

BIOESTRATIGRAFÍA Y PALEOGEOGRAFÍA DEL OLIGOCENO-MIOCENO DEL BORDE SO DE LA FOSA DE CIUDAD RODRIGO (SALAMANCA)¹

M. A. POLO², G. ALONSO-GAVILÁN², M. F. VALLE³

RESUMEN.— Durante el Oligoceno y Mioceno Inferior se depositó la Formación Arcosas de la Alamedilla (Fig. 5) en el borde meridional de la Fosa de Ciudad Rodrigo (Fig. 1). Esta unidad es el resultado del dismantelamiento de un área madre granitoide, fundamentalmente, ubicada al S, SO y N, por sistemas fluviales de baja sinuosidad (Fig. 6).

El análisis polínico (Lám. 1) sugiere la existencia de un clima templado con carácter estacional. Al observar la evolución de las asociaciones florísticas, a lo largo de la columna estratigráfica se aprecia un paulatino reemplazamiento de los taxones arbóreos por los herbáceos (Fig. 3). Este hecho implicaría una progresiva degradación de la cobertera vegetal arbórea causada por una tendencia del clima a la aridez, en consecuencia, el carácter estacional del clima se va acentuando con el paso del tiempo.

La conjunción de los estudios palinológicos, estratigráficos y sedimentológicos (Fig. 5), indica que durante la sedimentación de la Formación Arcosas de La Alamedilla, el paisaje fue abierto (Fig. 6) recorrido por sistemas fluviales trenzados de arenas muy proximales y condicionados por un clima estacional.

SUMMARY.— During the Oligocene and Early Miocene the Arcosas de la Alamedilla Formation (Fig. 5) was deposited on the southern edge of the Ciudad Rodrigo trough (Fig. 1).

This unit is the result of a dismanteling of a granitoid source areas present day situated to the S, SW and N by large ephemeral low-sinuosity fluvial systems (Fig. 5).

Pollen analysis (plate 1) suggests the existence of a temperate climate with a seasonal nature. On considering the evolution of the floristic associations through the stratigraphic section stratigraphic a gradual replacement of the tree taxa by those of herbaceous species may be observed (Fig. 3). This would imply a progressive degradation

¹ Trabajo realizado dentro del Proyecto N° 1785/82 de la C.A.I.C.Y.T. y parcialmente subvencionado por el Proyecto N° 1113/84 de la C.A.I.C.Y.T.

² Dpto. Estratigrafía, Fac. Ciencias, Univ. Salamanca. 37008 Salamanca.

³ Dpto. Paleontología, Fac. Ciencias, Univ. Salamanca. 37008 Salamanca.

of the tree covering caused by a trend of the climate towards arid conditions; consequently, the seasonal character of the climate would have become more pronounced with time.

Joint palynological, stratigraphic and sedimentological studies (Fig. 5) show that during the sedimentation of the Arcosas de la Alamedilla Formation the landscape was opened (Fig. 6), covered by braided fluvial systems of proximal sands and governed by a seasonal temperate climate.

Palabras clave: Palinología, Bioestratigrafía, Paleogeografía, Oligoceno-Mioceno, Fosa de Ciudad Rodrigo (Salamanca).

Key Words: Palynology, Biostratigraphy, Paleogeography, Oligocene-Miocene, Ciudad Rodrigo trough, Salamanca.

INTRODUCCIÓN

La fosa de Ciudad Rodrigo constituye una de las subcuencas asociadas a los bordes de la del Duero en su extremo más meridional (Fig. 1A). Tiene una dirección NE-SO y se extiende desde la ciudad de Salamanca hasta Ciudad Rodrigo, adentrándose ligeramente en Portugal.

La relación entre los materiales paleozoicos que constituyen los bordes de la cuenca y los sedimentos terciarios que la rellenan puede ser observada en la figura 1A.

En una cuenca intracratógena de relativa extensión como la de Ciudad Rodrigo, la complejidad que presentan las unidades sedimentarias es muy grande. Este problema se hace más patente cuando se aborda el estudio de los depósitos que rellenan la depresión en los primeros estadios evolutivos. Estos depósitos han sufrido los efectos de sucesivas etapas de fracturación y erosión sedimentación, (ALONSO GAVILÁN, et al. 1983) y, en consecuencia, son muy frecuentes los cambios en cuanto a composición y textura de los sedimentos. Estos hechos dificultan los procesos de identificación, expansión y ubicación de las diferentes unidades sedimentarias.

Por otro lado, los continuos cambios laterales de facies y la monotonía de las sucesiones verticales de los materiales hace que los criterios utilizados para el estudio de un área no sean válidos para otra. Todo esto a la vez está más complicado por la proximidad de las áreas madres, su aparente uniformidad litológica y el control de la sedimentación por la tectónica que se desarrolla en la región.

Por ello, el estudio de la cuenca de Ciudad Rodrigo, en este borde meridional, debió comenzarse por la identificación de una columna general y su análisis sedimentológico. Una vez diferenciada, el problema siguiente fue el de hacer corresponder a cada una de las unidades sedimentarias establecidas la edad corres-

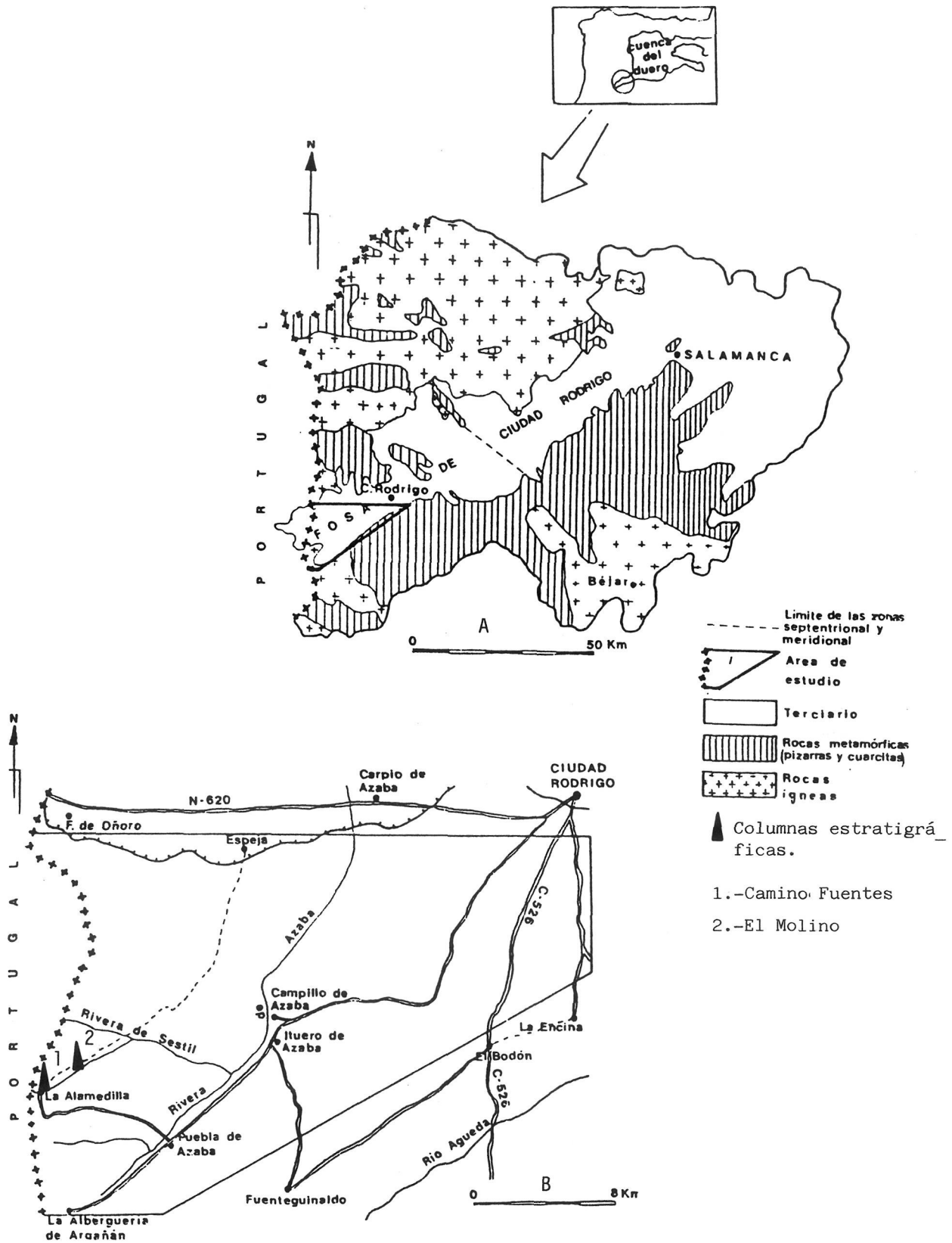


Figura 1. A. Ubicación de la Cuenca de Ciudad Rodrigo en relación con el marco geológico que la bordea. B. Situación geográfica del área de estudio y localización de las columnas estratigráficas.

pendiente, ya que no existía una datación concreta y precisa pues siempre ésta se realizaba por comparación litológica con otras áreas.

El objetivo del presente trabajo es, por un lado, establecer por vez primera la presencia del Oligoceno en la Cuenca de Ciudad Rodrigo y por otro una cronoestratigrafía para el borde meridional de esta Depresión.

La columna litoestratigráfica del SO de la Depresión de Ciudad Rodrigo está representada en las figuras 2 y 3. En líneas generales puede decirse que sobre un

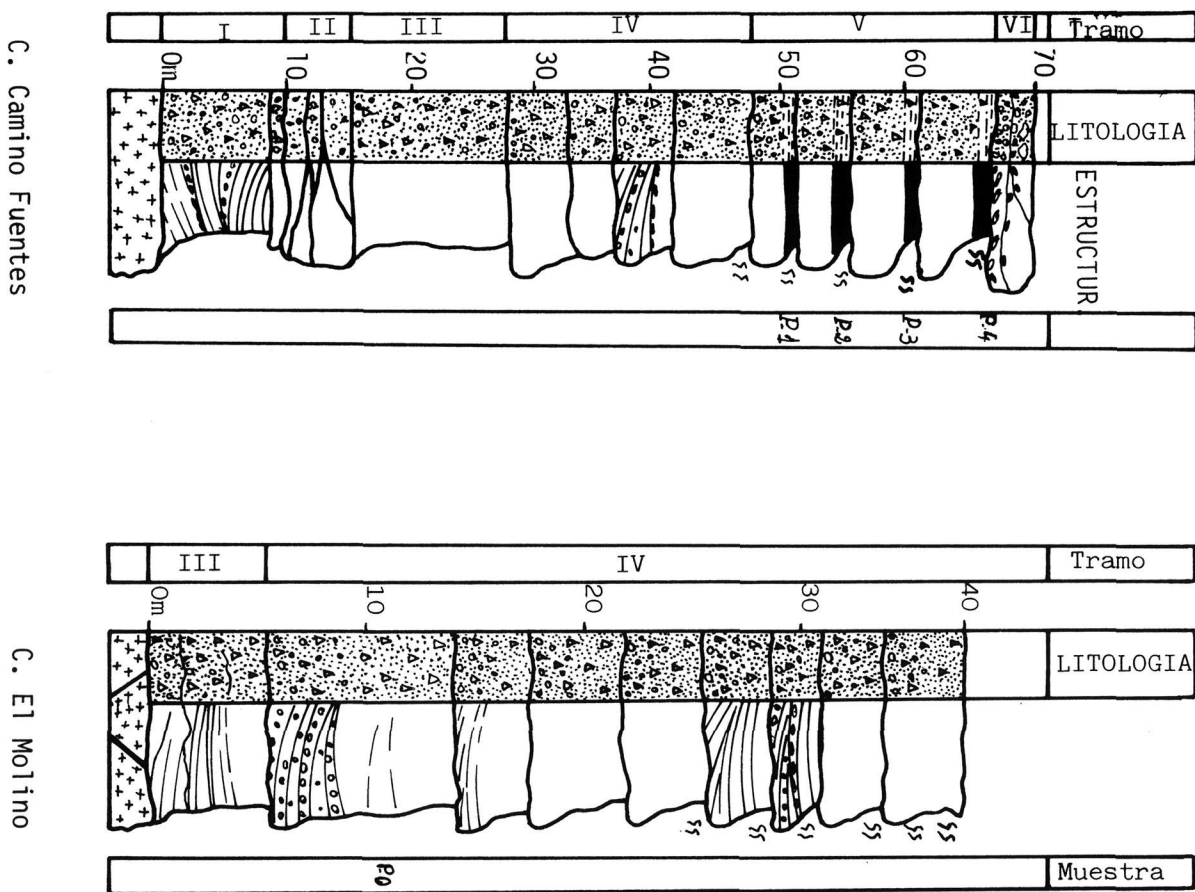


Figura 2. Representación gráfica de las columnas estratigráficas de Camino Fuentes y del Molino.

sustrato granítico o metamórfico se dispone discordante o inconformemente un conjunto de unidades detríticas: «Serie» de Ciudad Rodrigo, Formación Arcosas de la Alamedilla y Conglomerados de Cabezuela.

La «Serie» de Ciudad Rodrigo es de edad Eocena por comparación litológica con otras áreas datadas por fauna de quelonios y crocodíleos en la Cuenca del Duero (JIMÉNEZ, 1973 y ARRIBAS Y JIMÉNEZ 1978). Está constituida por una sucesión de ciclos detríticos positivos organizados en una megasecuencia negativa.

La Formación Arcosas de la Alamedilla, con una potencia superior a los 80 m, se presenta discordante sobre la serie eocena o inconforme o discordante sobre el zócalo ígneo o metamórfico. Son gravas, arenas conglomeráticas, arenas, limos y arcillas ordenadas en secuencias positivas (completas, truncadas o compuestas) formando una megasecuencia negativa. Como esta Unidad presenta variaciones texturales en la vertical se pudo diferenciar en ella cinco tramos (ALONSO GAVILÁN y POLO, 1986).

En líneas generales, esta Formación es el resultado del desmantelamiento de un área granítica y su aureola metamórfica. El transporte se realizó por sistemas fluviales de baja sinuosidad condicionados por un clima estacional que daban a la red un carácter efímero. Cada tramo es la respuesta a un impulso tectónico de mayor o menor intensidad (ALONSO GAVILÁN y POLO, 1986).

El Conglomerado de Cabezuela es el resultado del desmantelamiento del área madre situada al SE (composición metamórfica) elevada por los movimientos miocenos. Son sistemas de gravas muy proximales bajo la acción de un clima estacional.

PALEONTOLOGÍA

Una vez diferenciada la columna estratigráfica general de la región, se dividió en tramos litológicos y se observó que existía una tectónica que estaba controlando la sedimentación. Al intentar establecer la relación tectónica/sedimentación se planteó el problema de concretar en que momento se daban los cambios. Para solventar esta cuestión era necesario conocer la edad de cada uno de los tramos de la Formación Arcosas de la Alamedilla. Para ello, se realizó un muestreo de las columnas estratigráficas más representativas (Fig. 2) (columnas estratigráficas de Camino Fuentes y del Molino). Este muestreo, aparentemente aleatorio estuvo condicionado por el tipo de materiales (gravas y arenas gruesas en su mayor parte) y los procesos diagenéticos sufridos por los sedimentos más finos (limos y arcillas) tales como hidromorismo (paleosuelos) y concentraciones de carbonato cálcico, etc.

ANÁLISIS PALINOLÓGICO

Para la realización del análisis palinológico, se han tomado las muestras correspondientes a las facies de limos y limos arenosos de las columnas de Camino Fuentes y del Molino (Fig. 2).

Una vez en el laboratorio se les ha tratado químicamente siguiendo las pautas determinadas por GUILLET & PLANCHAIS (1969), con algunas modificaciones auxiliares, como uso de bromoformo y tamices de luz de molde de 12,75 y 500 μm .

Posteriormente se ha llevado a cabo la determinación taxonómica de los polinomorfos encontrados, utilizando la nomenclatura botánica vigente, teniendo en cuenta que se trata de una época relativamente reciente.

SISTEMÁTICA

SPERMATOPHYTA

ANGIOSPERMAE

F. Apiaceae (= Umbelliferae)

Lám. I

La mayor parte de los ejemplares que aparecen, pueden asociarse a un mismo tipo polínico, ya que su morfología es muy similar.

Son granos prolados, tricolporados que poseen una talla aproximada de 28-35 μm . A nivel de los poros poseen una constricción ecuatorial más o menos acusada. La exina psilada o muy ligeramente escabrada con un grosor aproximado de 1,5 μm , sufre un engrosamiento a lo largo de los colpos y también en la constricción. Se observan capas bien diferenciadas.

Se han encontrado restos de Apiaceae a partir del Oligoceno POKROVSKAIA (1950-58). SALGADO LABOURIAU (1984) sitúa a las Umbelliferae en el Mioceno superior.

La Familia está muy repartida ocupando principalmente la zona templada del globo.

F. Asteraceae (= Compositae)

Los representantes de esta familia son muy abundantes. Entre estos se han identificado los dos tipos polínicos: Tubuliflorae y Liguliflorae, con predominio en todas las muestras analizadas del 1^{er} tipo sobre el 2^o.

La aparición de esta familia se fija en el Oligoceno superior in TSCHUDY & SCOTT (1969), o Mioceno inferior. SALGADO LABOURIAU (1984). Por otra parte, parece ser que el tipo Tubuliflorae es más primitivo y más extendido que el Liguliflorae.

Tipo *Tubuliflorae*

Se denominan también «compuestas equinadas» precisamente por la ornamentación equinada que poseen. Son formas tricolporadas cuyo contorno es circular entre subprolados a suboblados. ERDTMAN (1952). Las equinas poseen dimensiones variables según los ejemplares, y están distribuidas irregularmente sobre la superficie del grano. A veces esta ornamentación es muy profusa enmascarando las aberturas y la morfología de la exina.

El tamaño de los granos es variable. Generalmente los límites varían de 18 a 35 μm aproximadamente.

Tipo *Liguliflorae*

Denominadas también «compuestas fenestradas». Se trata de granos de polen fenestrados lofados, de contorno esferoidal poligonal, con una ornamentación muy marcada consistente en muros de esporopolenina que forman crestas de tipo equinado y estas delimitan las fenestras. Dichas crestas son perceptibles claramente en el contorno del grano enmascarando los poros que poseen por toda la superficie.

El tamaño de los ejemplares oscila entre 18 y 32 μm .

F. Caryophyllaceae

Esta familia está poco representada. Las formas que aparecen son esféricas, cribeladas, periporadas. Los poros repartidos uniformemente por la superficie del grano, son grandes (5 μm), circulares provistos de un opérculo granuloso y rodeados de un anillo de aproximadamente 1 μm de grosor.

La exina es muy gruesa (4 μm) con columelas bien visibles. El tamaño de los ejemplares oscila entre 26 y 32 μm y el número de poros es aproximadamente de 20.

La aparición de esta familia, in TSCHUDY & SCOTT (1969), está en la base del Mioceno, mientras que SALGADO LABOURIAU (1984) las situa en el Oligoceno medio.

F. Convolvulaceae Género *Convolvulus*

Granos de polen prolados, tricolporados. Aparecen en distintas posiciones, aunque la posición ecuatorial es la predominante. En posición polar su contorno es trilobado, destacándose los tres colpos muy largos y bien visibles.

La exina es muy gruesa (4-5 μm) con tubérculos y atravesada por pequeños canales transversales que corresponden a los espacios libres entre los tubérculos. Poseen grandes dimensiones comprendidos entre 58-60 μm .

El género *Convolvulus* se encuentra principalmente en latitudes templadas y es una herbácea de amplia distribución.

F. Fagaceae Género *Quercus*

Es el único género de la familia que está representado en la cuenca.

Los granos de polen son prolados subprolados, tricolporados, con tres colpos meridianos largos de contorno más o menos elíptico en posición ecuatorial y trilobado o subesférico en posición polar.

La exina es gruesa escabrada.

La talla que presentan estos ejemplares oscila entre 23-28 μm .

En general, la Familia Fagaceae es de las más primitivas y se encuentra fósil a partir del Cretácico superior. POKROVSKAIA (1950-58) y SALGADO LABOURIAU (1984).

El género *Quercus* ocupa planicies más o menos templadas o templado cálidas.

F. Oleaceae Género *Ligustrum*

Se trata de granos de polen de contorno oblado esferoidal. Tricolporados; cada colpo con un poro germinal poco perceptible.

La exina es reticulada. El retículo es muy denso y simplibaculado (muros con una sola hilera de baculas infratectales). Las lúminas irregulares y muy anchas.

En cuanto a la talla, los ejemplares que se encuentran poseen un diámetro ecuatorial de 35-36 μm aproximadamente.

El aligustre es un arbusto bastante común en bosques de llanuras y colinas, sobre suelos frescos, pedregosos y no ácidos.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Considerando todas las muestras, los elementos dominantes son las Compuestas seguidas de Convolvuláceas y Umbelíferas, mientras que Fagáceas, Caryofiláceas y Oleáceas están mucho peor representadas (Fig. 3). En definitiva, se puede hablar de un dominio de Angiospermas dicotiledóneas herbáceas sobre las arbóreas. Ahora bien, este esquema general se modifica ligeramente si consideramos los elementos dominantes de muro a techo de la columna:

- El nivel inferior (Fig. 2; muestra PO) presenta un dominio de Compuestas con alguna Oleácea.

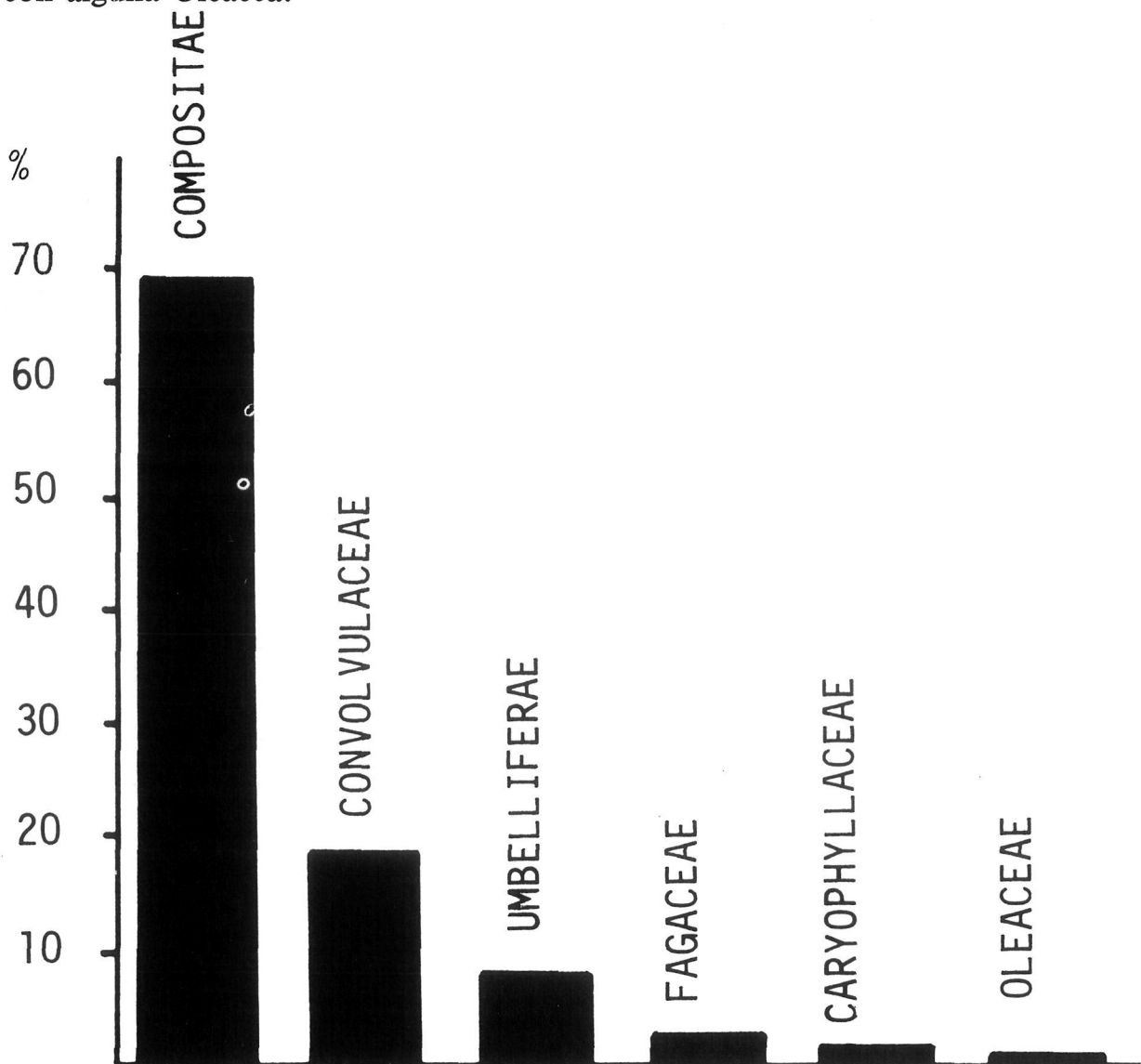


Figura 3. Abundancia relativa de los taxones diferenciados en la asociación palinológica del SO de la Cuenca de Ciudad Rodrigo.

- En la muestra P1 (Fig. 2) dominan exclusivamente taxones arbóreos (Fagáceas, sobre todo el género *Quercus*).

- Hacia arriba existe un nivel de transición (Fig. 2; muestra P2), en el que dominan las Compuestas (aun siendo escasas), para pasar a un nivel superior (Fig. 2; muestra P3) donde Compuestas, Convolvuláceas, Umbelíferas y Caryofiláceas se encuentran bien representadas; es decir, en este nivel superior se aprecia ya claramente una preponderancia de taxones herbáceos frente a los arbóreos, representados estos por escasas Oleáceas (*Ligustrum*).

En consecuencia, durante la sedimentación de los materiales arcósicos se desarrollaría una vegetación de tipo arbóreo dominada por *Quercus*, que pasaría a una vegetación de tipo herbáceo, Compuestas, Convolvuláceas, etc., desarrollada en un entorno completamente abierto.

CRONOLOGÍA

A la vista de la asociación palinológica encontrada en estos depósitos, se puede determinar la edad relativa de los mismos.

Los estudios palinológicos llevados a cabo por distintos autores, entre otros SALGADO LABOURIAU (1984), (Fig. 4), en otras partes del mundo, permiten deducir que:

1º Las Compuestas en Europa se citan por vez primera en el Oligoceno superior, TSCHUDY & SCOTT (1969).

2º En el Mioceno inferior se produce la verdadera explosión de las Compuestas. Esta explosión se caracteriza por la abundancia relativa en número de individuos y especies.

3º Según la mayoría de los autores, la aparición de los taxones herbáceos de los Angiospermas dicotiledóneas no se produce en todo el mundo, antes del Mioceno.

4º Las Umbelíferas comienzan a ser citadas a partir del Mioceno (Fig. 4). Las Caryofiláceas presentan una dispersión desde el Oligoceno medio hasta la actualidad (Fig. 4), mientras que las Convolvuláceas suponen un taxón comprometido, ya que algunos autores las citan en sedimentos oligocenos y miocenos, mientras que otros consideran su aparición en el Plioceno superior. POKROVSKAIA (1950), TSCHUDY & SCOTT (1969), SALGADO-LABOURIAU (1984).

Las Fagáceas, al hacer su aparición en el Cretácico (Fig. 4), no constituyen un taxón importante desde el punto de vista cronoestratigráfico para los sedimentos del Terciario superior.

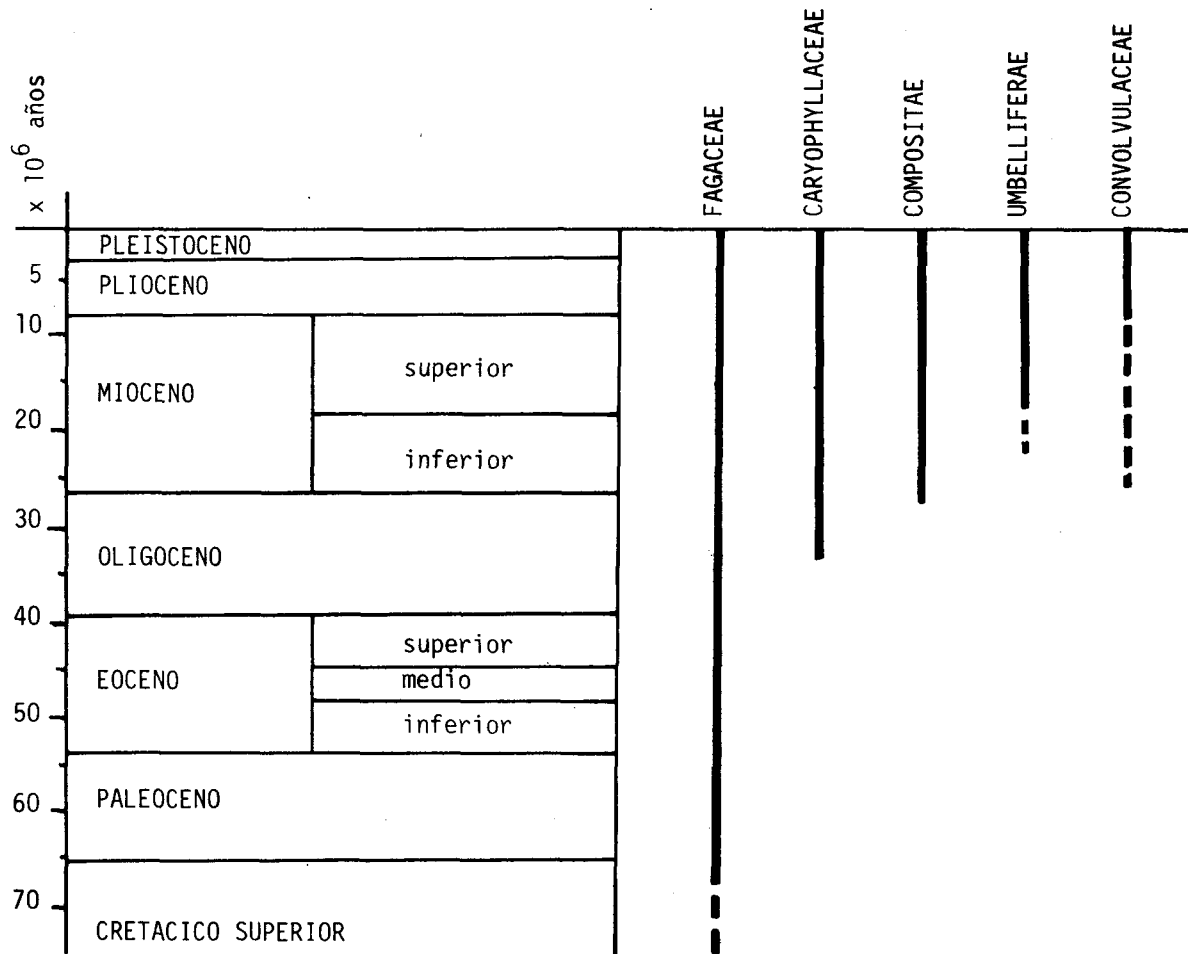


Figura 4. Dispersiones de algunas familias de Angiospermas Dicotiledoneas, modificado de SALGADO-LABOURIAU (1984).

En consecuencia, se puede deducir que la edad de los sedimentos de esta parte de la Fosa de Ciudad Rodrigo, está comprendida en un periodo de tiempo que abarca desde el Oligoceno superior al Mioceno inferior, ya que:

- En el tramo III las Compuestas están escasamente representadas y constituyen prácticamente el único taxón de la asociación palinológica. La edad probable del tramo III sería Oligoceno superior (Fig. 5).

- En el tramo V las Compuestas son el elemento dominante (Fig. 3, muestra P3). Al mismo tiempo las Angiospermas dicotiledóneas herbáceas predominan claramente sobre las arbóreas. Si además tenemos en cuenta taxones como Umbelíferas y Convolvuláceas cuya aparición se sitúa en el Mioceno inferior (Fig. 5) inducen a pensar en dicho periodo de tiempo para estos sedimentos.

Aunque el tramo IV hasta ahora, ha resultado azoico, se deduce para él una edad comprendida entre el Oligoceno superior (marcada por el tramo III) y el Mioceno inferior (para el V). En consecuencia deducimos que el paso Oligoceno-Mioceno se localizaría en el tramo IV (Fig. 5).

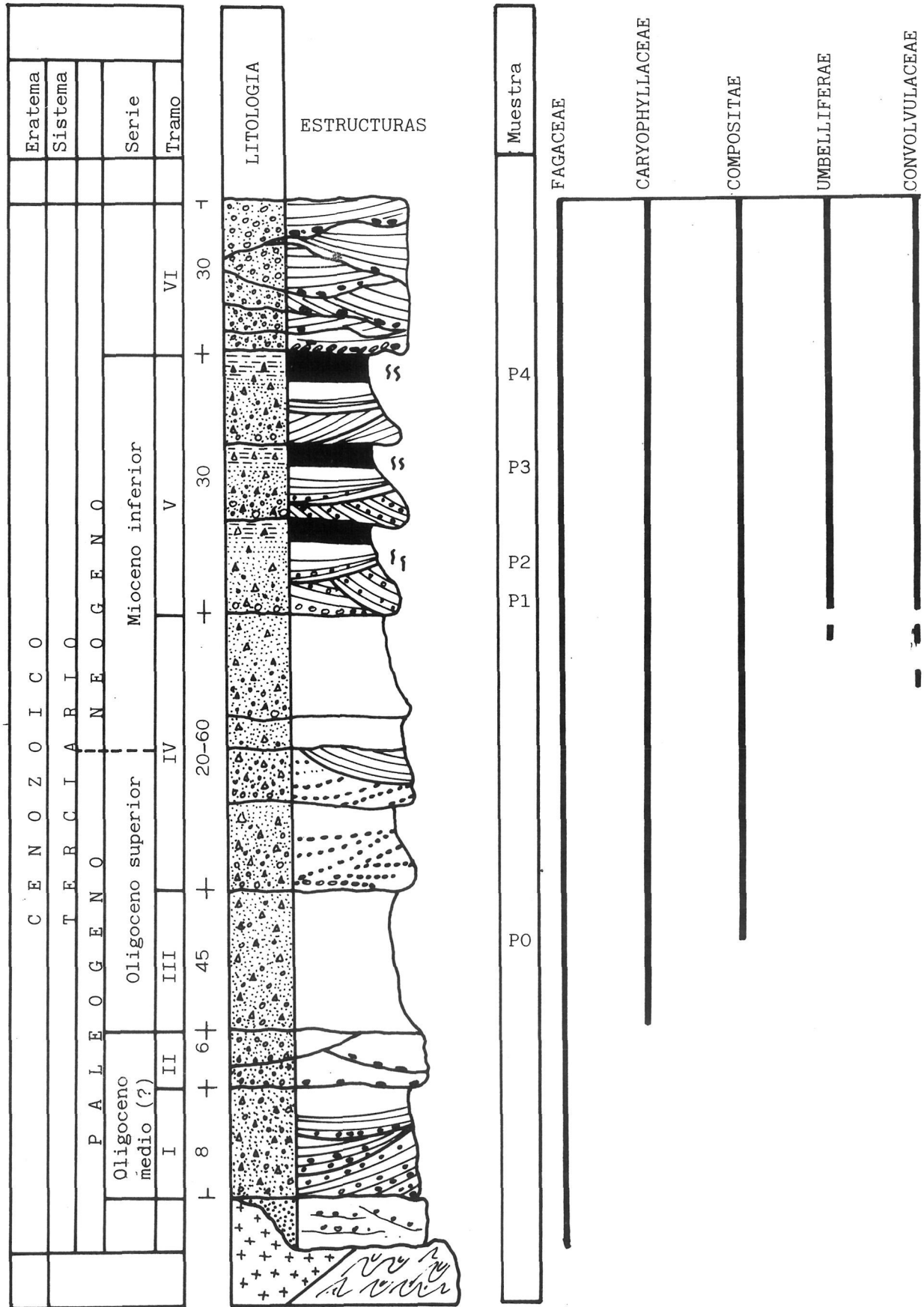


Figura 5. Relación entre los depósitos de la Fam. Arcosas de la Alamedilla y la dispersión a nivel familiar de los taxones identificados en el análisis palinológico. La bioestratigrafía permite deducir la cronoestratigrafía del borde SO de la Depresión de Ciudad Rodrigo y considerar la columna estratigráfica como la general para este borde de cuenca durante el Paleógeno Superior-Mioceno Inferior.

Conclusión similar es obtenida por JIMÉNEZ y MARTÍN-IZARD (1986, en este volumen) al observar que las brechas mineralizadas de uranio de edad 36 m.a., están selladas por las arcosas.

CONCLUSIONES

En líneas generales, las asociaciones palinológicas sugieren la existencia de un clima templado con carácter estacional. Si se comparan los taxones de los tramos III y V se aprecia un paulatino aumento de las herbáceas frente a las arbóreas, esto implicaría una progresiva degradación de la cobertura vegetal arbórea causada por una tendencia del clima a la aridez, en consecuencia, el carácter estacional del clima se va acentuando con el paso del tiempo.

En concreto para el tramo V, la abundancia de las herbáceas remarcan aún más el carácter cíclico del clima. La presencia de estas familias en el sedimento significaría que en un periodo muy concreto se daría el florecimiento de la vegetación herbácea después de la estación lluviosa.

Los registros sedimentológicos de los depósitos de la Formación Arcosas de la Alamedilla aportan información complementaria que apoyan la estacionalidad del clima: a) el carácter secuencial de los depósitos indicaría que el proceso que genera la secuencia es cíclico. b) La presencia de hidromorfismo y concentraciones de carbonato cálcico reflejarían las oscilaciones del nivel freático o unos suelos muy mal drenados. c) El desarrollo incipiente de los paleosuelos implica un aborto del proceso edáfico, posiblemente condicionado por cambios en alguna de las variables ajenas al sistema. Todo ello abogaría por la existencia de una escorrentía superficial efímera lo que conferiría al sistema fluvial un carácter semiárido.

El hecho de no encontrar depósitos que indiquen una alta tasa de evaporación abogaría por un clima cuya temperatura no fuera relativamente muy alta (tipo templado) pero con carácter estacional aunque no se puede precisar ni la intensidad ni el tiempo duración de tal estacionalidad.

La paleogeografía, durante la sedimentación de la Formación Arcosas de la Alamedilla, fue un paisaje abierto (Fig. 6) recorrido por sistemas fluviales trenzados efímeros de arenas bastantes proximales y condicionados por un clima templado estacional (un tipo similar a la sabana actual) tendiendo a la aridez ya que se pasa de un tipo de vegetación, fundamentalmente, arbórea a otra, herbácea estacional.

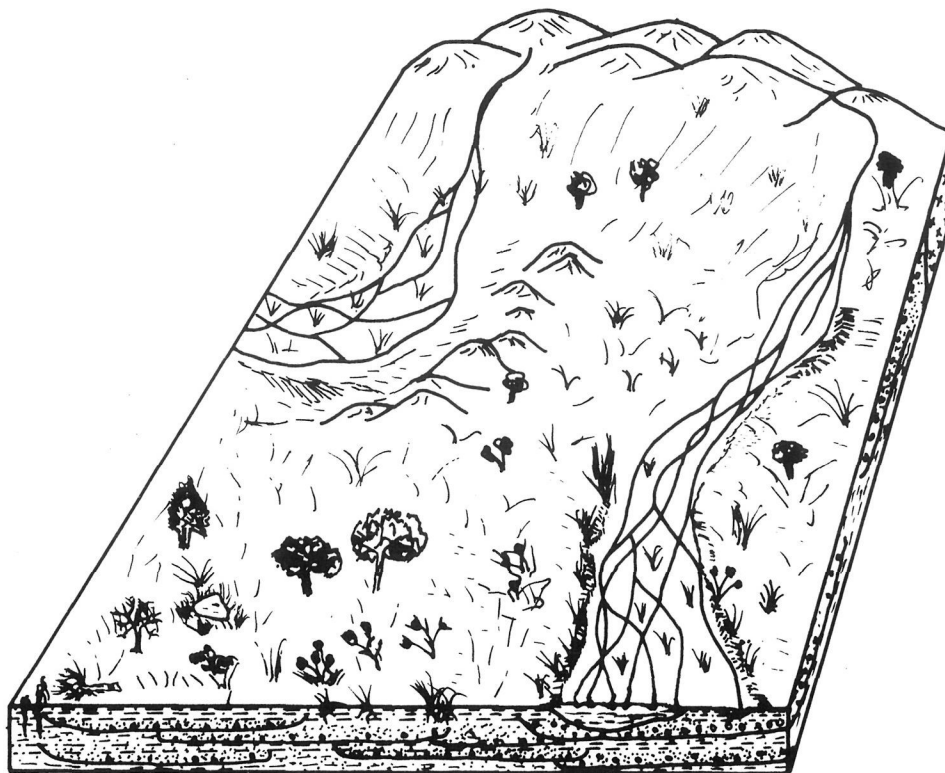


Figura 6. Diagrama conceptual representado un momento paleogeográfico de la Fm. Arcosas de la Alamedilla, para el Tramo V. Mientras en las proximidades de los cauces fluviales se desarrollaría una vegetación herbácea con un requerimiento hídrico elevado, en los interfluvios crecería otra fundamentalmente herbácea junto con un bosque claro de encinas y pinos.

L E Y E N D A

GENERAL

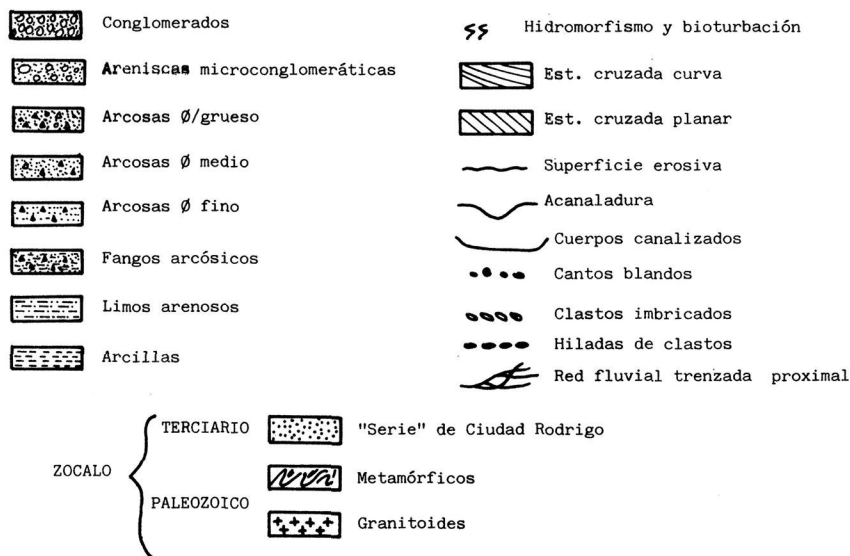


Figura 7

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO GAVILÁN, G., & POLO, M. (1986). Evolución tectosedimentaria oligo-miocénica del SO de la Fosa de Ciudad Rodrigo (Salamanca). *Resum. de Com. XI Congr. Nac. Sedimentología*, Barcelona.
- ALONSO GAVILÁN, G., CANTANO, M., & MOLINA, E. (1983). Ciclos erosivo sedimentarios en el área de unión de las cuencas de Ciudad Rodrigo y del Duero. *In lit.*
- ARRIBAS, A., & JIMÉNEZ, E. (1978). Esquema geológico litológico de la provincia de Salamanca. Estudio integrado y multidisciplinar de la Dehesa salmantina. *I Estudio Fisiográfico*, 2, 41/61.
- ERDTMAN, G. (1952). Pollen Morphology and Plant taxonomy Angiosperms. *Printed in Sweden by Alquist & Wikseels*, 1/539, Stockholm.
- GUILLET, B., & PLANCHAIS, N. (1969). Note sur une technique d'extraction des pollens des sols par une solution dense. *Pollen et Spores*, vol. XI, n.º 1, 141/145, París.
- JIMÉNEZ, E. (1973). El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero II: La falla de Alba-Villoria y sus implicaciones estratigráficas y geomorfológicas. *Stvd. Geol.*, 5, 107/136.
- JIMÉNEZ, E., y MARTÍN IZARD, A. (1986). Consideraciones sobre la edad del Paleógeno y la Tectónica alpina del sector occidental de la Cuenca de Ciudad Rodrigo. *Stvd. Geol. Salmantica*, *in lit.*
- JORDÁ, J. F. (1982). Evolución morfogenética de la vertiente NO de la Sierra de Francia, y su relación con la Fosa de Ciudad Rodrigo. *Tesis de Licenciatura. Univ. Salamanca*, 142 p. (*Inédita*).
- POKROVSKAIA, I.M. (Tred. BOLTENHAGEN, E. 1950/58). Analyse pollinique. *Annales du service d'Information. Géologique du B.R.G.G.M.*, n.º 24, 343 p., 58 figs., 59 tbs., Moscou.
- SALGADO LABOURIAU, M. L. (1982). Pollen morphology of the Compositae of the northern Andes. *Pollen et Spores*, XXIV (3/4), 397/452. París.
- SALGADO LABOURIAU, M. L. (1984). Reconstrucción del ambiente a través de los granos de polen. *Investigación y Ciencia*, 96, 6/16.
- TSCHUDY, H., & SCOTT, R. A. (1969). Aspects of Palynology Wiley. *Interscience.*, 510 p., figs. 1/18, New York.

Recibido 7-Octubre-1986

LÁMINA I

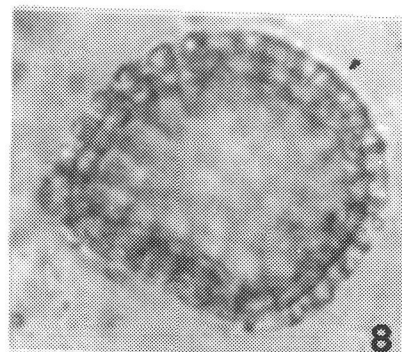
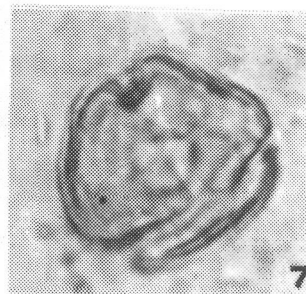
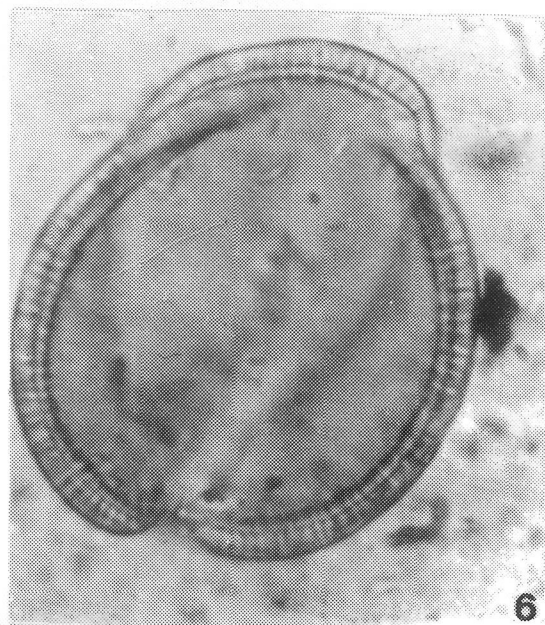
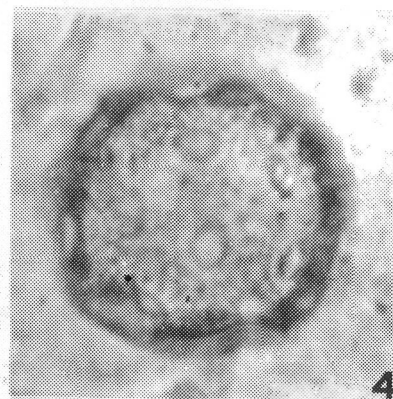
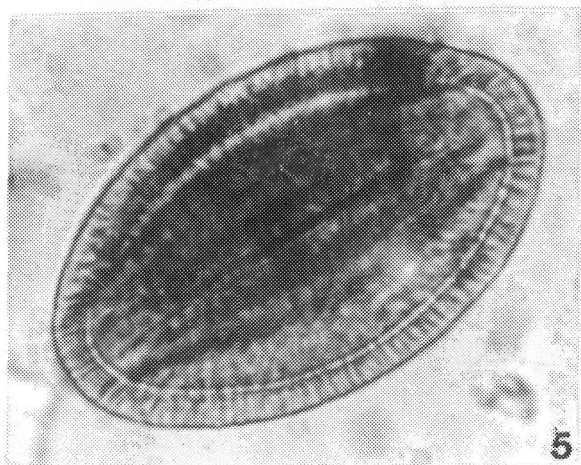
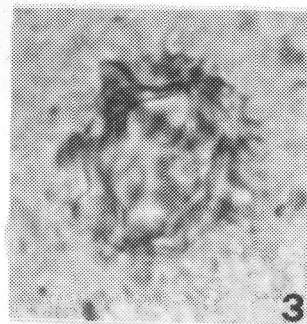
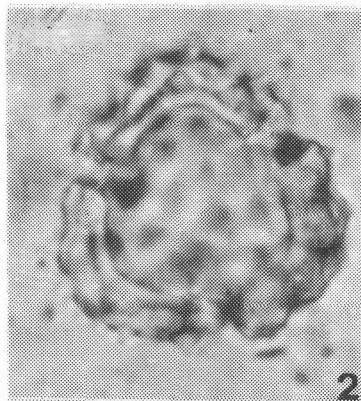
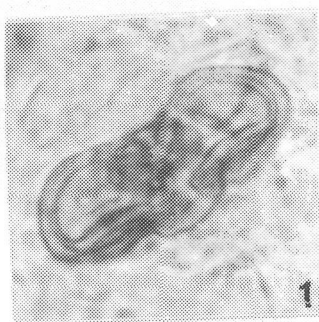


LÁMINA I

1. Familia Apiaceae, (Umbelliferae).
2. Familia Asteraceae, (Compositae, tipo Tubuliflorae).
3. Familia Asteraceae, (Compositae, tipo Liguliflorae).
4. Familia Caryophyllaceae.
5. Familia Convolvulaceae. Género *Convolvulus*.
6. Familia Convolvulaceae. Género *Convolvulus*.
7. Familia Fagaceae. Género *Quercus*.
8. Familia Oleaceae. Género *Ligustrum*.

Todos los ejemplares x 1.000.