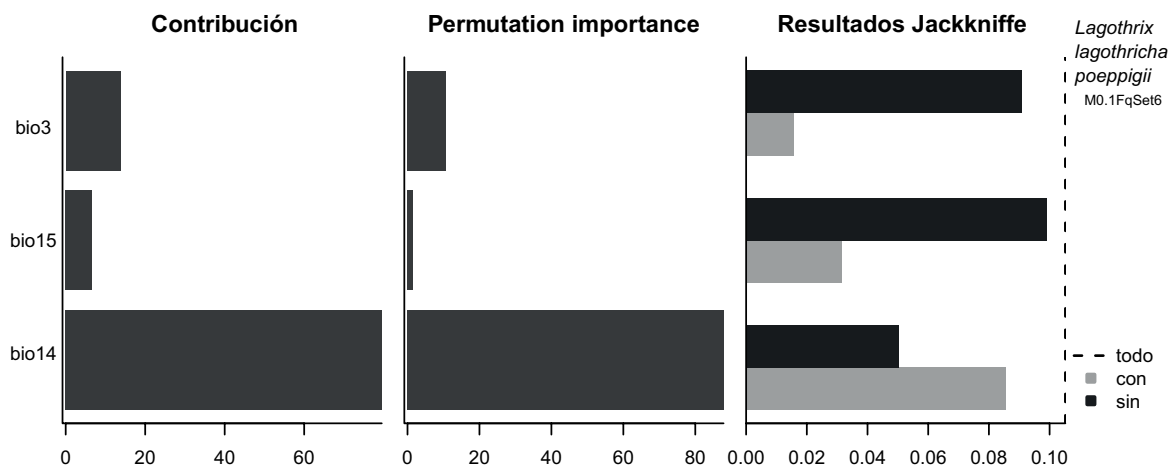
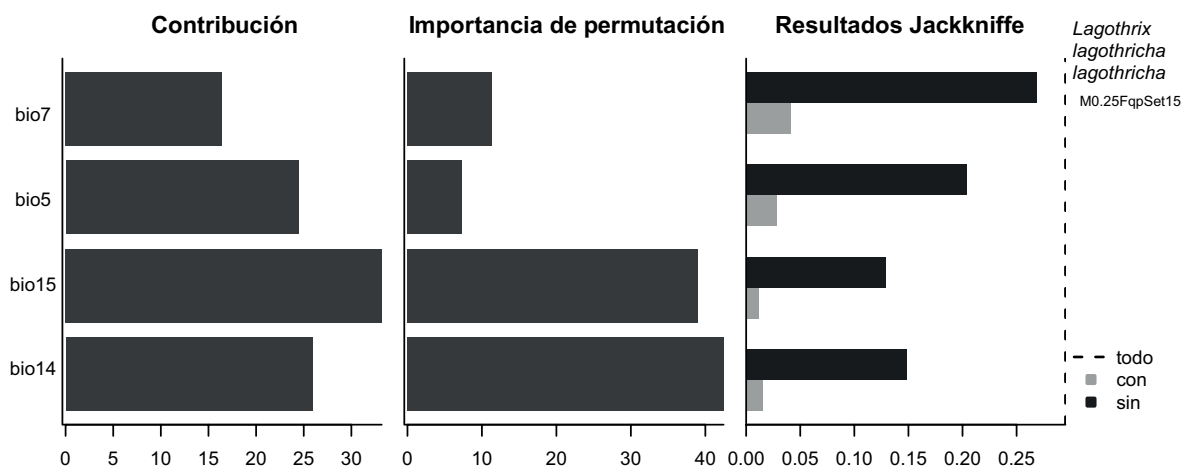
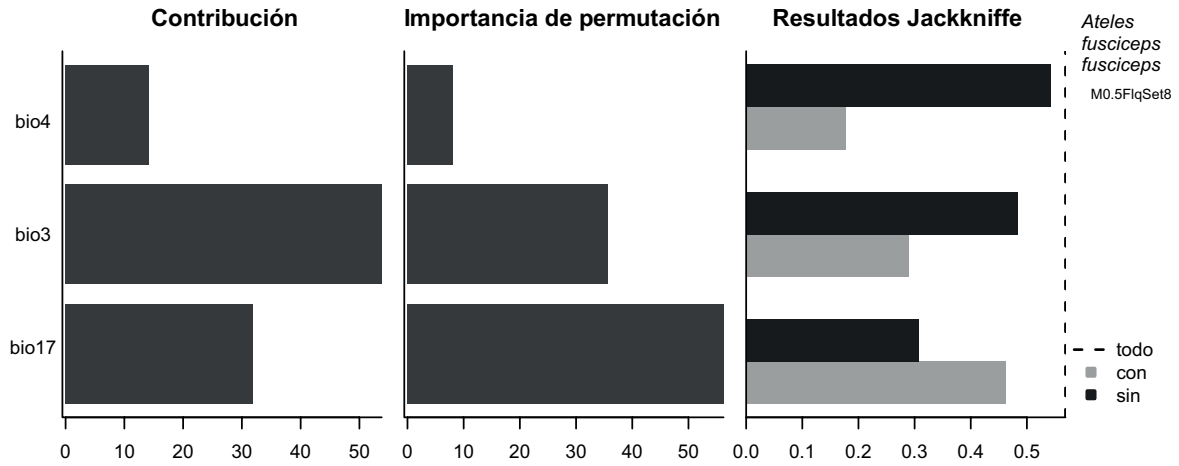












Apéndice 4

Resultados sobre la distribución de los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador
(Todos los valores de superficie en kilómetros cuadrados)

Taxón	Extensión de presencia ¹	Distribución potencial ²	Distribución potencial efectiva ³	Superficie de hábitat idóneo			Hábitat no idóneo ⁷	Porcentaje de bosque	
				Bosque remanente ⁴	Bosque perdido ⁵	Total ⁶		Remanente	Perdido
<i>C. pygmaea</i>	63 944	62 797	57 813	50 347	6 319	56 665	1147	88.8	11.2
<i>L. lagonotus</i>	36 950	64 254	34 468	29 351	4 585	33 936	532	86.5	13.5
<i>L. n. graellsii</i>	24 736	63 208	24 222	17 827	5 961	23 788	434	74.9	25.1
<i>L. tripartitus</i>	16 578	37 174	12 568	12 142	281	12 424	144	97.7	2.3
<i>C. aequatorialis</i>	59 154	77 232	4 4699	10 701	32 172	42 873	1826	25.0	75.0
<i>C. albifrons</i>	104 299	106 290	102 498	84 603	16 066	100 669	1829	84.0	16.0
<i>C. c. capucinus</i>	6 709	21 010	6 700	4 944	1 699	6 643	57	74.4	25.6
<i>S. apella</i>	30 819	105 236	30 706	27 740	2 684	30 424	282	91.2	8.8
Sucumbíos	1 175	-	1 143	1 096	36	1 133	10	96.8	3.2
Pastaza	20 906	-	20 901	20 564	167	20 731	169	99.2	0.8
Morona	1 644	-	1 642	1 428	202	1 630	12	87.6	12.4
Zamora	7 094	-	7 020	4 651	2 279	6 930	90	67.1	32.9
<i>S. c. macrodon</i>	92 384	106 187	91 750	75 844	14 268	90 112	1638	84.2	15.8
<i>A. lemurinus</i>	4 976	10 642	4 930	4 458	429	4 887	42	91.2	8.8
<i>A. vociferans</i>	89 834	94 945	86 505	71 754	13 146	84 900	1605	84.5	15.5
<i>C. lucifer</i>	7 387	37 150	6 555	5 793	623	6 416	139	90.3	9.7
Bermejo	285	-	246	234	8	242	4	96.8	3.2
Cuyabeno	7 102	-	6 309	5 559	614	6 173	134	90.1	9.9
<i>P. discolor</i>	56 958	71 779	47 433	42 076	4 443	46 519	914	90.4	9.6
<i>P. aequatorialis</i>	10 284	53 312	9 505	9 403	40	9 443	62	99.6	0.4
<i>P. milleri</i>	15 984	71 520	15 947	12 244	3 106	15 350	597	79.8	20.2
<i>P. napensis</i>	36 416	67 792	32 030	29 872	1 718	31 589	441	94.6	5.4

Apéndice 4

Resultados sobre la distribución de los 22 taxones de primates presentes en el Ecuador (continuación)

Taxón	Extensión de presencia ¹	Distribución potencial ²	Distribución potencial efectiva ³	Superficie de hábitat idóneo			Hábitat no idóneo ⁷	Porcentaje de bosque	
				Bosque remanente ⁴	Bosque perdido ⁵	Total ⁶		Remanente	Perdido
<i>A. p. aequatorialis</i>	73 636	87 039	62 598	18 693	41 671	60 363	2235	31.0	69.0
<i>A. seniculus</i>	104 344	108 275	104 034	85 893	16 377	102 269	1765	84.0	16.0
<i>A. belzebuth</i>	81 715	105 840	81 600	69 111	11 355	80 465	1135	85.9	14.1
<i>A. f. fusciceps</i>	31 933	27 265	20 532	7 231	12 976	20 207	325	35.8	64.2
<i>L. l. lagothricha</i>	10 185	65 137	10 161	8 232	1 754	9 986	175	82.4	17.6
<i>L. l. poeppigii</i>	89 920	112 865	88 309	73 507	13 264	86 771	1538	84.7	15.3

¹ Extensión de presencia: polígono mínimo convexo que ocupa un taxón en base a la revisión de todos los registros conocidos y confirmados.

² Distribución potencial: área que el modelamiento de nicho ecológico (MNE) presentó dentro de Ecuador.

³ Distribución potencial efectiva (DPE): superficie que presentó el MNE dentro del área de extensión de presencia.

⁴ Bosque remanente es la cantidad de hábitat adecuado para la especie en la actualidad (distribución actual).

⁵ Bosque perdido de acuerdo con el mapa de deforestación del MAE (MAE, 2018a).

⁶ Superficie total de hábitat idóneo para la especie dentro del polígono de DPE.

⁷ Hábitat no idóneo para la especie dentro del polígono de DPE, corresponde a cuerpos de agua, áreas de herbazales o zonas sin vegetación de forma natural.

Valores en rojo indican una condición negativa (menor superficie, mayor deforestación, mayor diferencia) para los dos taxones con valores extremos.

Valores en verde indican una condición positiva (mayor superficie, menor deforestación, menor diferencia) para los dos taxones con valores extremos.

* Cálculo realizado para la Distribución potencial efectiva (DPE) (aplica para todos los taxones).

** Cálculo realizado para la Extensión de presencia (se realizó solo para tres especies de primates de la Costa cuyas áreas presentaron una deforestación superior al 70 %).

Apéndice 5

Detalle de las barreras naturales identificadas para los 22 taxones de primates del Ecuador

Taxón	Norte	Sur	Oeste	Este
<i>C. pygmaea</i>	Ninguna	Ríos Cangaime-Morona*	Altitud (cordillera Oriental de los Andes)	Ninguna
<i>L. lagonotus</i>				
Norte del río Curaray	Río Napo	Ninguna	Altitud (cordillera Oriental de los Andes)	Barrera biótica (<i>L. tripartitus</i>)
Sur del río Curaray	Río Curaray (en parte)	Ríos Upano-Paute y Cangaime-Morona	Altitud (cordilleras Oriental de los Andes y del Kutukú)	Ninguna
<i>L. n. graellsii</i>				
Norte del río Aguarico	Ninguna	Ninguna	Altitud (cordillera Oriental de los Andes, cerro Sur Pax y contrafuerte Muralla) Ríos Cofanes, Aguarico (en parte) y Dué; más al sur altitud (cordillera Oriental de los Andes, volcanes El Reventador y Sumaco, cerros Negro y Pan de Azúcar, cordilleras de los Guacamayos y Napo-Galeras)	Ninguna
Sur del río Aguarico	Ninguna	Ríos Jatun Yacu-Napo		Ninguna
<i>L. tripartitus</i>	Río Napo	Río Curaray	Barrera biótica (<i>L. lagonotus</i>)	Ninguna
<i>C. aequatorialis</i>	Ríos Esmeraldas-Guayllabamba	Río Puyango*, ecosistema seco (provincia de Loja) y cordillera Cabeza de Toro	Océano Pacífico y ecosistema seco (provincias de Santa Elena, Guayas y El Oro)	Altitud (cordillera Occidental de los Andes, cerro Narihuiña y cordillera de Chilla)
<i>C. albifrons</i>	Ninguna	Ninguna	Altitud (cordilleras Oriental de los Andes y de los Guacamayos, volcanes El Reventador y Sumaco, cerros Negro y Pan de Azúcar)	Ecología (vegetación parte alta de las cordilleras del Cóndor y del Kutukú)
<i>C. c. capucinus</i>				
Norte del río Mira	Ninguna	Ninguna	Río Mira (en parte)	Altitud (cordillera Occidental)
Sur del río Mira	Ninguna	Ríos Esmeraldas-Guayllabamba	Desconocida	Altitud (cordilleras Occidental de los Andes y de Toisán)
<i>S. apella</i>				
Población Sucumbíos	Ninguna	Ríos Cofanes y Bermejo	Altitud (cordillera Oriental de los Andes)	Ninguna
Población Pastaza	Ríos Shiripuno-Cononaco	Río Bobonaza*	Ninguna	Ninguna
Población Morona	Río Pastaza	Río Morona*	Ríos Cangaime-Morona*	Ninguna
Población Zamora	No identificada	Contrafuertes de Tzunantza y San Francisco	Altitud (cordillera Oriental de los Andes)	Ecología (vegetación zona alta cordillera del Cóndor)

Primates del Ecuador: aportes al conocimiento de su diversidad, distribución y conservación

Taxón	Norte	Sur	Oeste	Este
<i>S. c. macrodon</i>	Ninguna	Contrafuertes de Tzunantza y San Francisco	Altitud (cordillera Oriental de los Andes, cerro Sur Pax, volcanes El Reventador y Sumaco, cerros Negro y Pan de Azúcar, cordilleras de los Guacamayos, del Kutukú y del Cóndor); ríos Negro y Paute (en parte)*	Ninguna
<i>A. lemuringus</i>	Ninguna	Río Jatun Yacu (Napo alto)	Altitud (cordillera Oriental de los Andes)	Barrera biótica (<i>A. vociferans</i>) y altitud (volcanes El Reventador y Sumaco, cerros Negro y Pan de Azúcar, cordillera de los Guacamayos)
<i>A. vociferans</i>				
Norte del río Napo	Ninguna	Ninguna	Barrera biótica (<i>A. lemuringus</i>) y altitud (cordillera Oriental de los Andes, cerro Sur Pax, volcanes El Reventador y Sumaco, cerros Negro y Pan de Azúcar, cordilleras de los Guacamayos)	Ninguna
Sur del río Napo	Ninguna	Contrafuertes de Tzunantza y San Francisco	Altitud (cordillera Oriental de los Andes)	Altitud (cordilleras del Cóndor y del Kutukú)
<i>C. lucifer</i>				
Población Bermejo	Ninguna	Río Bermejo	Altitud (cordillera Oriental de los Andes)	Ninguna
Población Cuyabeno	Ninguna	Río Aguarico y Barrera biótica (<i>P. discolor</i>) (en parte)	Barrera biótica (<i>P. discolor</i>) y río Cuyabeno (en parte)	Ninguna
<i>P. discolor</i>				
Norte del río Aguarico	Barrera biótica (<i>C. lucifer</i>)	Río Aguarico (en parte)	Altitud (cordillera Oriental de los Andes)	Barrera biótica (<i>C. lucifer</i>) y río Cuyabeno
Sur del río Aguarico	Río Aguarico (en parte)	Río Santiago	Altitud (cordilleras Oriental de los Andes y del Kutukú) y río Mangosiza*	Ninguna
<i>P. aequatorialis</i>	Río Curaray	Ríos Villano* (en parte), Bobonaza* (en parte) y Conambo* (en parte)	Altitud (cordillera Oriental de los Andes)	Ninguna
<i>P. milleri</i>				
Norte del río Aguarico	Ninguna	Ninguna	Río Aguarico y altitud (cordillera Oriental de los Andes)	Ninguna
Sur del río Aguarico	Ninguna	Río Napo	Río Coca* (en parte) y desconocida	Ninguna

Taxón	Norte	Sur	Oeste	Este
<i>P. napensis</i>				
Población Norte	Río Napo	Río Curaray (en parte)	Altitud (cordillera Oriental de los Andes)	Ninguna
Población Sur	Ríos Villano* (en parte) y Bobonaza* (en parte)	Río Santiago	Altitud (cordillera Oriental de los Andes, del Kutukú y Shaimi)	Ninguna
<i>A. p. aequatorialis</i>	Ninguna	Ecosistema seco de la provincia de Loja y altitud (cordillera Cabeza de Toro)	Océano Pacífico y ecológica (vegetación seca de las provincias de Santa Elena, Guayas y El Oro)	Altitud (cordilleras Occidental de los Andes, de Toisán y de Chilla y cerro Narihuiña)
<i>A. seniculus</i>	Ninguna	Ninguna	Altitud (cordillera Oriental de los Andes, contrafuerte Muralla, volcanes El Reventador y Sumaco, cerros Negro y Pan de Azúcar, cordilleras de los Guacamayos)	Ecológica (vegetación parte alta de las cordilleras del Cóndor y del Kutukú)
<i>A. belzebuth</i>				
Norte del río Napo	Ninguna	Ninguna	Altitud (cordillera Oriental, cerro Sur Pax, contrafuerte Muralla, volcanes El Reventador y Sumaco, cerros Negro y Pan de Azúcar, cordilleras de los Guacamayos)	Ríos Aguarico y Coca
Sur del río Napo	Río Napo (en parte)	Ríos Numbala-Mayo-Chinchipe*	Altitud (cordillera Oriental de los Andes), ríos Negro* y Paute*	Ecológica (vegetación parte alta cordilleras del Cóndor y del Kutukú)
<i>A. f. fusciceps</i>				
Norte de la cordillera Mache-Chindul	Ninguna	Ninguna	Desconocida	Altitud (cordilleras Occidental de los Andes y de Toisán)
Sur de la cordillera Mache-Chindul	Ninguna	Ecológica (vegetación seca de las provincias de Azuay y El Oro)*	Ecológica (vegetación seca de las provincias de Manabí, Santa Elena y Guayas)	Altitud (cordillera Occidental de los Andes)
<i>L. l. lagothricha</i>	Ninguna	Río Aguarico	Altitud (cordillera Oriental de los Andes)	Ninguna
<i>L. l. poeppigii</i>	Ríos Dué y Aguarico	Ríos Numbala-Mayo-Chinchipe*	Altitud (cordillera Oriental, volcanes El Reventador y Sumaco, cerros Negro y Pan de Azúcar, cordilleras de los Guacamayos); ríos Paute* y Negro*	Altitud (cordilleras del Cóndor y del Kutukú)

* Barrera sospechada que necesita ser confirmada.

Apéndice 6

Impacto de la deforestación sobre la distribución de los primates del Ecuador según datos conocidos (período 1990–2018; MAE, 2018a) y proyectados a 2050 (en kilómetros cuadrados y porcentaje)

Taxón	Distribución potencial efectiva	Bosque remanente								Bosque perdido			Hábitat no idóneo ⁵
		2018		Escenarios proyectados a 2050						Total (2018) ⁴	1990–2018	Intermedio ³ 2018–2050	
		Superficie	%	Optimista ¹	%	Pesimista ²	%	Intermedio ³	%				
<i>C. pygmaea</i>	57 813	50 347	88.8	47 740	84.2	44 979	79.4	46 359	81.8	6 319	5 898	3 987	1 147
<i>L. lagonotus</i>	34 468	29 351	86.5	27 408	80.8	25 854	76.2	26 631	78.5	4 585	2 140	2 720	532
<i>L. n. graellsii</i>	24 222	17 827	74.9	16 647	69.9	15 703	66.0	16 175	68.0	5 961	3 338	1 652	434
<i>L. tripartitus</i>	12 568	12 142	97.7	11 513	92.7	10 848	87.3	11 180	90.0	281	263	962	145
<i>C. aequatorialis</i>	44 699	10 701	25.0	9 400	21.9	6 472	15.1	7 936	18.5	32 172	11 260	2 765	1 826
<i>C. albifrons</i>	102 498	84 603	84.0	79 345	78.8	74 900	74.4	77 122	76.6	16 066	7 498	7 480	1 829
<i>C. c. capucinus</i>	6 700	4 944	74.4	4 523	68.1	3 240	48.8	3 882	58.4	1 699	952	1 062	57
<i>S. apella</i>	30 706	27 740	91.2	25 801	84.8	24 413	80.2	25 107	82.5	2 684	1 253	2 633	282
<i>S. c. macrodon</i>	91 750	75 844	84.2	70 823	78.6	66 806	74.1	68 814	76.4	14 268	6 659	7 030	1 638
<i>A. lemurinus</i>	4 930	4 458	91.2	3 894	79.7	3 735	76.4	3 815	78.0	429	400	644	43
<i>A. vociferans</i>	86 505	71 754	84.5	66 487	78.3	62 753	73.9	64 620	76.1	13 146	6 135	7 134	1 605
<i>C. lucifer</i>	6 555	5 793	90.3	5 493	85.6	5 176	80.7	5 335	83.1	623	349	459	139
<i>P. discolor</i>	47 433	42 076	90.4	39 897	85.8	37 590	80.8	38 744	83.3	4 443	2 488	3 332	914
<i>P. aequatorialis</i>	9 505	9 403	99.6	8 916	94.4	8 401	89.0	8 658	91.7	40	37	745	62
<i>P. milleri</i>	15 947	12 244	79.8	11 610	75.6	10 938	71.3	11 274	73.4	3 106	1 739	970	597
<i>P. napensis</i>	32 030	29 872	94.6	28 325	89.7	26 687	84.5	27 506	87.1	1 718	962	2 366	440
<i>A. p. aequatorialis</i>	62 598	18 693	31.0	16 419	27.2	11 305	18.7	13 862	23.0	41 671	14 585	4 831	2 234
<i>A. seniculus</i>	104 034	85 893	84.0	80 555	78.8	76 042	74.4	78 298	76.6	16 377	7 642	7 594	1 764
<i>A. belzebuth</i>	81 600	69 110	85.9	64 011	79.6	60 511	75.2	62 261	77.4	11 355	5 299	6 850	1 135
<i>A. fusciceps</i>	20 532	7 231	35.8	6 365	31.5	4 422	21.9	5 394	26.7	12 976	4 542	1 837	325
<i>L. l. lagothricha</i>	10 161	8 232	82.4	7 806	78.2	7 355	73.7	7 580	75.9	1 754	982	652	175
<i>L. l. poeppigii</i>	88 309	73 507	84.7	68 938	79.4	65 077	75.0	67 007	77.2	13 264	6 190	6 499	1 538

¹ Optimista: considera que la deforestación en Ecuador disminuirá, de acuerdo con la proyección de la tasa de deforestación bruta anual estimada para el período 1990–2018.

² Pesimista: considera que la deforestación en Ecuador mantendrá la tasa constante a la del período 2014–2018.

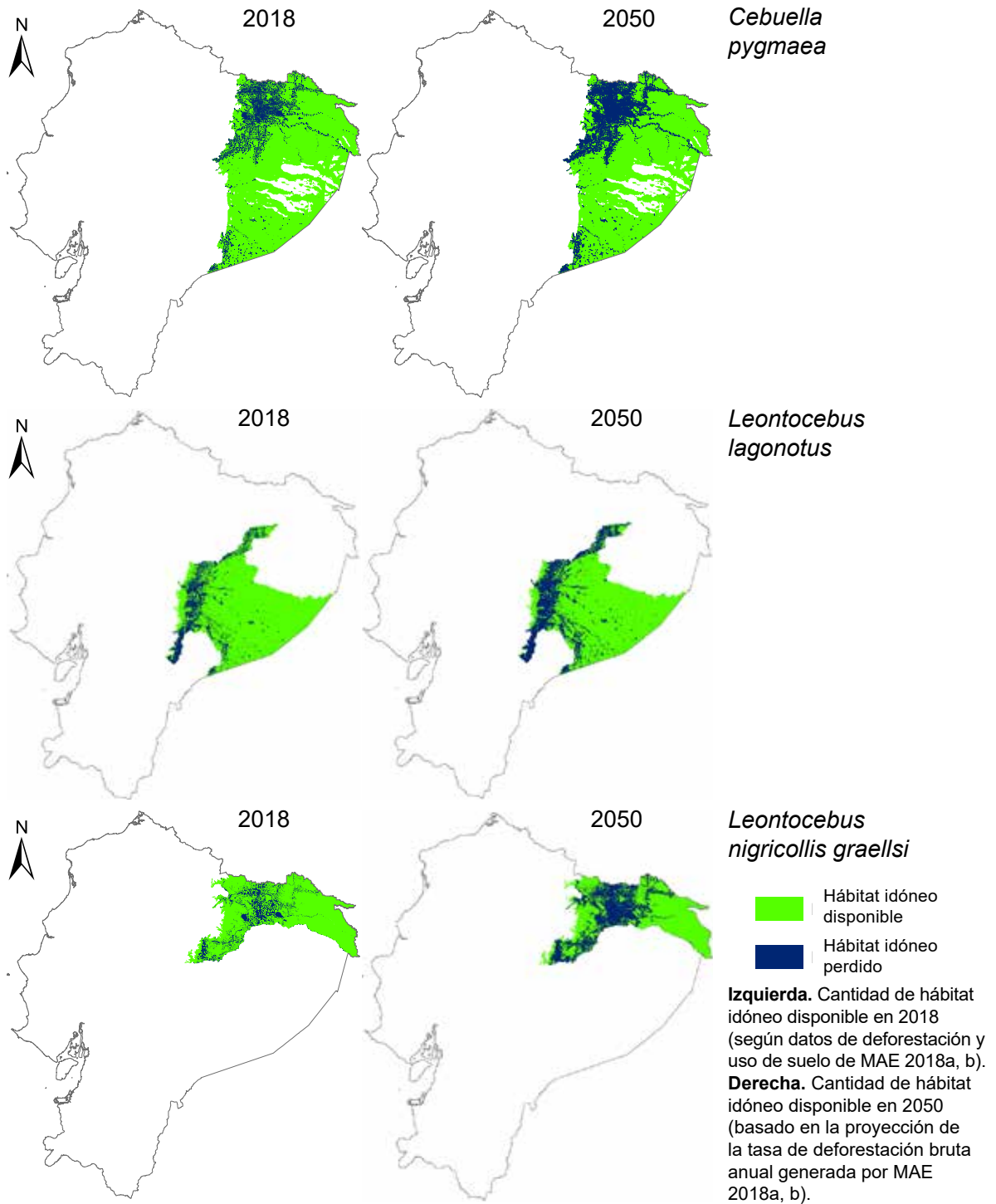
³ Intermedio: corresponde a la media entre los dos escenarios anteriores.

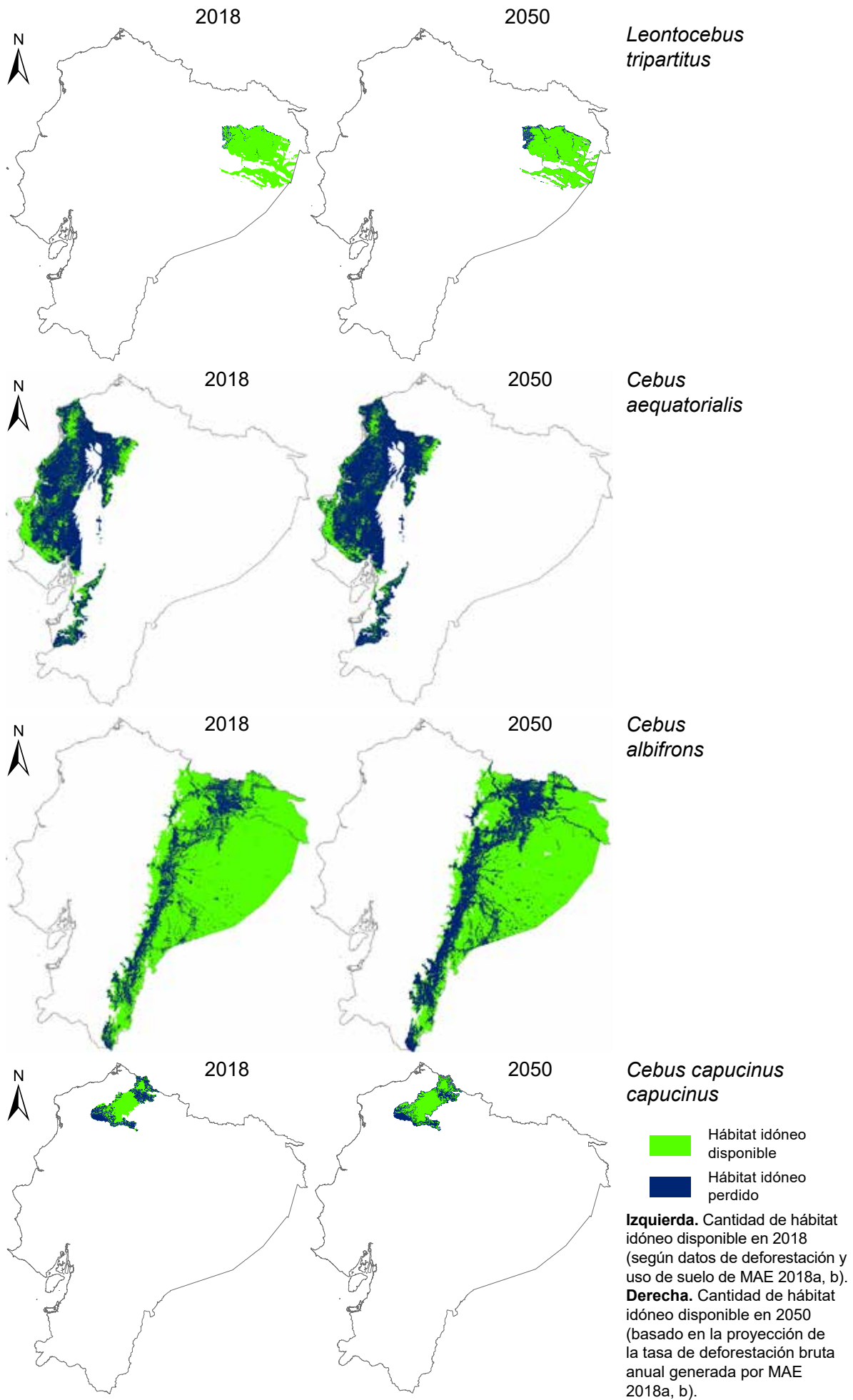
⁴ Considera la pérdida total de bosque dentro de la DPE.

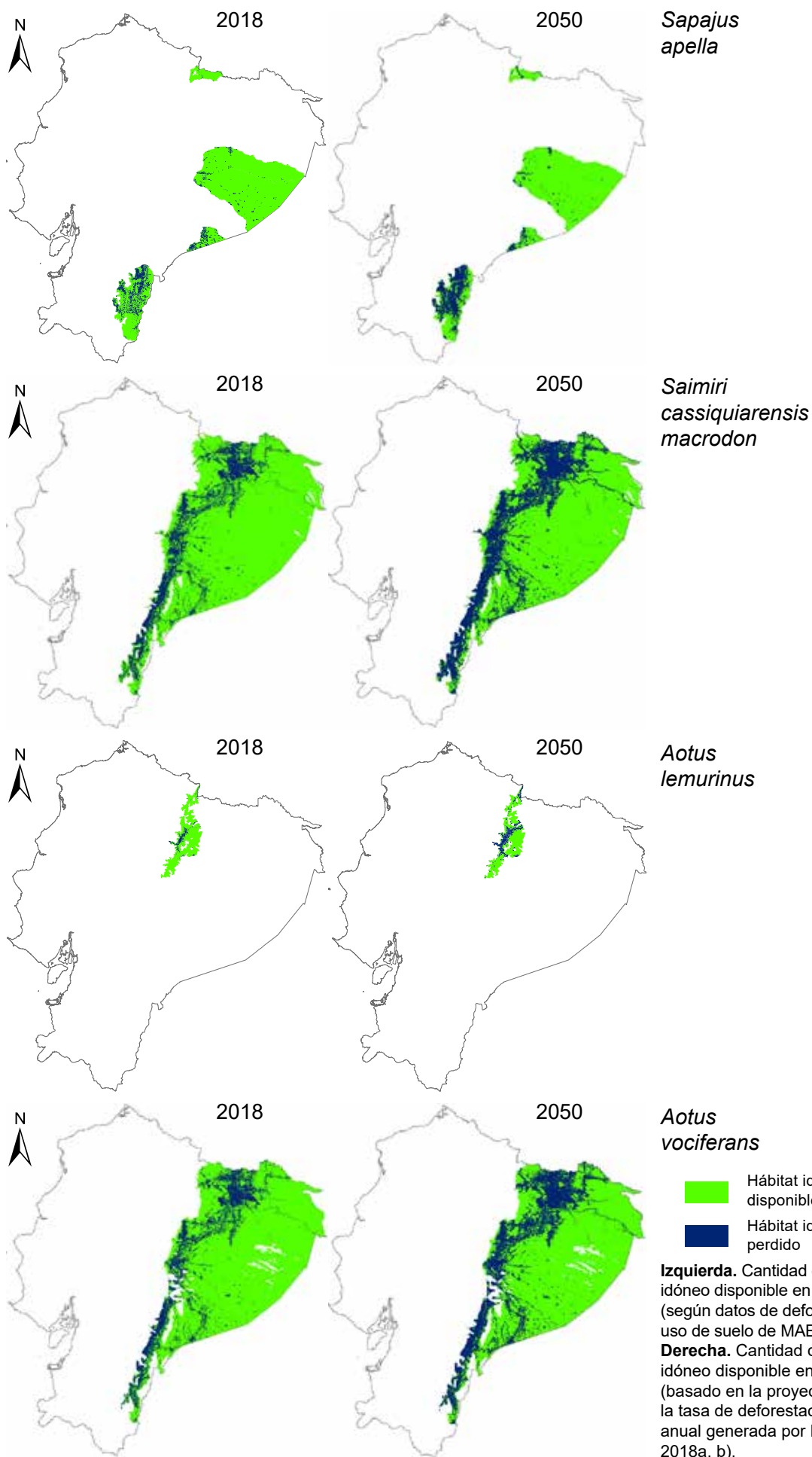
⁵ Incluye cuerpos de agua y zonas con vegetación no forestal.

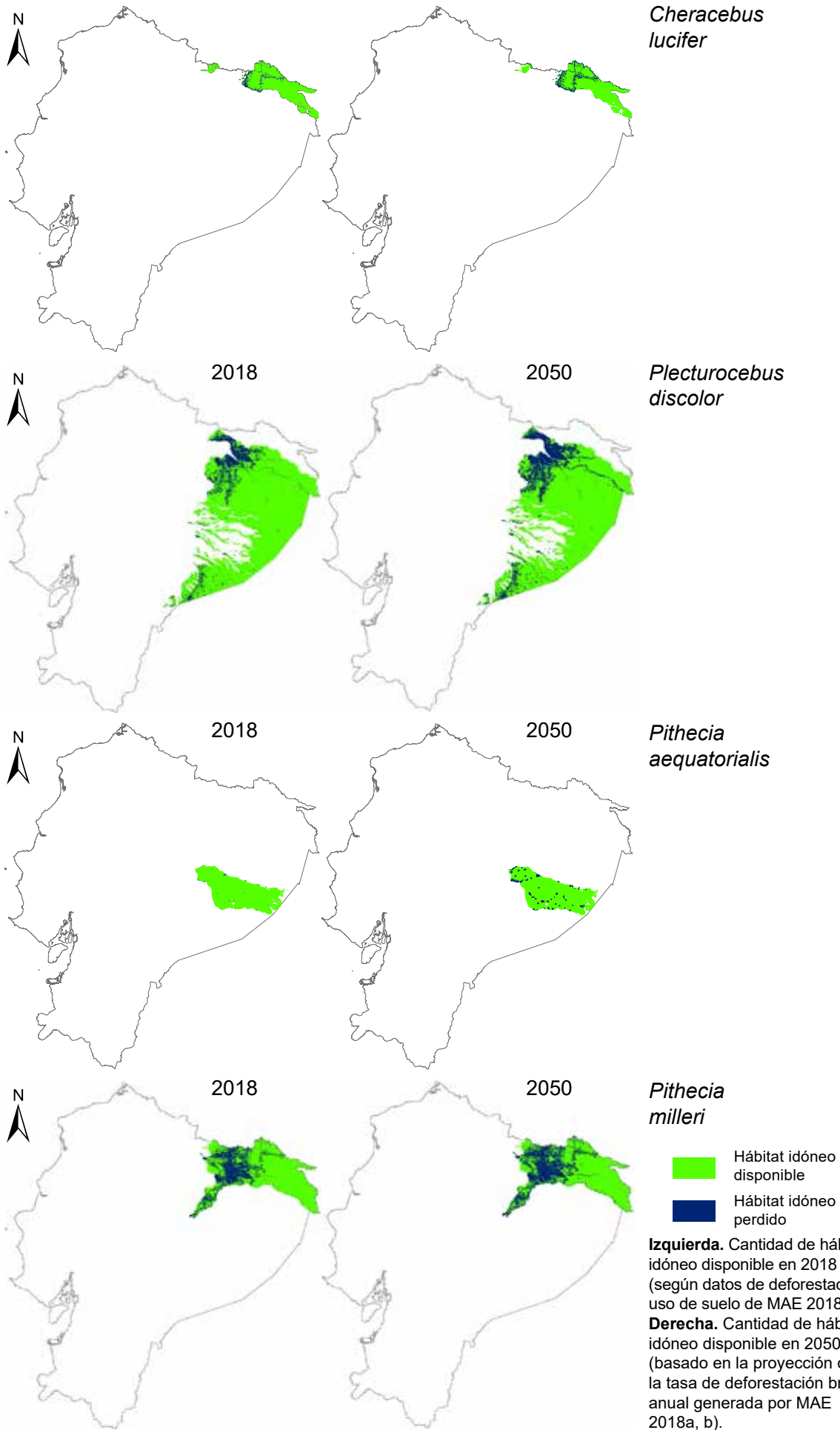
Apéndice 7

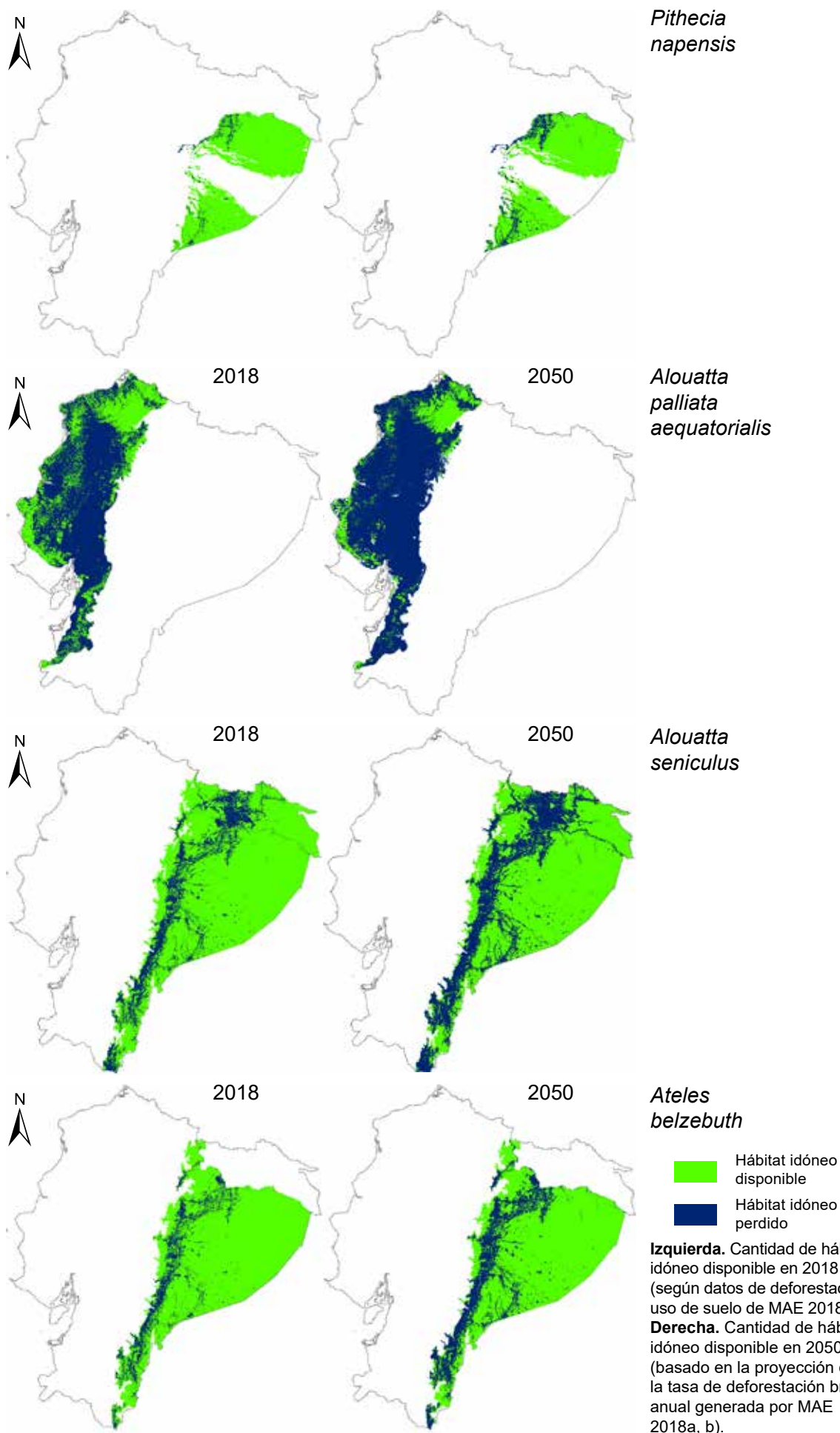
Deforestación y fragmentación en los primates del Ecuador,
en el momento actual (2021) y en la proyección al futuro (2050)

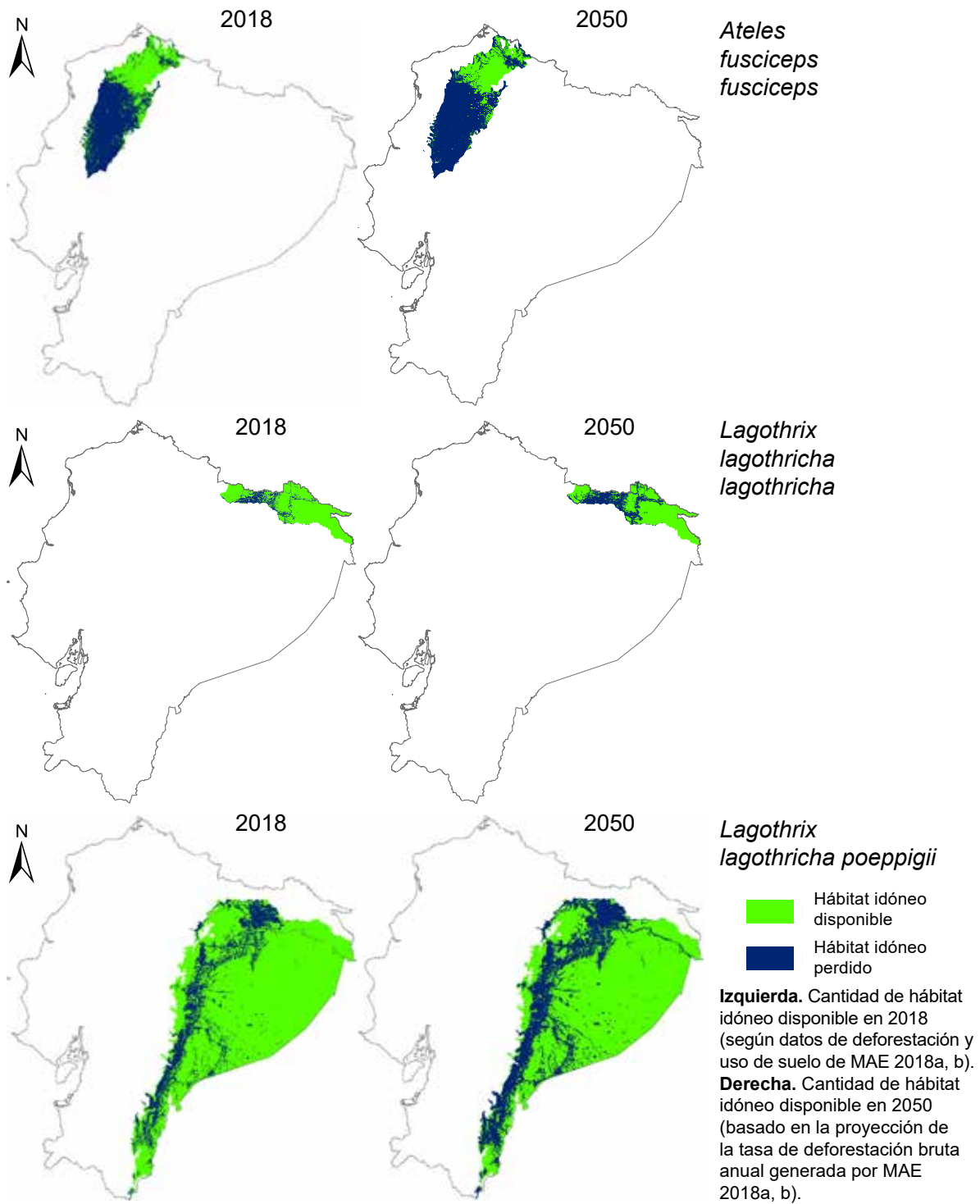












Apéndice 8

Resultados del análisis de cuatro amenazas directas (factores extrínsecos) para los 22 taxones de primates del Ecuador

Taxón	Deforestación		Fragmentación		Cacería		Tráfico		Puntaje acumulado	Porcentaje de calificación ¹	Orden decreciente	Puntaje ponderado	Categoría ²
	2021	2050	2021	2050	2021	2050	2021	2050					
<i>Cebuella pygmaea</i>	2	3	3	1	1	2	1	8	40	9	2	D	D
<i>Leontocebus lagonotus</i>	2	2	3	2	3	3	2	9	45	8	2	D	D
<i>Leontocebus n. graellsii</i>	3	4	5	2	3	3	2	11	55	6	3	C	C
<i>Leontocebus tripartitus</i>	2	1	2	2	3	3	2	7	35	10	1	E	E
<i>Cebus aequatorialis</i>	5	5	5	2	3	4	3	16	80	1	5	A	A
<i>Cebus albifrons</i>	2	3	3	3	5	4	3	12	60	5	4	B	B
<i>Cebus c. capucinus</i>	3	3	3	3	5	4	3	12	60	5	4	B	B
<i>Sapajus apella</i>	2	2	2	3	5	4	3	10	50	7	3	C	C
<i>Saimiri c. macrodon</i>	2	3	3	2	3	5	4	12	60	5	4	B	B
<i>Aotus lemurinus</i>	2	3	3	1	2	1	1	6	30	11	1	E	E
<i>Aotus vociferans</i>	2	3	3	2	3	1	1	8	40	9	2	D	D
<i>Cheracebus lucifer</i>	2	2	3	2	3	1	1	6	30	11	1	A	A
<i>Plecturocebus discolor</i>	2	3	3	2	3	1	1	7	35	10	1	A	A
<i>Pithecia aequatorialis</i>	1	1	1	3	4	1	1	6	30	11	1	A	A
<i>Pithecia milleri</i>	2	4	4	3	4	1	1	10	50	7	3	C	C
<i>Pithecia napensis</i>	2	2	3	3	4	1	1	7	35	10	1	E	E
<i>Alouatta p. aequatorialis</i>	5	5	5	4	5	1	1	14	70	3	5	A	A
<i>Alouatta seniculus</i>	2	3	3	4	5	1	1	10	50	7	3	C	C
<i>Ateles belzebuth</i>	2	3	3	5	5	2	1	12	60	5	4	B	B
<i>Ateles f. fusciceps</i>	5	4	3	5	5	2	1	15	75	2	5	A	A
<i>Lagothrix l. lagothricha</i>	2	3	4	5	5	3	2	13	65	4	4	B	B
<i>Lagothrix l. poeppigii</i>	2	2	3	5	5	3	2	12	60	5	4	B	B

¹ De un máximo de 20 puntos.

² Categoría de acuerdo con la incidencia de los impactos: A = Muy altos. B = Altos. C = Moderados. D = Bajos. E = Muy bajos.

Apéndice 9

Valores considerados para la evaluación de los factores intrínsecos de los 22 taxones de primates del Ecuador (parte 1)

Taxón	Ámbito hogareño (km ²)	Dieta primaria (tipos)	Estructura poblacional (grupos familiares)	Tamaño de grupos (No. de individuos)	Calidad del hábitat (característica)	Tamaño corporal (kg)	Tiempo de gestación (días)	Madurez sexual (años)	Intervalo entre partos (años)	Partos por año (años)	Edad de destete (días)
<i>Cebuella pygmaea</i>	0.009	A	A	5.1	A	113	140.0	1.9	0.5	1.6	90.7
<i>Leontocebus lagonotus</i>	0.333	C	B	6.0	C	365	144.0	1.1	0.8	1.2	90.1
<i>Leontocebus n. graellsi</i>	0.404	C	B	6.0	C	463	148.0	1.1	0.8	1.2	90.1
<i>Leontocebus tripartitus</i>	0.333	C	B	6.0	C	428	148.0	1.1	0.8	1.2	90.1
<i>Cebus aequatorialis</i>	1.465	E	D	16.6	E	2650	158.0	4.1	1.5	0.9	270.3
<i>Cebus albifrons</i>	1.847	E	D	29.6	E	3350	158.0	4.1	1.5	0.9	270.3
<i>Cebus c. capucinus</i>	0.800	E	D	15.0	D	2700	163.2	5.8	2.3	0.7	353.0
<i>Sapajus apella</i>	1.722	E	D	7.9	E	3750	158.0	4.8	1.8	0.8	263.1
<i>Saimiri c. macrodon</i>	0.751	E	E	34.9	D	985	167.0	3.8	1.1	1.1	177.4
<i>Aotus lemurinus</i>	0.057	B	A	3.3	B	864	133.0	2.1	1.0	1.1	74.6
<i>Aotus vociferans</i>	0.071	B	A	3.3	D	1000	132.0	2.0	0.7	1.1	76.2
<i>Cheracebus lucifer</i>	0.147	B	A	3.9	B	1260	140.0	4.6	1.1	1.1	121.7
<i>Plecturocebus discolor</i>	0.038	D	A	3.0	D	1130	150.0	3.5	1.1	1.1	201.9
<i>Pithecia aequatorialis</i>	0.210	B	B	2.5	B	2638	161.0	3.0	1.2	1.0	113.2
<i>Pithecia milleri</i>	0.172	B	B	2.5	B	2555	171.0	3.0	1.2	1.0	113.2
<i>Pithecia napensis</i>	0.172	B	B	4.2	B	2555	161.0	3.0	1.2	1.0	113.2
<i>Alouatta p. aequatorialis</i>	0.196	D	C	11.5	C	6400	183.0	4.3	1.9	0.8	495.6
<i>Alouatta seniculus</i>	0.180	D	C	7.9	C	8000	190.0	4.6	1.4	0.9	370.0
<i>Ateles belzebuth</i>	2.678	B	C	21.5	A	8250	239.0	4.9	2.3	0.7	482.7
<i>Ateles f. fusciceps</i>	2.370	B	C	21.5	A	8550	227.0	4.9	2.8	0.7	482.7
<i>Lagothrix l. lagothricha</i>	2.830	B	C	33.3	A	7550	224.0	4.7	1.8	0.8	312.7
<i>Lagothrix l. poeppigii</i>	2.064	B	C	26.3	A	7000	224.0	4.7	1.8	0.8	312.7

CÓDIGOS: Dieta primaria: A = Altamente específica. B = Mayormente frugívora. C = Mayormente insectívora. D = Mayormente folívora. E = Omnívora. Estructura poblacional:

A = Forma grupos familiares no asociativos. B = Forma grupos familiares asociativos. C = Forma grupos intrafamiliares. D = Forma grupos interfamiliares específicos.

E = Forma grupos interfamiliares no específicos. Calidad del hábitat que prefiere: A = Específico y bien conservado. B = Específico y bien conservado, pero acepta hábitats secundarios.

C = No específico; acepta hábitats secundarios. D = Amplitud de hábitat moderada. E = Amplitud de hábitat alta (generalista).

Apéndice 9

Valores considerados para la evaluación de los factores intrínsecos de los 22 taxones de primates del Ecuador (parte 2)

Taxón / Unidad	Edad al primer parto (años)	Longevidad (años)	Capacidad de dispersión (m/día)	Distribución actual (km ²)	Rango altitudinal (m s.n.m.)	Densidad poblacional (individuos/km ²)	Abundancia relativa (porcentaje de individuos por región)
<i>Cebuella pygmaea</i>	2.3	13.6	65	57 813	460	42.0	4.5
<i>Leontocebus lagonotus</i>	2.3	24.5	675	34 468	1670	17.3	3.4
<i>Leontocebus n. graellsii</i>	2.3	24.5	675	24 222	1405	28.3	6.7
<i>Leontocebus tripartitus</i>	2.3	24.5	675	12 568	200	18.0	5.8
<i>Cebus aequatorialis</i>	4.0	44.0	1947	44 699	2420	4.6	17.6
<i>Cebus albifrons</i>	4.0	44.0	1947	102 498	2610	9.9	11.6
<i>Cebus c. capucinus</i>	4.0	47.4	1947	6 700	2100	8.9	4.9
<i>Sapajus apella</i>	5.6	45.1	2663	30 706	3701	23.8	1.5
<i>Saimiri c. macrodon</i>	2.9	27.0	2319	91 750	1720	29.8	13.1
<i>Aotus lemurinus</i>	2.4	18.0	837	4 930	2200	21.9	0.4
<i>Aotus vociferans</i>	2.4	25.3	754	86 505	1920	33.2	8.2
<i>Cheracebus lucifer</i>	3.0	25.3	752	6 555	480	16.3	1.1
<i>Plecturocebus discolor</i>	3.0	25.3	700	47 433	880	17.7	8.1
<i>Pithecia aequatorialis</i>	2.1	20.1	1500	9 505	320	13.0	0.4
<i>Pithecia milleri</i>	2.1	20.1	1500	15 947	660	19.7	1.6
<i>Pithecia napensis</i>	2.1	20.1	1500	32 030	620	6.7	3.8
<i>Alouatta p. aequatorialis</i>	3.8	25.0	737	62 598	2530	53.5	57.7
<i>Alouatta seniculus</i>	4.6	25.0	802	104 034	3200	12.2	11.8
<i>Ateles belzebuth</i>	4.9	28.0	2232	81 600	1982	14.0	6.6
<i>Ateles f. fusciceps</i>	4.9	24.0	1638	20 532	2280	5.1	19.8
<i>Lagothrix l. lagothricha</i>	7.6	30.0	1867	10 161	500	10.7	1.3
<i>Lagothrix l. poeppigii</i>	7.6	30.0	2500	88 309	2160	18.4	10.0

Apéndice 10

Efectos del cambio climático sobre la distribución de los primates del Ecuador para 2050 en dos escenarios RCP

Taxón	Distribución potencial efectiva (km ²)	Escenario optimista (RCP 4.5)								Escenario optimista (RCP 8.5)							
		Hábitat idóneo						Hábitat no idóneo estable		Hábitat idóneo						Hábitat no idóneo estable	
		Estable		Total*		Perdido		km ²	%	Estable		Total*		Perdido		km ²	%
		km ²	%	km ²	%	km ²	%			km ²	%	km ²	%	km ²	%		
<i>C. pygmaea</i>	57 813	29 903	51.7	30 695	53.1	26 349	45.6	769	1.3	1 453	2.5	1 763	3.0	54 809	94.8	1241	2.1
<i>L. lagonotus</i>	34 468	34 316	99.6	34 468	100.0	0	0.0	0	0.0	34 307	99.5	34 459	100.0	9	0.0	0	0.0
<i>L. n. graellsii</i>	24 222	15 884	65.6	16 115	66.5	8 027	33.1	80	0.3	11 790	48.7	12 101	50.0	12 063	49.8	58	0.2
<i>L. tripartitus</i>	12 568	0	0.0	35	0.3	12 486	99.3	48	0.4	0	0.0	0	0.0	12 568	100.0	0	0.0
<i>C. aequatorialis</i>	44 699	23 263	52.0	23 305	52.1	21 375	47.8	19	0.0	22 191	49.6	22 224	49.7	22 447	50.2	28	0.1
<i>C. albifrons</i>	102 498	90 814	88.6	91 064	88.8	11 410	11.1	23	0.0	78 465	76.6	78 694	76.8	23 784	23.2	21	0.0
<i>C. c. capucinus</i>	6 700	6 423	95.9	6 423	95.9	277	4.1	0	0.0	6 037	90.1	6 037	90.1	663	9.9	0	0.0
<i>S. apella</i>	30 706	30 003	97.7	30 028	97.8	678	2.2	1	0.0	27 823	90.6	27 850	90.7	2 856	9.3	0	0.0
<i>S. c. macrodon</i>	91 750	78 227	85.3	78 292	85.3	13 454	14.7	4	0.0	68 131	74.3	68 204	74.3	23 544	25.7	2	0.0
<i>A. lemurinus</i>	4 930	3 717	75.4	3 747	76.0	1 156	23.5	27	0.6	3 169	64.3	3 210	65.1	1 706	34.6	15	0.3
<i>A. vociferans</i>	86 505	72 210	83.5	72 214	83.5	14 242	16.5	48	0.1	28 164	32.6	28 175	32.6	58 265	67.4	65	0.1
<i>C. lucifer</i>	6 555	6 191	94.4	6 214	94.8	332	5.1	8	0.1	4 228	64.5	4 247	64.8	2 297	35.0	11	0.2
<i>P. discolor</i>	47 433	45 901	96.8	45 985	96.9	1 446	3.0	2	0.0	45 229	95.4	45 309	95.5	2 124	4.5	0	0.0
<i>P. aequatorialis</i>	9 505	9 452	99.4	9 505	100.0	0	0.0	0	0.0	9 452	99.4	9 505	100.0	0	0.0	0	0.0
<i>P. milleri</i>	15 947	15 947	100.0	15 947	100.0	0	0.0	0	0.0	15 947	100.0	15 947	100.0	0	0.0	0	0.0
<i>P. napensis</i>	32 030	31 825	99.4	32 030	100.0	0	0.0	0	0.0	25 327	79.1	25 522	79.7	6 508	20.3	0	0.0
<i>A. p. aequatorialis</i>	62 598	54 000	86.3	54 021	86.3	8 449	13.5	128	0.2	54 163	86.5	54 288	86.7	8 301	13.3	9	0.0
<i>A. seniculus</i>	104 034	103 968	99.9	104 027	100.0	0	0.0	7	0.0	103 971	99.9	104 030	100.0	4	0.0	0	0.0
<i>A. belzebuth</i>	81 600	81 492	99.9	81 593	100.0	1	0.0	6	0.0	81 391	99.7	81 505	99.9	99	0.1	0	0.0
<i>A. f. fusciceps</i>	20 532	20 417	99.4	20 496	99.8	36	0.2	0	0.0	20 365	99.2	20 446	99.6	85	0.4	1	0.0
<i>L. l. lagothericha</i>	10 161	10 061	99.0	10 061	99.0	100	1.0	0	0.0	8 872	87.3	8 872	87.3	1 289	12.7	0	0.0
<i>L. l. poeppigii</i>	88 309	58 891	66.7	58 891	66.7	29 399	33.3	19	0.0	19 690	22.3	19 690	22.3	68 600	77.7	19	0.0
Promedio	-	-	83.5	-	83.8	-	16.1	-	0.1	-	71.0	-	71.3	-	28.6	-	0.1

* Hábitat idóneo estable + hábitat idóneo ganado dentro de la DPE.

Apéndice 11

Hábitat idóneo disponible para los primates del Ecuador en 2050 según análisis de cambio climático (CC) y proyección de la deforestación

Taxón	Distribución potencial efectiva (km ²)	Hábitat idóneo disponible*		Escenario optimista (RCP 8.5)											
				Escenario RCP 4.5						Escenario RCP 8.5					
				2018	2050	Disponible	%++	Pérdida total**	%++	Pérdida CC***	%++	Disponible	%++	Pérdida total**	%++
<i>C. pygmaea</i>	57 813	50 347	46 359	24 001	41.5	32 664	56.5	22 359	68.4	1 295	2.2	55 370	95.8	45 065	81.4
<i>L. lagonotus</i>	34 468	29 351	26 631	26 594	77.2	7 305	21.2	0	0.0	26 585	77.1	7 314	21.2	9	0.1
<i>L. n. graellsii</i>	24 222	17 827	16 175	13 083	54.0	10 705	44.2	3092	28.9	10 260	42.4	13 528	55.9	5 915	43.7
<i>L. tripartitus</i>	12 568	12 142	11 180	0	0.0	12 423	98.8	11 180	90.0	0	0.0	12 423	98.8	11 180	90.0
<i>C. aequatorialis</i>	44 699	10 701	7 936	4 768	10.7	38 105	85.2	3 168	8.3	4 667	10.4	38 206	85.5	3 269	8.6
<i>C. albifrons</i>	102 498	84 603	77 122	66 141	64.5	34 527	33.7	10 982	31.8	56 028	54.7	44 640	43.6	21 095	47.3
<i>C. c. capucinus</i>	6 700	4 944	3 882	3 837	57.3	2 806	41.9	45	1.6	3 675	54.9	2 968	44.3	207	7.0
<i>S. apella</i>	30 706	27 740	25 107	24 770	80.7	5 654	18.4	337	6.0	23 069	75.1	7 355	24.0	2 038	27.7
<i>S. c. macrodon</i>	91 750	75 844	68 814	63 065	68.7	27 047	29.5	5 749	21.3	53 115	57.9	36 997	40.3	15 699	42.4
<i>A. lemurinus</i>	4 930	4 458	3 815	2 942	59.7	1 946	39.5	872	44.9	2 545	51.6	2 343	47.5	1 269	54.2
<i>A. vociferans</i>	86 505	71 754	64 620	62 676	72.5	22 224	25.7	1 944	8.7	22 385	25.9	62 515	72.3	42 235	67.6
<i>C. lucifer</i>	6 555	5 793	5 335	5 049	77.0	1 368	20.9	285	20.9	3 577	54.6	2 840	43.3	1 757	61.9
<i>P. discolor</i>	47 433	42 076	38 744	36 737	77.5	9 221	19.4	1 446	15.7	36 547	77.0	9 899	20.9	2 124	21.5
<i>P. aequatorialis</i>	9 505	9 403	8 658	8 658	91.1	785	8.3	0	0.0	8 658	91.1	785	8.3	0	0.0
<i>P. milleri</i>	15 947	12 244	11 274	10 994	68.9	4 076	25.6	0	0.0	10 994	68.9	4 076	25.6	0	0.0
<i>P. napensis</i>	32 030	29 872	27 506	27 402	85.6	4 084	12.8	0	0.0	21 055	65.7	10 535	32.9	6 451	61.2
<i>A. p. aequatorialis</i>	62 598	18 693	13 862	11 465	18.3	48 899	78.1	2 397	4.9	11 462	18.3	48 902	78.1	2 400	4.9
<i>A. seniculus</i>	104 034	85 893	78 298	77 320	74.3	23 971	23.0	0	0.0	77 128	74.1	23 975	23.0	4	0.0
<i>A. belzebuth</i>	81 600	69 110	62 261	61 689	75.6	18 206	22.3	1	0.0	61 259	75.1	18 304	22.4	99	0.5
<i>A. f. fusciceps</i>	20 532	7 231	5 394	5 213	25.4	14 849	72.3	36	0.2	5 191	25.3	15 016	73.1	203	1.3
<i>L. l. lagothricha</i>	10 161	8 232	7 580	7 258	71.4	2 506	24.7	100	4.0	6 305	62.1	3 681	36.2	1 275	34.6
<i>L. l. poeppigii</i>	88 309	73 507	67 007	44 967	50.9	41 803	47.3	22 041	52.7	14 000	15.9	72 770	82.4	53 008	72.8

* No incluye efectos del cambio climático.

** Incluye efectos del cambio climático y la deforestación proyectada.

*** Hace referencia a la pérdida de hábitat derivada del efecto del cambio climático (CC) dentro de la distribución potencial efectiva (DPE).

++ Porcentaje en relación con la DPE.

+++ Porcentaje en relación con la cantidad de hábitat idóneo perdido.

Apéndice 12

Efectos del cambio climático sobre la distribución de los primates del Ecuador
para 2050: análisis MOP para dos escenarios RCP

Taxón	Distribución potencial efectiva (km ²)	Escenario optimista (RCP 4.5)				Escenario pesimista (RCP 8.5)			
		Áreas de extrapolación estricta		Áreas de clima análogo		Áreas de extrapolación estricta		Áreas de clima análogo	
		Disponible	%++	Pérdida total**	%++	Disponible	%++	Pérdida total**	%++
<i>C. pygmaea</i>	57 813	22 504	38.9	35 310	61.1	35 813	61.9	22 000	38.1
<i>L. lagonotus</i>	34 468	11 747	34.1	22 721	65.9	28 271	82.0	6 197	18.0
<i>L. n. graellsii</i>	24 222	12 728	52.5	11 494	47.5	17 171	70.9	7 051	29.1
<i>L. tripartitus</i>	12 568	12 568	100.0	0	0.0	12 568	100.0	0	0.0
<i>C. aequatorialis</i>	44 699	23 116	51.7	21 605	48.3	23 111	51.7	21 601	48.3
<i>C. albifrons</i>	102 498	52 384	51.1	50 103	48.9	60 356	58.9	42 132	41.1
<i>C. c. capucinus</i>	6 700	1 074	16.0	5 623	83.9	1 107	16.5	5 590	83.4
<i>S. apella</i>	30 706	515	1.7	30 201	98.4	3 353	10.9	27 364	89.1
<i>S. c. macrodon</i>	91 750	2 028	2.2	89 761	97.8	4 269	4.7	87 521	95.4
<i>A. lemurinus</i>	4 930	0	0.0	4 930	100.0	0	0.0	4 930	100.0
<i>A. vociferans</i>	86 505	22 891	26.5	63 614	73.5	42 627	49.3	43 878	50.7
<i>C. lucifer</i>	6 555	6 555	100.0	0	0.0	6 558	100.0	0	0.0
<i>P. discolor</i>	47 433	46 368	97.8	1 066	2.2	47 433	100.0	0	0.0
<i>P. aequatorialis</i>	9 505	4 873	51.3	4 632	48.7	8 027	84.5	1 478	15.5
<i>P. milleri</i>	15 947	15 947	100.0	0	0.0	15 947	100.0	0	0.0
<i>P. napensis</i>	32 030	32 030	100.0	0	0.0	32 030	100.0	0	0.0
<i>A. p. aequatorialis</i>	62 598	225	0.4	62 401	99.7	5	0.0	62 620	100.0
<i>A. seniculus</i>	104 034	8	0.0	104 026	100.0	57	0.1	103 984	100.0
<i>A. belzebuth</i>	81 600	500	0.6	81 109	99.4	115	0.1	81 494	99.9
<i>A. f. fusciceps</i>	20 532	11 940	58.2	8 594	41.9	14 872	72.4	5 662	27.6
<i>L. l. lagothricha</i>	10 161	208	2.0	9 953	98.0	1 306	12.9	8 855	87.1
<i>L. l. poeppigii</i>	88 309	72 654	82.3	15 655	17.7	88 309	100.0	0	0.0