

Specialization and competitiveness of natural rubber (*Hevea brasiliensis* [Willd. ex A. Juss.] Müll. Arg.) production in Mexico

Especialización y competitividad de la producción de hule (*Hevea brasiliensis* [Willd. ex A. Juss.] Müll. Arg.) en México

Juan M. Vargas-Canales¹; Joaquín H. Camacho-Vera^{2*}; Joel Pineda-Pineda³; Víctor M. Mendoza-Castillo³; Jonathan Fresnedo-Ramírez⁴; Santiago M. López-García⁵; Zeltzin X. Andrade-Saavedra³

¹Universidad de Guanajuato. Privada de Arteaga s/n, zona Centro. C. P. 38900. Salvatierra, Guanajuato, México.

²Universidad de la Sierra Sur. Calle Guillermo Rojas Mijangos s/n, col. Ciudad Universitaria. C. P. 70800. Miahuatlán, Oaxaca, México.

³Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 carretera México-Texcoco. C. P. 56230. Chapingo, Texcoco, Edo. de México, México.

⁴The Ohio State University. 1680 Madison Avenue, Wooster, OH, USA, 44691.

⁵Universidad de Salamanca. Calle Espejo, 2. C. P. 37007. Salamanca, España.

*Corresponding author: camachovera@yahoo.com.mx; tel.: 5514209686.

Abstract

Introduction: The dynamics and trade interaction between countries has led to transformations in their economic structures, and a process of productive specialization in the agricultural sector.

Objective: To analyze the behavior of natural rubber (*Hevea brasiliensis* [Willd. ex A. Juss.] Müll. Arg.) production and identify specialized and competitive regions using regional analysis techniques.

Materials and methods: Mexico's states and municipalities were considered geographical units. The methods of analysis were the location quotient, Shift-Share, specialization and competitiveness. The value of natural rubber crop production, in the period 1980-2016, was used as an analysis variable. The information was obtained from the Agrifood and Fisheries Information Service.

Results and discussion: Results show increased natural rubber production and reconfiguration of its specialization. Tabasco is the most specialized state and Veracruz, Chiapas and Tabasco have competitive advantages; however, the states with the greatest prospects for growth and being highly specialized and competitive are Oaxaca and Tabasco. The specialization and competitiveness of natural rubber production is related to natural conditions, market demand and technological development.

Conclusions: Oaxaca and Tabasco have prospects for specialization and competitiveness, so natural rubber production should be expanded to these regions that in theory should be the most productive and with the lowest production costs. To exploit these advantages, it is necessary to promote a regional innovation system for the design and implementation of smart specialization strategies.

Resumen

Introducción: La dinámica e interacción comercial entre países ha generado transformaciones en sus estructuras económicas, y un proceso de especialización productiva en el sector agropecuario.

Objetivo: Analizar el comportamiento de la producción de hule (*Hevea brasiliensis* [Willd. ex A. Juss.] Müll. Arg.) e identificar las regiones especializadas y competitivas, mediante técnicas de análisis regional.

Materiales y métodos: Los estados y municipios de la república mexicana se consideraron unidades geográficas. Los métodos de análisis fueron el cociente de localización, *Shift and Share* (indicador de cambio y participación), especialización y competitividad. El valor de la producción del cultivo de hule, en el periodo (1980-2016), se utilizó como variable de análisis. La información se obtuvo del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Resultados y discusión: Los resultados muestran expansión de la producción de hule y reconfiguración de su especialización. Tabasco es el estado más especializado y Veracruz, Chiapas y Tabasco presentan ventajas competitivas; sin embargo, los estados con mayores perspectivas de crecimiento y de ser altamente especializados y competitivos son Oaxaca y Tabasco. La especialización y competitividad de la producción de hule se relaciona con las condiciones naturales, la demanda del mercado y el desarrollo tecnológico.

Conclusiones: Oaxaca y Tabasco tienen perspectivas de especialización y competitividad, por lo que la producción de hule debe expandirse a estas regiones que en teoría deben ser las más productivas y con costos de producción más bajos. Para aprovechar estas ventajas es necesario impulsar un sistema regional de innovación para el diseño e implementación de estrategias de especialización inteligente.

Keywords: Location quotient; Shift-Share; latex; regional analysis, Oaxaca, Tabasco.

Palabras clave: Cociente de localización; *shift and share*; látex; análisis regional, Oaxaca, Tabasco.

Please cite this article as follows (APA 6): Vargas-Canales, J. M., Camacho-Vera, J. H., Pineda-Pineda, J., Mendoza-Castillo, V. M., Fresnedo-Ramírez, J., López-García, S. M., & Andrade-Saavedra, Z. X. (2019). Specialization and competitiveness of natural rubber (*Hevea brasiliensis* [Willd. ex A. Juss.] Müll. Arg.) production in Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 25(3), 425-439. doi: 10.5154/r.rchscfa.2018.12.092

Received: December 12, 2018 / Accepted: July 12, 2019.



Introduction

The behavior of current economic dynamics is characterized by the alternation of capital reproduction patterns and configures certain trends or cycles (Vargas-Canales, Palacios-Rangel, Aguilar-Ávila, & Ocampo-Ledesma, 2016). The importance of analyzing the cycles is that they are indicators of the economic situation of the countries (Tylecote, 1993), whose effect is linked to the conditions of others and generates chain reactions. Because of this, the productive structures of the countries have been transformed and have integrated very diverse economic agents (Vargas-Canales et al., 2016, 2018).

The trade and financial integration between countries allows observing a certain synchronization (movement in phase of the economic cycles of two or more countries) of their economic life, promoted by competitiveness (Mejía, Gutiérrez, & Farías, 2006). To adapt to highly competitive dynamics, it is necessary that the productive activities and technological innovations that best respond to economic cycles coincide with one another (Jimenez, 2014; Vargas-Canales et al., 2016).

The transformations and changes of the productive structures take place in the long term, which gives rise to specialization. The idea that the market is the principal driving force behind specialization dates back to Adam Smith (Smith, 1976). For Smith, competition in the market allows greater division of labor and specialization. Although this idea is an integral part of economic thought, it is surprising that there is almost no analysis of the market's role in determining specialization (Emran & Shilpi, 2012).

International trade is essential and has effects in virtually all sectors, so positive effects on consumers, businesses, prices and consumption patterns can be observed (Martin, 2018); it also allows taking advantage of regional differences in resource endowments, capacities and skills, and consumers obtain a greater variety of better-quality products at lower prices. On the other hand, it is also argued that excessive dependence on external trade flows generates economic dependence, weakens sovereignty and puts food systems at risk (Fox & Castella, 2013; Ortíz, Montes, & Jiménez, 2016; Otero, Pechlaner, & Gürcan, 2013; Rubio, 2014).

Mexico has trade agreements with several countries, highlighted by the North American Free Trade Agreement (NAFTA), which has generated transformations in the country's productive structure. Mejía et al. (2006) analyzed the synchronization of the economies of Mexico and the United States and found that it is not a generalized phenomenon; however, it is a shock mechanism that modifies the productive

Introducción

El comportamiento de la dinámica económica actual se caracteriza por la alternancia de patrones de reproducción de capital y configura ciertas tendencias o ciclos (Vargas-Canales, Palacios-Rangel, Aguilar-Ávila, & Ocampo-Ledesma, 2016). La importancia de analizar los ciclos radica en que son indicadores de la situación económica de los países (Tylecote, 1993), cuyo efecto se vincula a las condiciones de otros y genera reacciones en cadena. Debido a lo anterior, las estructuras productivas de los países se han transformado y han integrado agentes económicos muy diversos (Vargas-Canales et al., 2016, 2018).

La integración comercial y financiera entre países permite observar cierta sincronización (movimiento en fase de los ciclos económicos de dos o más países) de su vida económica, promovida por la competitividad (Mejía, Gutiérrez, & Farías, 2006). Para adaptarse a la dinámica altamente competitiva, es necesario que coincidan las actividades productivas y las innovaciones tecnológicas que mejor respondan a los ciclos económicos (Jimenez, 2014; Vargas-Canales et al., 2016).

Las transformaciones y cambios de las estructuras productivas se dan a largo plazo, lo que origina especialización. La idea de que el mercado es la principal fuerza detrás de la especialización se remonta a Adam Smith (Smith, 1976). Para Smith, la competencia en el mercado permite mayor división del trabajo y mayor especialización. Aunque esta idea es una parte integral del pensamiento económico, es sorprendente que casi no existan análisis de mercado y su efecto en la especialización (Emran & Shilpi, 2012).

El comercio internacional es esencial y tiene efectos en prácticamente todos los sectores, de tal modo que es posible observar efectos positivos en el consumidor, en las empresas, en los precios y en los patrones de consumo (Martin, 2018); además, permite aprovechar las diferencias regionales en cuanto a dotación de recursos, capacidades y habilidades, y los consumidores obtienen mayor variedad de productos de mejor calidad y a precios más bajos. Por otra parte, también se argumenta que la dependencia excesiva de los flujos comerciales externos genera dependencia económica, debilita la soberanía y pone en riesgo a los sistemas alimentarios (Fox & Castella, 2013; Ortíz, Montes, & Jiménez, 2016; Otero, Pechlaner, & Gürcan, 2013; Rubio, 2014).

México tiene acuerdos comerciales con varios países, de entre los cuales destaca el Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN), el cual ha generado transformaciones en la estructura productiva del país. Mejía et al. (2006) analizaron la sincronización de las

structure (Vargas-Canales et al., 2016) and, in general, stimulates regional specialization processes (Krugman, 1993). In this regard, one of the crops with potential and growing international demand is natural rubber (*Hevea brasiliensis* [Willd. ex A. Juss.] Müll. Arg.). The latex produced by this species accounts for more than 40 % of world consumption (de Souza et al., 2018; Montoro et al., 2018). With more than 10 million hectares, rubber cultivation and its industry play an important socio-economic role in rubber producing countries (Montoro et al., 2018); strong international demand has driven its expansion (Fox & Castella, 2013; Manivong & Cramb, 2008; Warren-Thomas, Dolman, & Edwards, 2015). World trade in natural rubber is estimated at 7.5 million tons per year and its importance as a cash crop continues to rise (Masson, Julien, & Boedt, 2013; Umar, Giroh, Agbonkolor, & Mesike, 2011; Xiong, 2017).

The importance of natural rubber lies in its versatility as a raw material and input. The latex produced by the rubber tree has more than 40 000 uses (medical, industrial and cosmetic). Due to its unique properties such as resilience, efficient heat dispersion and malleability at high temperatures (van Beilen & Poirier, 2007), latex is considered a product virtually impossible to replace with petroleum derivatives and synthetic alternatives. At present, Asian countries account for 93 % of natural rubber production; however, southeastern Mexico has excellent natural conditions for its development (Vargas-Canales, Palacios-Rangel, Acevedo-Peralta, & Leos-Rodríguez, 2015) and proximity with one of the largest consumption centers (Rojo, Martínez, & Jasso, 2011).

Therefore, the hypothesis of this paper suggests that with NAFTA's coming into effect in 1994, agricultural production in Mexico began a productive reconfiguration oriented towards regional specialization. Based on this, the objective of this work was to analyze the behavior of natural rubber production and identify highly specialized and competitive regions through regional analysis techniques in order to make proposals for the promotion of this crop.

Materials and methods

In this study, Mexico's 32 federal states and their municipalities were considered fundamental geographical units to analyze the behavior of specialization and competitiveness of natural rubber-producing regions. The value of natural rubber production was taken as a study variable given the interest in defining the characteristics of its relative weight in the economies of the states and their municipalities. Production value information by state was obtained from the Agrifood and Fisheries Information Service (SIAP, 2018). It should be noted that the data correspond to commercial plantations,

economías de México y Estados Unidos de América y encontraron que no es un fenómeno generalizado; sin embargo, sí es un mecanismo de choque que modifica la estructura productiva (Vargas-Canales et al., 2016) y, por lo general, estimula procesos de especialización regional (Krugman, 1993). En este sentido, uno de los cultivos con potencial y creciente demanda internacional es el hule (*Hevea brasiliensis* [Willd. ex A. Juss.] Müll. Arg.). El látex que produce esta especie representa más del 40 % del consumo mundial (de Souza et al., 2018; Montoro et al., 2018). Con más de 10 millones de hectáreas, el cultivo del hule y su industria desempeñan un papel socioeconómico importante en los países productores (Montoro et al., 2018); la fuerte demanda internacional ha impulsado su expansión (Fox & Castella, 2013; Manivong & Cramb, 2008; Warren-Thomas, Dolman, & Edwards, 2015). El comercio mundial de hule natural se estima en 7.5 millones de toneladas anuales y su importancia como cultivo comercial continúa en ascenso (Masson, Julien, & Boedt, 2013; Umar, Giroh, Agbonkolor, & Mesike, 2011; Xiong, 2017).

La importancia del hule radica en su versatilidad como materia prima e insumo. El látex del árbol de hule tiene más de 40 000 usos (médicos, industriales y cosméticos). Debido a sus propiedades únicas como la resistencia, dispersión eficiente de calor y maleabilidad a temperaturas altas (van Beilen & Poirier, 2007), el látex se considera un producto prácticamente imposible de sustituir por los derivados del petróleo y los sintéticos. En la actualidad, los países asiáticos concentran 93 % de la producción de hule; sin embargo, el sureste mexicano tiene condiciones naturales excelentes para su desarrollo (Vargas-Canales, Palacios-Rangel, Acevedo-Peralta, & Leos-Rodríguez, 2015) y cercanía con uno de los mayores centros de consumo (Rojo, Martínez, & Jasso, 2011).

Por lo anterior, la hipótesis de este trabajo sugiere que, con la entrada en vigor del TLCAN en 1994, la producción agrícola en México inició una reconfiguración productiva orientada a la especialización regional. Con base en ello, el objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento de la producción de hule e identificar las regiones altamente especializadas y competitivas, mediante técnicas de análisis regional a fin de plantear propuestas sobre el fomento de este cultivo.

Materiales y métodos

En este estudio, las 32 entidades federativas de la república mexicana y sus municipios se consideraron unidades geográficas fundamentales para analizar el comportamiento de la especialización y competitividad de las regiones productoras de hule. El valor de la producción del hule se tomó como variable de estudio dado el interés para definir las características de su

which is the characteristic natural rubber production system of Mexico. For this reason, because there is little cultural and ecological variability related to the crop, the data can be viewed as having a high reliability value.

With the information, a database was constructed of the value of rubber crop production from 1980 to 2016 for each state in relation to the agricultural sector (farming and livestock raising). Next, the location quotient (LQ) and Shift-Share were determined. In these analyses, the livestock and farming subsectors were considered as a single block and only the value of the product analyzed was excluded, in order to compare natural rubber cultivation with the total economy of the agricultural sector. The information was organized in a sector-region (SEC-REG) double-entry matrix, placing the agricultural sectors in columns and regions in rows (Boisier, 1980).

The following equation was used to calculate the LQ, where X is the analysis variable, i corresponds to the sector and j corresponds to the region (in this case, each federal state and the municipalities):

$$LC_i = \frac{\frac{X_{ij}}{\sum_i X_{ij}}}{\frac{\sum_j X_{ij}}{\sum_i \sum_j X_{ij}}}$$

According to the LQ, it can be said that there is relative specialization of sector i in region j when its value is greater than 1 (Arias & Fortich, 2010; Boisier, 1980; Lira & Quiroga, 2003). The coefficient is interpreted as a measure of geographical concentration that locates the advantage of each sector within a conglomerate of regions. The closer LQ's value to zero, the lower the sector's degree of concentration in the region and vice versa. This implies that the more the economic structure of the state differs from that of the country as a whole, the greater its level of specialization (Gómez-Zaldívar, Mosqueda, & Duran, 2017; Mulligan & Schmidt, 2005).

For the calculation of Shift-Share, the following equations were used (Boisier, 1980):

$$X_{ij} - X_{ij} = \Delta X_{ij} = X_{ij}r + X_{ij}(r_i - r) + X_{ij}(r_{ij} - r)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^R (X'_{ij} - X_{ij})}{\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^R X_{ij}}$$

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^R (X'_{ij} - X_{ij})}{\sum_{j=1}^R X_{ij}}$$

$$r_{ij} = \frac{X'_{ij} - X_{ij}}{X_{ij}}$$

peso relativo sobre las economías de las entidades y sus municipios. La información del valor de la producción por entidad se obtuvo del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018). Es conveniente aclarar que los datos corresponden a plantaciones comerciales, que es el sistema de producción de hule característico de México. Por esta razón, debido a que existe poca variabilidad cultural y ecológica relacionada con el cultivo es posible considerar que los datos tienen un valor alto de confiabilidad.

Con la información se construyó una base de datos del valor de la producción del cultivo del hule de los años 1980 a 2016 para cada estado en relación con el sector agropecuario (agrícola y pecuario). Después se determinó el cociente de localización (CL) y el *Shift and Share* (análisis de cambio y participación). En estos análisis, se consideraron a los subsectores pecuario y agrícola como un solo bloque y solamente se excluyó el valor del producto que se analizó, a fin de tener la comparación del cultivo del hule con respecto al total de la economía del sector agropecuario. La información se organizó en una matriz de doble entrada sector-región (SEC-REG), colocando los sectores agropecuarios en las columnas y las regiones en las filas (Boisier, 1980).

Para el cálculo del CL se utilizó la siguiente ecuación, donde X es la variable de análisis, i corresponde al sector y j corresponde a la región (en este caso, cada entidad federativa y los municipios):

$$CL_i = \frac{\frac{X_{ij}}{\sum_i X_{ij}}}{\frac{\sum_j X_{ij}}{\sum_i \sum_j X_{ij}}}$$

De acuerdo con el CL, se puede afirmar que existe especialización relativa del sector i en la región j cuando su valor es mayor que 1 (Arias & Fortich, 2010; Boisier, 1980; Lira & Quiroga, 2003). El coeficiente se interpreta como una medida de concentración geográfica que ubica la ventaja de cada sector dentro de un conglomerado de regiones. Cuanto más se acerque el valor del CL a cero habrá menor grado de concentración del sector en la región y viceversa. Lo anterior implica que cuanto más difiera la estructura económica del estado de la del país en su conjunto, mayor será su nivel de especialización (Gómez-Zaldívar, Mosqueda, & Duran, 2017; Mulligan & Schmidt, 2005).

Para el cálculo del *Shift and Share* (indicador de cambio y participación) se utilizaron las siguientes ecuaciones (Boisier, 1980):

$$X_{ij} - X_{ij} = \Delta X_{ij} = X_{ij}r + X_{ij}(r_i - r) + X_{ij}(r_{ij} - r)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^R (X'_{ij} - X_{ij})}{\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^R X_{ij}}$$

where,

X = analysis variable in time one, in sector i and region j
 $X_{ij,r}$ = total effect; the second $X_{ij}(r - r)$ is the sectoral or structural effect, while $X_{ij}(r_{ij} - r)$ concerns the regional or competitive effect.

X' = analysis variable in time two

S = last sector of the total number of sectors analyzed

R = last region of the total geographic space analyzed.

Shift-Share analysis assesses the growth differential of the sectors analyzed in the regions studied. This is one of the most widely used dynamic analysis methods, by virtue of its analytical possibilities and the simple information necessary to construct it (Dunn, 1960). The method was proposed in the 1960s to determine which regions showed the greatest growth and whether it was attributed to: i) a global effect (sum of regions), ii) a sectoral effect (structural) or iii) a regional effect (competitive) (Camacho, Cervantes, Palacios, Cesín, & Ocampo, 2017). The sectoral effect expresses the positive or negative impact of growth in a specific sector, above or below the national growth rate. The regional or competitive effect captures the dynamism of a sector in a region, contrasting it with that same sector at the national level (Boisier, 1980; Camacho Vera et al., 2017). In this sense, the indicators were integrated in order to better understand them (Table 1). Thus, for Shift-Share analysis, if a state has a positive effect in all three areas, then it has a maximum value of 3, and if they have a negative effect, the value is 0. Finally, to determine whether it is a specialized and competitive state, all the calculated indicators were integrated. It should be clarified that, in the case of the LQ, the positive or negative effect was determined according to its change for the analysis period (Table 1).

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^R (X'_{ij} - X_{ij})}{\sum_{j=1}^R X_{ij}}$$

$$r_{ij} = \frac{X'_{ij} - X_{ij}}{X_{ij}}$$

donde,

X = variable de análisis en el tiempo uno, en el sector i y región j

$X_{ij,r}$ = efecto total; el segundo $X_{ij}(r - r)$ se trata del efecto sectorial o estructural, mientras que $X_{ij}(r_{ij} - r)$ concierne al efecto regional o competitivo.

X' = variable de análisis en el tiempo dos

S = último sector del total de los sectores analizados

R = última región del total del espacio geográfico analizado.

El *Shift and Share* evalúa el diferencial del crecimiento de los sectores analizados en las regiones estudiadas. Este es uno de los métodos de análisis dinámico más usado, en virtud de sus posibilidades analíticas y lo elemental de la información necesaria para construirlo (Dunn, 1960). El método fue planteado en la década de 1960, para determinar cuáles regiones mostraban mayor crecimiento y si este se atribuía a: i) un efecto global (suma de regiones), ii) un efecto sectorial (estructural) o iii) un efecto regional (competitivo) (Camacho, Cervantes, Palacios, Cesín, & Ocampo, 2017). El efecto sectorial expresa el impacto positivo o negativo del crecimiento de un sector específico, por arriba o por debajo de la tasa de crecimiento nacional. El efecto regional o competitivo recoge el dinamismo de un sector en una región, contrastándolo con ese mismo sector en el ámbito nacional (Boisier, 1980; Camacho Vera et al., 2017). En ese sentido, se realizó una integración de los

Table 1. Method of integrating indicators to determine specialization and competitiveness of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) producing regions.

Cuadro 1. Método de integración de los indicadores para determinar especialización y competitividad de las regiones productoras de hule (*Hevea brasiliensis*).

Shift-Share / <i>Shift and Share</i>			Specialization / Especialización	Specialization and competitiveness / Especialización y competitividad	Value / Valor
National effect / Efecto nacional	Sectoral effect / Efecto sectorial	Competitive effect / Efecto competitivo	LQ/CL (1980 - 2016)		
-	-	-	-	-	0
+	-	-	-	+	1
+	+	-	-	++	2
+	+	+	-	+++	3
+	+	+	+	++++	4

Source: Author-made based on Arias and Fortich (2010), Boisier (1980), Camacho et al. (2017), Gómez-Zaldívar et al. (2017), Lira and Quiroga (2003) and Mulligan and Schmidt (2005).

Fuente: Elaboración propia con base en Arias y Fortich (2010), Boisier (1980), Camacho et al. (2017), Gómez-Zaldívar et al. (2017), Lira y Quiroga (2003) y Mulligan y Schmidt (2005).

Results

Location quotient

The LQ results show important changes in natural rubber production in the period analyzed. Figure 1 shows that, by 1980, production was concentrated only in the state of Veracruz. This indicates that rubber cultivation was of considerable importance to the state, with respect to the total of its agricultural economy.

The crop's diffusion is logical if one considers that in Veracruz the first experimental crops, sponsored by North American interests, were planted in the 1940s. However, it was not until the 1960s that the period of commercial plantations began (Rojo et al., 2011). Later, during the 1980s and 1990s, the crop expanded into Chiapas and Tabasco as part of the crop diversification initiative promoted by the Mexican Coffee Institute (INMECAFÉ) (Figure 2). The longitudinal analysis of the three temporal cuts shows that, over a little more than three decades, rubber cultivation expanded from the state of Veracruz to the states of Tabasco, Chiapas and Oaxaca. In the most recent period, the rubber economy advanced significantly in Oaxaca and Tabasco, with even the latter surpassing Veracruz in its level of rubber specialization (Figure 3).

With respect to specialization at the municipal level, Table 2 shows a greater concentration of activity in a few municipalities, which make up the rubber-producing region that has the ideal environmental conditions for cultivation. In the state of Tabasco, Macuspana and Huimanguillo stand out; however, production could expand to the producing regions of the states

indicadores para su mejor comprensión (Cuadro 1). Así, para el análisis *Shift and Share*, si un estado tiene un efecto positivo en los tres ámbitos entonces tiene un valor máximo de 3, y si tienen efecto negativo, el valor es 0. Finalmente, para determinar si se trata de un estado especializado y competitivo se realizó una integración de todos los indicadores calculados. Es conveniente aclarar que, para el caso del CL, el efecto positivo o negativo se determinó en función de su cambio para el periodo de análisis (Cuadro 1).

Resultados

Cociente de localización

Los resultados del CL muestran cambios importantes en la producción de hule en el periodo analizado. La Figura 1 muestra que, para 1980, la producción estaba concentrada solo en el estado de Veracruz. Esto indica que el cultivo del hule tenía importancia considerable para el estado, con respecto al total de su economía agropecuaria.

El sentido de la difusión del cultivo es lógico si se considera que en Veracruz se realizaron los primeros cultivos experimentales, auspiciados por intereses norteamericanos, en la década de 1940. No obstante, fue hasta la década de 1960 que inicia el periodo de plantaciones comerciales (Rojo et al., 2011). Posteriormente, durante las décadas de 1980 y 1990, el cultivo se expande hacia Chiapas y Tabasco como parte de la diversificación de cultivos promovida por el INMECAFÉ (Instituto Mexicano del Café) (Figura 2). El análisis longitudinal de los tres cortes temporales muestra que, a lo largo de poco más de tres décadas, la actividad hulera se expandió del estado de Veracruz



With Bing technology / Con tecnología de Bing
© GeoNames, MSFT, Microsoft, Navteq, Wikipedia

Figure 1. Location quotient (LQ) of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) production in Mexico in 1980.

Figura 1. Cociente de localización (CL) de la producción de hule (*Hevea brasiliensis*) en México en 1980.

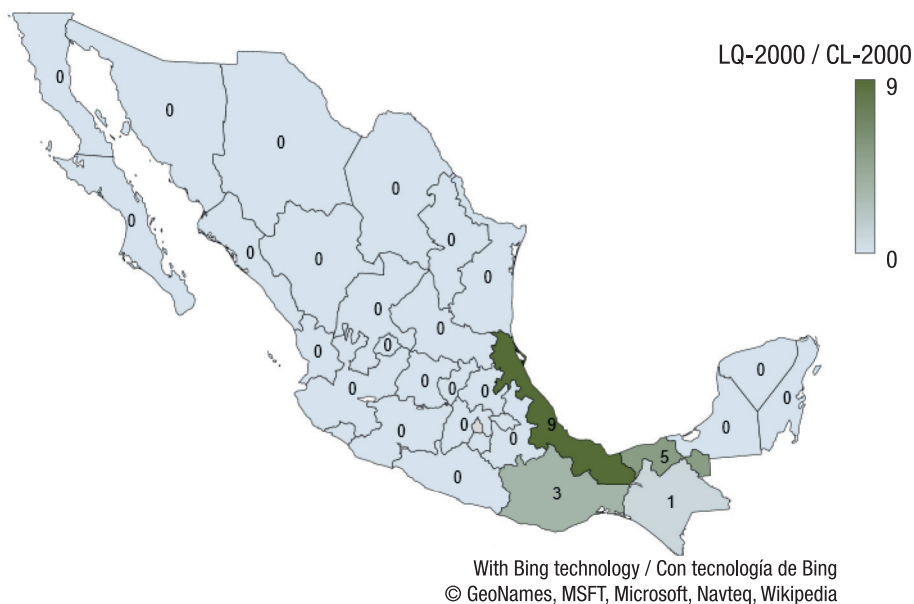


Figure 2. Location quotient (LQ) of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) production in Mexico in 2000
Figura 2. Cociente de localización (CL) de la producción de hule (*Hevea brasiliensis*) en México en 2000.

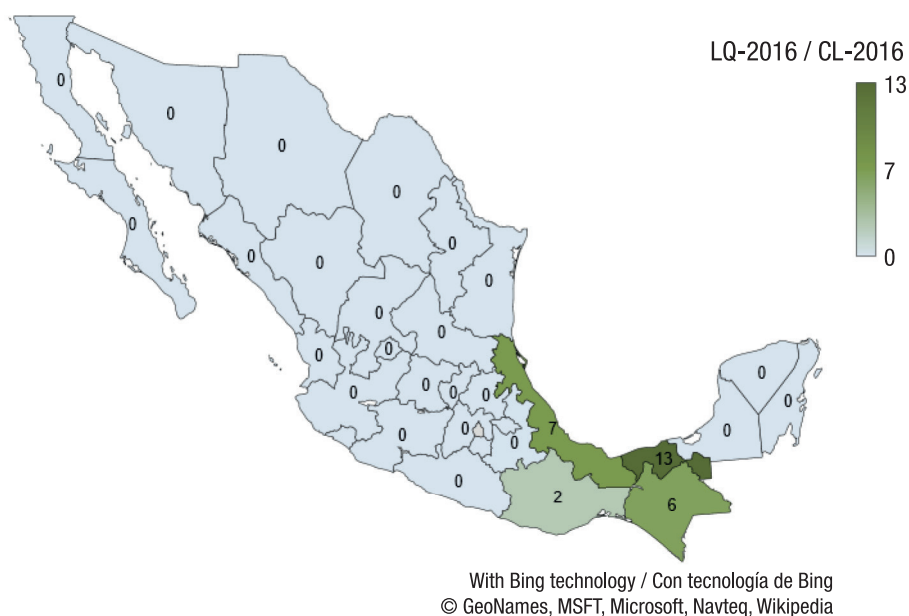


Figure 3. Location quotient (LQ) of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) production in Mexico in 2016.
Figura 3. Cociente de localización de la producción de hule (*Hevea brasiliensis*) en México en 2016.

of Veracruz, Chiapas and Campeche. In the case of the municipalities of Oaxaca, with high levels of rubber specialization, the LQ results are understandable since the municipalities are part of the poorest regions of the state and have predominantly agricultural economies and small-scale production systems. Thus, the weight of cash crops such as natural rubber is more significant.

Shift-Share Analysis

According to Figure 4, the Shift-Share analysis results indicate that Veracruz, Oaxaca and Tabasco have competitive advantages in natural rubber production

hacia los estados de Tabasco, Chiapas y Oaxaca. En el periodo más reciente, la economía del hule avanzó significativamente en Oaxaca y Tabasco, incluso esta última entidad supera a Veracruz en su nivel de especialización hulera (Figura 3).

Con respecto a la especialización a nivel municipal, el Cuadro 2 muestra una concentración mayor de la actividad en pocos municipios, los cuales configuran la región productora de hule que cuenta con las condiciones ambientales idóneas para el cultivo. En el estado de Tabasco destacan Macuspana y Huimanguillo; sin embargo, la producción podría expandirse hasta

**Table 2. Location quotient of the natural rubber (*Hevea brasiliensis*) producing municipalities in Mexico (2016).
Cuadro 2. Cociente de localización de los municipios productores de hule (*Hevea brasiliensis*) en México (2016).**

State/Estado	Municipality/Municipio	Location quotient/ Cociente de localización
Tabasco	Macuspana	16.20
	Huimanguillo	5.90
	Uxpanapa	40.32
	Hidalgotitlán	37.25
	Las Choapas	27.23
	Agua Dulce	24.23
Veracruz	Moloacán	19.42
	Jesús Carranza	15.95
	Santiago Sochiapan	11.81
	Playa Vicente	7.86
	Minatitlán	5.63
	Tezonapa	4.20
	Benemérito de Las Américas	47.78
Chiapas	Palenque	20.90
	La Libertad	5.04
	San Juan Bautista Valle Nacional	249.40
	San José Chiltepec	157.14
	Santa María Jacatepec	137.78
	San Juan Bautista Tuxtepec	36.50
	San Lucas Ojitlán	36.33
	Matías Romero Avendaño	27.66
	San Miguel Soyaltepec	25.41
	Ayotzintepec	24.76
Oaxaca	San Juan Lalana	21.77
	Acatlán de Pérez Figueroa	17.26
	Santiago Jocotepec	14.68
	San Juan Mazatlán	11.41
	Santiago Yaveo	7.87
	San Juan Cotzocón	5.44

with respect to Mexico's agricultural economy; that is, these states have a positive effect at the global (sum of regions), sectoral (structural) and regional (competitive) levels. On the other hand, it is important to emphasize that the expansion of natural rubber production places Chiapas and Puebla in a second level of competitiveness; for both cases, the regional effect has a negative behavior.

Specialization and competitiveness

With regard to the integrative analysis onto specialization and competitiveness, Figure 5 shows that Oaxaca and Tabasco have greater prospects for the growth of the crop and specialization of its

las regiones productoras de los estados de Veracruz, Chiapas y Campeche. En el caso de los municipios de Oaxaca, con niveles altos de especialización hulera, los resultados del CL son comprensibles ya que los municipios forman parte de las regiones de mayor pobreza del estado y tienen economías predominantemente agrícolas y sistemas productivos de baja escala. De esta manera, el peso de los cultivos comerciales como el hule es más significativo.

Análisis Shift and Share

De acuerdo con la Figura 4, los resultados del análisis *Shift and Share* (cambio y participación) indican que Veracruz, Oaxaca y Tabasco presentan ventajas

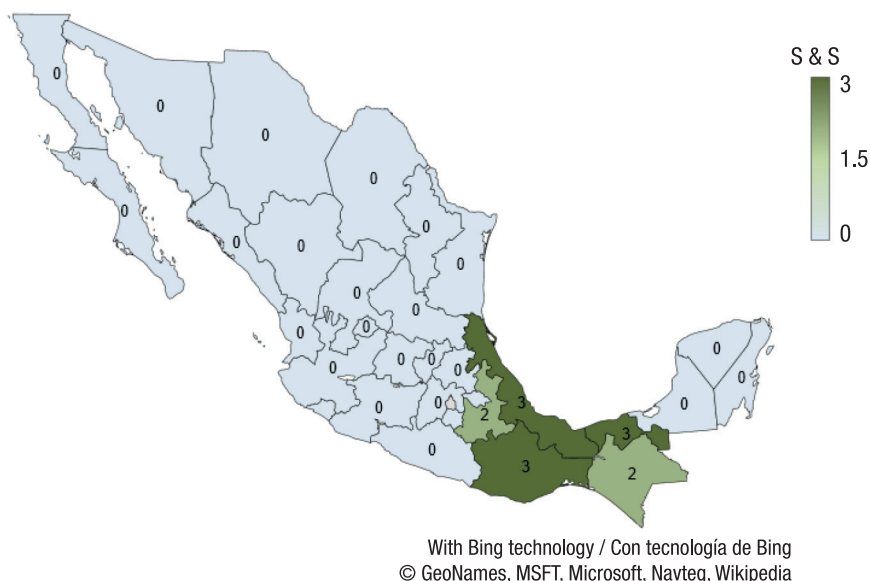


Figure 4. Shift-Share analysis of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) production in Mexico (1980-2016).

Figura 4. Análisis Shift and Share (cambio y participación) de la producción de hule (*Hevea brasiliensis*) en México (1980-2016).

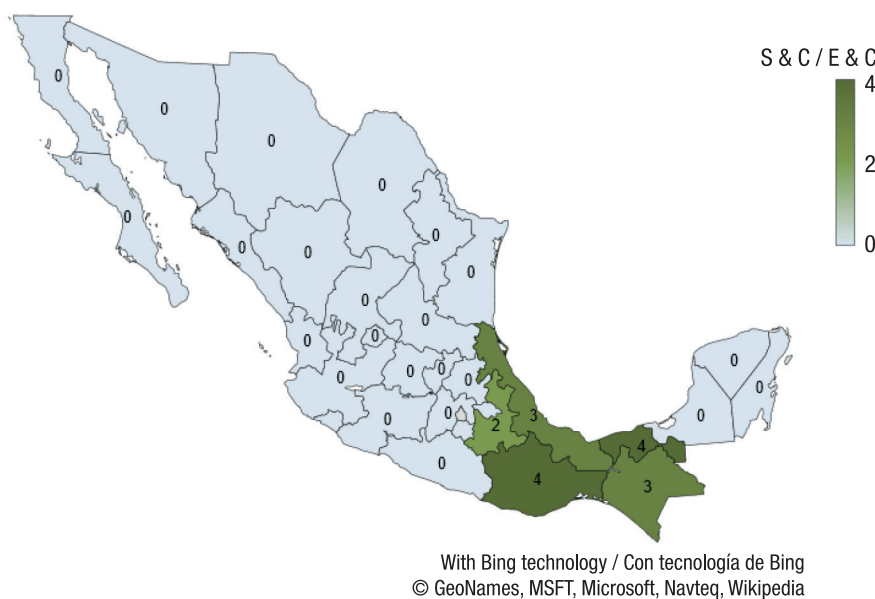


Figure 5. Specialization and competitiveness of natural rubber (*Hevea brasiliensis*) production in Mexico.

Figura 5. Especialización y competitividad de la producción de hule (*Hevea brasiliensis*) en México.

productive structure and, therefore, for the increase and exploitation of its competitiveness characteristics. In this case, although Oaxaca has a low LQ, the analyses show a positive effect. This suggests that the state has ideal conditions for the promotion of the activity; that is, during the period analyzed there were particular situations in the region that favored the development of the crop. In a second level are Veracruz and Chiapas. However, Veracruz has a negative effect in terms of specialization, and Chiapas has a negative national effect; that is, the change in the regional economy of rubber production was negative. Finally, Puebla is ranked third with a specialization and negative national effect.

competitivas en la producción del cultivo del hule con respecto a la economía agropecuaria de México; es decir, estas entidades presentan efecto positivo a nivel global (suma de regiones), sectorial (estructural) y regional (competitivo). Por otra parte, resulta importante destacar que la expansión de la producción de hule posiciona a Chiapas y Puebla en un segundo nivel de competitividad; para ambos casos, el efecto regional tiene un comportamiento negativo.

Especialización y competitividad

Con respecto al análisis integrador sobre la especialización y competitividad, la Figura 5 muestra

Discussion

Historically, there have been different stages of regional specialization of production systems; however, it is with the current globalization of economies that there has been greater development promoted by the policies of national governments, which facilitate conversion and productive specialization. It is important to mention that Mexican policy developed since the 1980s, and particularly in the mid-1990s, has had among its objectives to stimulate the concentration of the agricultural economy, thereby modifying traditional cultivation patterns in most cases (Ayala Garay et al., 2012; Sánchez, 2014).

In that sense, the main cause of the expansion of rubber crop production in Mexico has been the increase in national and international demand. According to the above and coinciding with Cruz-Delgado, Leos-Rodríguez, and Altamirano-Cárdenas (2013), production systems respond to market demand that was accentuated with the signing of NAFTA in 1994. As for the results obtained, they coincide with what was proposed by Warren-Thomas et al. (2015), who attribute the rapid growth and expansion of natural rubber cultivation to strong international demand. According to Masson et al. (2013), the importance of natural rubber as a cash crop has a positive trend. In addition, a shortfall in natural rubber production remains at the national and international levels, which will continue to drive its expansion given the characteristics of the product that make it irreplaceable in a wide variety of articles.

Unlike other domestic farming sectors, the country's increased production has no direct correlation with trade flows that until 2018 formed NAFTA. In the case of rubber, U.S. market consumption seems to lean more towards synthetic rubber than natural rubber (Umar et al., 2011), which can be understood as a strategy of industrial policies to achieve less dependence on other geographical areas and as a way to take advantage of their petrochemical industry. In this sense, in our country, the impetus for growing specialization in regions with favorable conditions is largely due to domestic industry demand for rubber as a raw material or input. Some of these industries, such as the automotive one, are linked to NAFTA, so it can be said that by increasing their exports and thus their level of production, the effect on cultivation has been indirect.

Natural rubber production is concentrated in an area of southeastern Mexico where environmental conditions are ideal for cultivation, which gives Mexico a privileged position with respect to the main producing countries (Vargas-Canales et al., 2015); in addition, the relative proximity to one of the world's largest consumption

que Oaxaca y Tabasco tienen mayores perspectivas para el crecimiento del cultivo y especialización de su estructura productiva y, por ende, para el aumento y aprovechamiento de sus características de competitividad. En este caso, aunque Oaxaca presenta un CL bajo, en los análisis muestra un efecto positivo. Lo anterior sugiere que la entidad tiene condiciones ideales para el fomento de la actividad; es decir, que durante el periodo analizado se presentaron situaciones particulares en la región que favorecieron el desarrollo del cultivo. En un segundo nivel se encuentra Veracruz y Chiapas. No obstante, Veracruz presenta efecto negativo en cuanto a especialización, y Chiapas un efecto negativo nacional; es decir, el cambio en la economía regional de la producción de hule fue negativo. Finalmente, en tercer lugar, se encuentra Puebla con efecto de especialización y nacional negativo.

Discusión

Históricamente se han dado diferentes etapas de especialización regional de los sistemas de producción; sin embargo, es con la actual mundialización de las economías cuando se ha evidenciado mayor desarrollo promovido por las políticas de los gobiernos nacionales, que facilitan la reconversión y la especialización productiva. Es importante mencionar que la política mexicana desarrollada desde la década de los ochenta, y en particular a mediados de los noventa, ha tenido entre sus objetivos estimular la concentración de la economía agropecuaria, con lo cual ha modificado los patrones tradicionales de cultivo en la mayoría de los casos (Ayala Garay et al., 2012; Sánchez, 2014).

En ese sentido, la principal causa de la expansión de la producción del cultivo del hule en México ha sido el incremento de la demanda nacional e internacional. De acuerdo con lo anterior y coincidiendo con Cruz-Delgado, Leos-Rodríguez, y Altamirano-Cárdenas (2013), los sistemas de producción responden a la demanda del mercado que se acentuó con la firma del TLCAN en 1994. En cuanto a los resultados obtenidos coinciden con lo planteado por Warren-Thomas et al. (2015), quienes atribuyen el crecimiento rápido y la expansión del cultivo a la fuerte demanda internacional. De acuerdo con Masson et al. (2013). De acuerdo con Masson et al. (2013), tiene la importancia del hule como cultivo comercial tiene tendencia positiva. Además, a nivel nacional e internacional se mantiene un déficit de producción de hule, lo que seguirá impulsando su expansión dadas las características del producto que lo hacen insustituible en gran variedad de artículos.

A diferencia de otros sectores agrícolas nacionales, el aumento de la producción en el país no tiene una correlación directa con los flujos comerciales hacia los

centers, consisting of the United States and Canada (Rojo et al., 2011), represents another advantage. However, what is even more important is the domestic market itself, which has grown hand in hand with the development of certain industrial sectors, to such an extent that the importation of rubber from other latitudes has been necessary. From the perspective of the producers, the capitalization and profitability conditions of their rubber plantations could be better if the importation of cheap natural rubber was not so disproportionately favored in order to meet domestic industry demand.

The results also coincide with what was proposed by Ramírez-Jaramillo, Lozano-Contreras, and Cano-González (2018), who suggest that the country's south-southeast region has a high potential of more than 1 million hectares to trigger the cultivation of rubber in the area, mainly in the states of Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Tabasco and Puebla, where there are municipalities with optimal conditions for production. In addition, in recent years, wood obtained from rubber has increased its importance in all tropical regions because it is increasingly used for the manufacture of furniture, medium density fiberboard, particleboard, laminated veneer wood, plywood, cement wood board, and cellulose (corrugated paper), among others (Gómez, Domínguez, Martínez-Zurimendi, & Ramírez, 2018). This situation is a good alternative for the producer to obtain additional economic benefits. Likewise, the activity allows the development of a productive strategy that, in addition to being economically viable, is sustainable (van Beilen & Poirier, 2007), particularly in areas that show signs of disturbance as a result of anthropogenic action, a situation that has increased due to changes in land use from forestry to farming or livestock raising, and immoderate logging and forest fires, among other factors (Salazar, Zavala, Castillo, & Cámara, 2004). On the other hand, rubber cultivation allows agroforestry management with great capacity for carbon capture, provides environmental services and helps conserve the flora and fauna associated with this system (López-Reyes et al., 2016; Warren-Thomas et al., 2015).

In recent years, historical dependence on rubber imports has reached levels above 90 %; that is, domestic production has not been able to cover even 10 % of industry needs. This occurs despite the fact that the Mexican humid tropics have the ideal conditions and potential to establish the crop; currently, the area covered is approximately 26000 ha, while Guatemala has triple the area and its latex is almost entirely sent to the Mexican market. In this sense, according to the results, Tabasco and Oaxaca have comparative advantages over other producing states in Mexico. In the case of Oaxaca, it is worth mentioning that rubber

países que hasta 2018 conformaban el TLCAN. En el caso del hule, el consumo del mercado estadounidense parece inclinarse más hacia el hule sintético que hacia el natural (Umar et al., 2011), lo que puede entenderse como una estrategia de las políticas industriales para lograr menor dependencia de otras zonas geográficas y como una forma de aprovechar su industria petroquímica. En este sentido, en nuestro país, el impulso para la creciente especialización de las regiones con condiciones favorables obedece, en mayor medida, al arrastre de la industria nacional que utiliza el hule como materia prima o insumo. Algunas de estas industrias, como la automotriz, sí están vinculadas al TLCAN, por lo que se puede afirmar que al aumentar sus exportaciones y con ello su nivel de producción, el efecto sobre el cultivo ha sido indirecto.

La producción de hule se concentra en un área del sureste mexicano donde las condiciones ambientales son ideales para el cultivo, lo que le confiere a México una posición privilegiada respecto a los principales países productores (Vargas-Canales et al., 2015); además, la cercanía relativa con uno de los centros de mayor consumo mundial, conformado por Estados Unidos y Canadá (Rojo et al., 2011) representa otra ventaja. No obstante, es aún más importante el propio mercado interno, que ha crecido de la mano del desarrollo de ciertos sectores industriales, a tal grado que la importación de hule de otras latitudes ha sido necesaria. Desde la perspectiva de los productores, las condiciones de capitalización y de rentabilidad de las plantaciones de hule podrían ser mejores si no se favoreciera de manera tan desmedida la importación de hule natural barato a fin de cubrir la demanda de la industria nacional.

Los resultados también coinciden con lo propuesto por Ramírez-Jaramillo, Lozano-Contreras, y Cano-González (2018), quienes sugieren que la región sur-sureste del país presenta un potencial alto de más de 1 millón de hectáreas para detonar el cultivo de hule en la zona, principalmente en los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Puebla, donde existen municipios con las condiciones óptimas para la producción. Además, en los últimos años, la madera obtenida del hule ha incrementado su importancia en todas las regiones tropicales, debido a que se usa cada vez más para la fabricación de muebles, tableros de fibra de densidad media, tableros de partículas, madera de chapa laminada, madera contrachapada, tablero de madera-cemento, celulosa (papel corrugado), entre otros (Gómez, Domínguez, Martínez-Zurimendi, & Ramírez, 2018). Esta situación es una buena alternativa para que el productor obtenga ganancias económicas adicionales. Asimismo, la actividad permite desarrollar una estrategia productiva que, además de ser económicamente viable, es sostenible (van Beilen &

is expanding in regions where small-scale farming predominates, hence the product provided by the cultivation of rubber has a very high weight.

On the other hand, according to Álvarez-López, Perales, and Trujillo (2014), the Mexican forestry sector has concentrated on conifer extraction; however, changes have been observed in recent years, with greater attention being paid to broadleaf and tropical species. In general, forest production has declined, so that imports have greater dynamism, which is reflected in greater dependence on products and by-products from other countries. Among the main factors are the exchange rate and the sub-sector's lack of competitiveness caused by technical, administrative-fiscal and infrastructure and investment factors.

Considering the above and the current scenario of great trade openness, it is necessary, on the one hand, to develop a great capacity for adaptation of all productive sectors and, especially, of those with greater links with international markets. On the other hand, in order to be more efficient and competitive, it is essential to evolve towards the specialization of production systems (Billen, Le Noë, & Garnier, 2018; Bustamante, Vargas, Carrera, & Rodríguez, 2019). In this context, it is desirable to strengthen technological development that allows greater productive efficiency; that is, to develop innovations for the rubber production systems that are the ones that actually compete at the national and international level, which is why it is necessary to improve the agronomic handling and collection and processing of rubber. Generally speaking, the rubber industry in Mexico is practically non-existent and the existing one is obsolete and abandoned.

In synthesis, the production of natural rubber in Mexico represents a good option for the development of the sector, given that it has the ideal conditions to compete successfully in the international market and, even more, to supply the demand of domestic industry to a considerable extent. In addition, the establishment of rubber plantations has several advantages and positive externalities, highlighted by the following: 1) great capacity for carbon capture and generation of environmental services, as they help conserve the flora and fauna associated with these agroforestry systems; 2) from the social point of view, it generates a high demand for labor during all phases of cultivation, from the establishment of nurseries to the establishment and maintenance of plantations. In this sense, promoting the development of a regional innovation system (Asheim, 2018) for rubber production represents a dynamic perspective on innovation and learning in the promotion of competitiveness and economic growth; it is also a fundamental policy tool for the design and implementation of smart specialization strategies.

Poirier, 2007); en particular, en las zonas que muestran signos de perturbación como producto de la acción antropogénica, situación que se ha acrecentado debido a cambios de uso del suelo de forestal a agrícola o ganadero, y tala inmoderada e incendios forestales, entre otros factores (Salazar, Zavala, Castillo, & Cámara, 2004). Por otra parte, el cultivo de hule permite un manejo agroforestal con gran capacidad para captura de carbono, brinda servicios ambientales y ayuda a conservar la flora y fauna asociadas a este sistema (López-Reyes et al., 2016; Warren-Thomas et al., 2015).

Durante los últimos años, la dependencia histórica de las importaciones de hule ha llegado a niveles superiores al 90 %; es decir, la producción nacional no ha podido cubrir ni 10 % de las necesidades de la industria. Lo anterior ocurre a pesar de que el trópico húmedo mexicano cuenta con las condiciones ideales y el potencial para establecer el cultivo; actualmente, la superficie que abarca es de aproximadamente 26000 ha, mientras que Guatemala posee el triple de superficie y el látex lo destina casi en su totalidad para el mercado mexicano. En este sentido, de acuerdo con los resultados, Tabasco y Oaxaca tienen ventajas comparativas respecto a los otros estados productores en México. En el caso de Oaxaca, es conveniente mencionar que el hule se está expandiendo en las regiones donde predomina la agricultura de baja escala, de ahí que el producto aportado por el cultivo del hule tenga un peso muy alto.

Por otra parte, de acuerdo con Álvarez-López, Perales, y Trujillo (2014), el sector forestal mexicano se ha concentrado en la extracción de coníferas; no obstante, en los últimos años se han observado cambios y se ha puesto mayor atención en las especies latifoliadas y tropicales. De manera general, la producción forestal ha experimentado un descenso, de tal forma que las importaciones tienen dinamismo mayor, lo que se refleja en una mayor dependencia de los productos y subproductos de otros países. Entre los principales factores se encuentra el tipo de cambio y la falta de competitividad del subsector ocasionada por factores técnicos, administrativo-fiscales y de infraestructura e inversión.

Considerando lo anterior y el escenario actual de gran apertura comercial es necesario, por un lado, desarrollar una gran capacidad de adaptación de todos los sectores productivos y, en especial, de aquellos con mayores vínculos con los mercados internacionales. Por otra parte, para ser más eficientes y competitivos es indispensable evolucionar hacia la especialización de los sistemas de producción (Billen, Le Noë, & Garnier, 2018; Bustamante, Vargas, Carrera, & Rodríguez, 2019). En este contexto, es conveniente fortalecer el desarrollo tecnológico que permita mayor eficiencia

Conclusions

Natural rubber production shows significant expansion and reconfiguration of its specialization. The transformation of the productive structure is related to the natural conditions of the regions, unmet market demand and technological development. The states with the greatest prospects for growth and being highly specialized and competitive are Oaxaca and Tabasco, so it would be expected that natural rubber production systems will expand to these regions that in theory should be the most productive and with the lowest production costs. To achieve competitive rubber production, it is necessary to improve all the links in the value chain. This is possible if a regional innovation system is promoted for the design and implementation of smart specialization strategies. This information is useful in facilitating and guiding agricultural policy makers in decision-making. Finally, for future research it would be advisable to analyze the sustainability of these production systems.

End of English version

References / Referencias

- Álvarez-López, P., Perales, S. A., & Trujillo, U. E. (2014). El subsector forestal mexicano y su apertura comercial. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(29), 8–23. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v6n29/v6n29a2.pdf>
- Arias, V. J. A., & Fortich, P. F. J. (2010). El panorama teórico de la economía regional y los modelos de análisis territorial. *Finanzas y Política Económica*, 2(2), 9–26. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4047298>
- Asheim, B. T. (2018). Smart specialisation, innovation policy and regional innovation systems: what about new path development in less innovative regions? *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 32(1), 1–18. doi: 10.1080/13511610.2018.1491001
- Ayala, G. A. V., Schwentesius, R. R., Almaguer, V. G., Márquez, B. S. R., Carrera, C. B., & Jolalpa, B. J. L. (2012). *Competitividad del sector agropecuario en México: implicaciones y retos*. México: Plaza y Valdez.
- Billen, G., Le Noë, J., & Garnier, J. (2018). Two contrasted future scenarios for the French agro-food system. *The Science of the Total Environment*, 637–638, 695–705. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.043
- Boisier, S. (1980). *Técnicas de análisis regional con información limitada*. Chile: ILPES.
- Bustamante, L. T., Vargas, C. J., Carrera, C. B., & Rodríguez, H. B. (2019). Especialización como factor de competitividad en la producción de espárragos de México. *Custos e @gronegocio*, 15(1), 206–228. Retrieved from <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v15/OK%209%20especializacion.pdf>
- productiva; es decir, desarrollar innovaciones para los sistemas de producción de hule que son los que en realidad compiten a nivel nacional e internacional, por lo que se requiere mejorar el manejo agronómico y la recolección y procesamiento del hule. De manera general, la industria hulera en México es prácticamente inexistente y la existente es obsoleta y se encuentra abandonada.
- En síntesis, la producción de hule en México representa una buena opción de desarrollo del sector, dado que tiene las condiciones ideales para competir de forma exitosa en el mercado internacional y, más aún, de abastecer la propia demanda de su industria doméstica de manera considerable. Además, el establecimiento de plantaciones de hule presenta varias ventajas y externalidades positivas, destacando las siguientes: 1) gran capacidad de captura de carbono y generación de servicios ambientales, ya que ayudan a conservar la flora y fauna asociadas a estos sistemas agroforestales; 2) desde el punto de vista social genera una gran demanda de mano de obra durante todas las fases del cultivo, desde el establecimiento de los viveros, hasta el establecimiento y mantenimiento de plantaciones. En este sentido, impulsar el desarrollo de un sistema regional de innovación (Asheim, 2018), para la producción de hule, representa una perspectiva dinámica y de aprendizaje en la promoción de la competitividad y crecimiento económico; además, es una herramienta de política fundamental para el diseño e implementación de estrategias de especialización inteligente.

Conclusiones

La producción de hule muestra una expansión importante y una reconfiguración de su especialización. La transformación de la estructura productiva se relaciona con las condiciones naturales de las regiones, la demanda insatisfecha del mercado y el desarrollo tecnológico. Los estados con mayores perspectivas de crecimiento y de ser altamente especializados y competitivos son Oaxaca y Tabasco, por lo que, se esperaría que los sistemas de producción de hule se expandan a estas regiones que en teoría deben ser las más productivas y con costos de producción más bajos. Para lograr una producción de hule competitiva es necesario mejorar todos los eslabones de la cadena de valor. Lo anterior es posible si se promueve un sistema regional de innovación para el diseño e implementación de estrategias de especialización inteligente. Esta información es de utilidad para facilitar y orientar a los responsables de las políticas agrícolas en la toma de decisiones. Finalmente, para futuras investigaciones sería recomendable analizar la sustentabilidad de estos sistemas de producción.

Fin de la versión en español

- Camacho, V. J., Cervantes, E. F., Palacios, R. M., Cesín, V. A., & Ocampo, L. G. (2017). Especialización de los sistemas productivos lecheros en México: La difusión del modelo tecnológico Holstein. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(3), 259–268. doi: 10.22319/rmcp.v8i3.4191
- Cruz-Delgado, D., Leos-Rodríguez, J. A., & Altamirano-Cárdenas, J. R. (2013). México: Factores explicativos de la producción de frutas y hortalizas ante la apertura comercial. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 19(3), 267–278. doi: 10.5154/r.rchsh.2012.05.029
- de Souza, L. M., dos Santos, L. H. B., Rosa, J. R. B. F., da Silva, C. C., Mantello, C. C., Conson, A. R. O., ... de Souza, A. P. (2018). Linkage disequilibrium and population structure in wild and cultivated populations of rubber tree (*Hevea brasiliensis*). *Frontiers in Plant Science*, 9, 1–10. doi: 10.3389/fpls.2018.00815
- Dunn, E. (1960). A statistical and analytical technique for regional analysis. *Papers in Regional Science*, 6(1), 97–112. doi: 10.1111/j.1435-5597.1960.tb01705.x
- Emran, M. S., & Shilpi, F. (2012). The extent of the market and stages of agricultural specialization. *Canadian Journal of Economics*, 45(3), 1125–1153. doi: 10.1111/j.1540-5982.2012.01729.x
- Fox, J., & Castella, J. C. (2013). Expansion of rubber (*Hevea brasiliensis*) in Mainland Southeast Asia: what are the prospects for smallholders? *Journal of Peasant Studies*, 40(1), 155–170. doi: 10.1080/03066150.2012.750605
- Gómez-Zaldívar, M., Mosqueda, M. T., & Duran, A. J. (2017). Localization of manufacturing industries and specialization in Mexican states: 1993-2013. *Regional Science Policy & Practice*, 9(4), 301–315. doi: 10.1111/rsp3.12111
- Gómez, G. J. P., Domínguez, D. M., Martínez-Zurimendi, P., & Ramírez, V. G. (2018). Ecuaciones de volumen para estimar la producción maderable de *Hevea brasiliensis* Müell. Arg. en plantaciones de etapas adulta y vejez. *Madera y Bosques*, 24(2), 1–17. doi: 10.21829/myb.2018.2421867
- Jimenez, B. Y. (2014). The long economic cycles and their dialectics with the capitalist development. *Economía y Desarrollo*, 15(1), 44–55. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/eyd/v15n1/eyd04114.pdf>
- Krugman, P. (1993). Lessons of Massachusetts for EMU. In F. Gavazzi & F. Torres (Eds.), *The transition to economic and monetary union in Europe* (pp. 241–261). New York, USA: Cambridge University Press.
- Lira, L., & Quiroga, B. (2003). *Técnicas de análisis regional*. Chile: CEPAL.
- López-Reyes, L. Y., Domínguez-Domínguez, M., Martínez-Zurimendi, P., Zavala-Cruz, J., Gómez-Guerrero, A., & Posada-Cruz, S. (2016). Carbono almacenado en la biomasa aérea de plantaciones de hule (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) de diferentes edades. *Madera y Bosques*, 22(3), 49–60. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712016000300049
- Manivong, V., & Cramb, R. A. (2008). Economics of smallholder rubber expansion in Northern Laos. *Agroforestry Systems*, 74(2), 113–125. doi: 10.1007/s10457-008-9136-3
- Martin, W. (2018). A research agenda for international agricultural trade. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 40(1), 155–173. doi: 10.1093/aep/ppx063
- Masson, A., Julien, J.-M., & Boedt, L. (2013). Industrial propagation by rooted cuttings of mature selected clones of *Hevea brasiliensis*. *Bois et Forests Des Tropiques*, 2(3), 1–7. doi: 10.1016/j.foodpol.2017.03.011
- Mejía, R. P., Gutiérrez, A. E. E., & Fariás, S. C. A. (2006). La sincronización de los ciclos económicos de México y Estados Unidos. *Investigación Económica*, 65(258), 15–45. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/ineco/v65n258/0185-1667-ineco-65-258-00015.pdf>
- Montoro, P., Wu, S., Favreau, B., Herlinawati, E., Labruno, C., Martin-Magniette, M.-L., ... Kuswanhadi. (2018). Transcriptome analysis in *Hevea brasiliensis* latex revealed changes in hormone signalling pathways during ethephon stimulation and consequent Tapping Panel Dryness. *Scientific Reports*, 8(1), 8483. doi: 10.1038/s41598-018-26854-y
- Mulligan, G. F., & Schmidt, C. (2005). A note on localization and specialization. *Growth and Change*, 36(4), 565–576. doi: 10.1111/j.1468-2257.2005.00295.x
- Ortiz, C. H., Montes, T. M. D., & Jiménez, G. A. (2016). La reconversión productiva ¿desarrollo o retroceso? *Educatconciencia*, 10(11), 13–25. Retrieved from <http://www.tecnocientifica.com.mx/educateconciencia/index.php/revistaeducate/article/view/130>
- Otero, G., Pechlaner, G., & Gürcan, E. C. (2013). The political economy of “Food Security” and Trade: Uneven and Combined Dependency. *Rural Sociology*, 78(3), 263–289. doi: 10.1111/ruso.12011
- Ramírez-Jaramillo, G., Lozano-Contreras, M., & Cano-González, A. (2018). Áreas con potencial productivo para el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) en México. *Revista del Centro de Graduados e Investigación*, 33(71), 44–49.
- Rojo, G. E., Martínez, R., & Jasso, J. (2011). *El cultivo de hule en México*. México: Universidad Autónoma Indígena de México. Retrieved from <http://uais.edu.mx/Documentos/CultivoDelHule.pdf>
- Rubio, V. B. A. (2014). *El dominio del hambre: Crisis de hegemonía y alimentos*. Mexico: Juan Pablos Editor. Retrieved from http://ru.iis.sociales.unam.mx:8080/jspui/bitstream/IIS/5030/1/El_dominio_del_hambre_Crisis_de_hegemonia_y_alimentos.pdf
- Salazar, C. E. del C., Zavala, C. J., Castillo, A. O., & Cámara, A. R. (2004). Evaluación espacial y temporal de la vegetación de la Sierra Madrigal, Tabasco, México (1973-2003). *Investigaciones Geográficas*, 54, 7–23. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112004000200002&script=sci_arttext
- Sánchez, C. J. E. (2014). La política agrícola en México, impactos y retos. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 18(35), 946–956. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14131676004>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2018). Información. Datos abiertos. Retrieved June

- 26, 2018 from <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- Smith, A. (1976). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Chicago, USA: University of Chicago Press.
- Tylecote, A. (1993). *The long wave in the world economy. The present crisis in historical perspective*. New York, USA: Routledge.
- Umar, H. Y., Giroh, D. Y., Agbonkpolor, N. B., & Mesike, C. S. (2011). An overview of world natural rubber production and consumption: An implication for economic empowerment and poverty alleviation in Nigeria. *Journal of Human Ecology*, 33(1), 53–59. doi: 10.1080/09709274.2011.11906350
- van Beilen, J. B., & Poirier, Y. (2007). Guayule and Russian dandelion as alternative sources of natural rubber. *Critical Reviews in Biotechnology*, 27(4), 217–231. doi: 10.1080/07388550701775927
- Vargas-Canales, J. M., Palacios-Rangel, M. I., Acevedo-Peralta, A. I., & Leos-Rodríguez, J. A. (2016). Profitability analysis for natural rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) production in Oaxaca, Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22(1), 45–58. doi: 10.5154/r.rchscfa.2015.02.005
- Vargas-Canales, J. M., Palacios-Rangel, M. I., Aguilar-Ávila, J., & Ocampo-Ledesma, J. G. (2016). Cambio tecnológico e innovación en agricultura protegida en Hidalgo, México. Tesis doctoral, Universidad Autónoma Chapingo, México. Retrieved from <http://ciestaam.edu.mx/cambio-tecnologico-e-innovacion-en-agricultura-prottegida-en-hidalgo-mexico/>
- Vargas-Canales, J. M., Palacios-Rangel, M. I., Aguilar-Ávila, J., Ocampo-Ledesma, J. G., Kreimer, P., & Ortiz-Martínez, G. (2018). Technological innovation in a case of protected agriculture in Mexico. *Revista de Geografía Agrícola*, 61(2), 9–38. doi: 10.5154/r.rga.2017.61.02
- Warren-Thomas, E., Dolman, P. M., & Edwards, D. P. (2015). Increasing demand for natural rubber necessitates a robust sustainability initiative to mitigate impacts on tropical biodiversity. *Conservation Letters*, 8(4), 230–241. doi: 10.1111/conl.12170
- Xiong, B. (2017). The implications of US punitive tariffs on Chinese tires for rubber exports from South-East Asia. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 22(4), 575–586. doi: 10.1080/13547860.2017.1312073