

Evidencias de clima Gondwánico en una palinoflora del Cretácico Medio (Cenomaniense) de Cuba Occidental*

**Alberto E. ARECES-MALLEA

RESUMEN. En el complejo diapírico de San Adrián fue recientemente descubierta una interesante Flora palinológica con 35,9% de polen de gimnospermas, 29,3% de esporas de helechos y sólo 4,4% de polen angiospérmico del tipo tricolpado. Esta palinoflora procede de antiguas asociaciones de gimnospermas y pterofitas que en determinados aspectos relacionados con la composición florística del grupo gimnospérmico y la representación de algunos taxa, parece estar más vinculada fitogeográficamente al Cretácico-Medio de Gondwana septentrional que al de los continentes del par Laurásico. La abundancia de Circumpolles (22%); la presencia de los géneros-forma Araucariacites y Eucomiidites y la completa ausencia del polen del tipo bisacado permite inferir que en el arco volcánico antillano durante el Cenomaniense, la proximidad de las orillas norte y sur del Tethys y la influencia del clima cálido y seco de Gondwana septentrional permitió el desarrollo de comunidades vegetales con algunas características meridionales.

INTRODUCCIÓN

En un bloque de areniscas polimícticas (subgrauvacas volcánicas) incluido en el yeso del complejo evaporítico de San Adrián, ubicado casi sobre el límite de las provincias de la Habana y Matanzas, fue recientemente descubierta una interesante y variada palinoflora que en algunos aspectos (por ejemplo, el registro gimnos-

pérmico) parecía responder más a las características paleogeoflorísticas del Cretácico Medio de las tierras situadas al S del

* Manuscrito aprobado en noviembre de 1988.

** Centro de Investigaciones y Desarrollo del Petróleo, Ministerio de la Industria Básica.

Tethys, que a las que formaron el par continental de Laurasia. Esta palinoflora fue descrita e ilustrada en un trabajo previo (Areces-Mallea, 1989), en el cual además de argumentar su edad en base al registro palinológico, se infirieron algunos parámetros paleoambientales existentes en el momento de su deposición. En el presente trabajo se completa el estudio microfloris-

tico de este muestreo preliminar en San Adrián, discutiendo las particularidades de la palinoflora que permiten interpretar el clima reinante en el extremo occidental del Tethys durante el Cenomaniense, y su posición paleográfica en la frontera misma de las tierras del par Laurásico con los continentes meridionales de la antigua Gondwana.

ESTRATIGRAFÍA

Las evaporitas del occidente de Cuba han sido estudiadas por numerosos autores después de su reconocimiento como unidad litoestratigráfica por Ducloz (1960). Las descripciones más detalladas y completas de la denominada Fm. San Adrián se encuentran en el trabajo original (Ducloz, 1960) y en los de Meyerhoff y Hatten (1968), Iturralde-Vinent (1971), Judoley y Meyerhoff (1971), y Linares y Lobachev (1971). Para explicar la controvertida génesis de las rocas de San Adrián, en la primera parte de este estudio el autor se refirió al mecanismo tectonodiapírico propuesto por Albear y Piotrowski (1984) para el desplazamiento de la serie yesífera original, que parte de considerar a los depósitos primarios constituidos por inter-

calaciones de yeso con otras rocas de muy variada composición, las que se mezclaron con las evaporitas en su movimiento ascensional (Areces-Mallea, 1989).

La inclusión de areniscas seleccionada para estudios palinológicos se colectó en el lado norte de la mina de yeso de San Adrián, ubicada en el Valle de Yumurí, provincia de la Habana, en el punto de coordenadas X:429 600 e Y:361 600, de la hoja cartográfica Matanzas 3885 II 1: 50 000. Estas areniscas parecen representar facies sedimentarias del arco volcánico antillano depositadas en el Cenomaniense. Para otras cuestiones relacionadas con la composición litológica de la muestra y el método utilizado para recobrar los palinomorfos, véase Areces-Mallea, 19 cit.

ESPECTRO PALINOLÓGICO

Se reconocieron en la muestra estudiada un total de 25 *taxa* de palinomorfos de los cuales fueron identificados 17 géneros-forma y 11 especies-forma, y además se describió una *sp.-f.* nueva. El listado total de *taxa* determinados es el siguiente:

I. SPORITES

TRILETES

1. *Cicatricosisporites crassiterminatus* Hedlund

2. *Concavissimisporites punctatus* (Delcourt et Sprumont) Brenner
3. *Deltoidospora minor* (Couper) Pocock
4. *Gleicheniidites senonicus* Ross emend. Skarby
5. *Dictyophyllidites* (?) *fsp.*
6. *Muerrigerisporis* (?) *sanadriensis* Areces-Mallea
7. *Stereisporites stereoides* (R. Potonié y Venitz) Thomson y Pflug

MONOLETES

8. *Microfoveolatosporis fsp.*

II. POLLENITES

ALETES

9. *Inaperturopollenites aff. I. scabratus* Muller
10. *Inaperturopollenites hiatus* (R. Potonié) Thomson et Pflug
11. *Araucariacites australis* Cookson

CIRCUMPOLLES

12. *Circulina parva* Brenner

PRAECOLPATAE

13. *Eucomiidites cf. E. troedsonii* Erdtman

MONOCOLPATAE

14. *Cycadopites fsp.*
15. *Monosulcites fsp.*

TRICOLPATAE

16. *Retitricolpites vulgaris* Pierce
17. *Retitricolpites fsp.*

III. DINOFLAGELATA

GYMNODINACEAE

18. *Gymnodinium sp.*

HYSTRICHOSPHAERACEAE

19. *Hystrichosphaera* (?) *sp.*

Los rasgos distintivos más característicos de esta palinoflora lo constituyen: (1) su abundancia en granos de polen de gimnospermas (35,9%), y (2) la diversidad (28% de *sp.-f.* reconocidas) y abundancia (34,5%) de esporas de criptógamas vasculares, en su mayoría helechos de las Familias *Schizaeaceae*, *Cyatheaceae-Dicksoniaceae* y *Gleicheniaceae*. Entre las coníferas dominaron las *Cheirolepidiaceae* productoras de *Circumpolles*, con una *sp.-f.* de *Circulina* muy abundante (22,0%), la más común de toda la muestra. También resaltó mucho la completa ausencia de coníferas de polen bisacado, de los cuales ningún *taxon* se registró en San Adrián. Las angiospermas reportaron sólo 4,4% del total de palinomorfos contados, y eran del tipo pequeño tricolpado —reticulado con paredes estructuralmente simples, pertenecientes a dicotiledóneas primitivas. La edad de la muestra fue determinada como Cretácico Superior Temprano (Cenomaniense) en base al registro palinológico.

PALEOAMBIENTE

El hecho de haber encontrado en la misma muestra polen y esporas, cutículas epidérmicas, fibrotraqueidas areoladas y otros fitoclastos provenientes de plantas terrestres junto a cistes microplanctónicos de dinoflagelados marinos, nos indica que este Cenomaniense de San Adrián constituye una facies marginal depositada en el ambiente somero de una costa subsidente. El carácter transgresivo de los depósitos se define: (1) con el predominio de dino-

cistes de tipo corado (*Hystrichosphaera?* *sp.*) frente a los del tipo proximal (*Gymnodinium sp.*) y la ausencia de los del grupo cavado, y (2) por la abundancia absoluta (22%) de una especie-forma de *Circumpolles* (*Circulina parva*) producida por una gimnosperma extinta que prosperó en hábitats de tipo palustre-costero semejantes a los que son actualmente asiento de manglares. Estas plantas se beneficiaron de las condiciones particulares que ofrecían

las costas de subsidencia y los mares cálidos y transgresivos del Mesozoico.

Además, la presencia de un elevado número de granos de *C. parva* indica que la deposición costera ocurrió bajo condiciones climáticas secas. La macromorfología xeromorfa de los restos de coníferas braquifilas (*Cheirolepidiaceae*) que diseminaron a los *Circumpolles* está condicionada a la supervivencia de estas plantas en un clima seco. Este es un hecho tan bien establecido, que el aumento de la frecuencia absoluta de *Circumpolles* en una sección, se hace corresponder siempre con un incremento progresivo y equivalente de la aridez. En Gabón por ejemplo (África ecuatorial), los depósitos evaporíticos del Aptiano Superior —evidencias sedimentarias de clima árido— originados después que las aguas del mar invadieran el rift suratlántico, coinciden con niveles de sondeo donde los *Circumpolles* y los granos de *Ephedripites*, otro indicador de aridez, hacen más de 90% del total de palinomorfos registrados (Doyle et al., 1977). En nuestro caso podemos considerar que (1) la abundancia de gimnospermas (35,9%) y específicamente de *Circumpolles* (22,0%), y (2) la completa ausencia de coníferas bisacadas en la muestra revela la existencia de un clima cálido y relativamente seco. Éste, sin embargo, no debió alcanzar los valores extremos de un clima xérico, a juzgar por la presencia de *Stereisporites* (*Bryophyta*), una presunta *Selaginellaceae* (*Muerrigerisporis*) y la significativa representación de

los helechos (29,3%). También la inexistencia del polen estriado del complejo efedríceo (*Ephedripites*), por lo común asociado a los *Circumpolles* en el Cretácico Medio "árido" de Gondwana occidental, nos sugiere un clima menos riguroso que el que afectó a este antiguo grupo continental hace alrededor de 100 Ma. Al parecer las especies productoras de *Ephedripites* eran verdaderas xerófitas como sus congéneros actuales.

La ausencia de géneros-forma de polen bisacado no solamente habla a favor de la existencia de un termoclima regional de tendencia seca, sino que además descarta la posibilidad de que conjuntamente existieran biotopos altomontanos. Ello nos indica que al momento de la deposición la topografía de la región era básicamente plana, lo que concuerda bien con la época en que ocurre el evento sedimentario, anterior a los pulsos orogénicos del Senonien.

La aparente falta de correspondencia sin ecológica entre el grupo de coníferas braquifilas-cicadofitas-bennettitofitas y los helechos, se explica admitiendo la coexistencia de dos asociaciones vegetales ecológicamente contrastantes establecidas a tenor de las discretas variaciones topográficas de las tierras emergidas, una ocupando las zonas más bajas mediatas a la antigua línea de costa (excl. a las *Cheirolepidiaceae*), y otra en los sitios más retirados y mejor drenados (Areces-Mallea, 19).

FLORA Y CLIMA GONDWÁNICO

Estudios palinológicos realizados en las últimas décadas han demostrado que las Floras del Cretácico Inferior-Medio de África y América del Sur —excluyendo a la Patagonia y al cono Suraficano— eran

muy diferentes a las de Europa y Norteamérica, especialmente en lo que al espectro no angiospérmico se refiere. La Flora de angiospermas muestra por el contrario algunas semejanzas durante el Al-

biense-Cenomaniense relacionados en lo fundamental con la aparición simultánea de granos de polen tricolpados (Albiense), tricolporados (Albiense Tardío) y triporados (Cenomaniense), a ambos lados del Tethys (Doyle et al., 1977). Sin embargo el elemento angiospérmico de África-Suramérica en esa época es significativamente más rico y variado que el de los continentes Laurásicos (Herngreen, 1973, 1974; Brenner, 1976). Estos hechos no hacen sino reforzar la idea de la existencia de una unidad fitogeográfica en las tierras del antiguo grupo de Gondwana durante el Cretácico Inferior-Medio.

Los trabajos de Kuyl et al. (1955), Jardiné y Magloire (1965), Brenner (1976), Herngreen (1974) y otros autores han ido perfilando los caracteres que distinguen sustancialmente a las palinofloras del Cretácico Inferior-Medio en África y Suramérica de sus equivalentes contemporáneos en el par continental de Laurasia. Éstos en esencia son:

1. Predominancia de los tipos gimnospérmicos *Classopollis* (*Circumpolles*), *Ephedripites*, *Araucariacites* y *Eucommiidites*.
2. Rareza a ausencia total del polen de las coníferas bisacadas.
3. Baja representación y diversidad relativas de las esporas de helechos (*Pterophyta*).

Por contraste, las palinofloras de las tierras meridionales de la antigua Laurasia se caracterizan por su riqueza en granos bisacados, la alta representación de las *Taxodiaceae-Cupressaceae* y la abundancia y diversidad de esporas de helechos, particularmente de la familia de las *Schizaeaceae*. Todas estas diferencias han sido interpretadas como resultado de la existencia de condiciones climáticas contrastantes entre las tierras situadas al N y S del Tethys. Al menos, en Gondwana occidental

hay marcadas evidencias de una aridez climática sin equivalente en los continentes Laurásicos. Y al parecer fue precisamente esta aridez la que de conformidad con la conocida hipótesis de Stebbins sobre el origen de las angiospermas, sirvió de estímulo a la evolución de las primeras plantas con flores. Ello puede explicar tanto la rápida diversificación del grupo en el Aptiense-Albiense, como su mayor riqueza y variabilidad en las palinofloras del Cretácico Medio de África-Suramérica respecto a las Laurásicas, como la aparición tardía del elemento angiospérmico (Albiense Medio-Superior y aún Cenomaniense) en las regiones septentrionales de Norteamérica (Brenner, 1976).

Nuestra palinoflora del Cenomaniense marginal de San Adrián, muestra algunos caracteres "Gondwánicos" que en cierta medida la distinguen de sus equivalentes típicamente Laurásicos en el Cretácico Medio, por haber sido depositadas bajo un clima al parecer más seco. Estos pueden resumirse en:

1. Predominancia de *Circumpolles* (22,0% del total de palinomorfos en la muestra); presencia de *Araucariacites* (*A. australis*) y *Eucommiidites* (*E. cf. E. troedssonii*) entre los tipos gimnospérmicos.
2. Ausencia total del polen de las coníferas bisacadas (*Pinaceae-Podocarpaceae*).

El espectro pterofítico no tiende, sin embargo, a comportarse como el de una palinoflora típicamente Gondwánica por su relativa alta representación (29,3%) y diversidad (24% del total de taxa reconocidos). También, aunque con muy bajos porcentajes, la presencia de *Schizaeaceae* y *Cupressaceae-Taxodiaceae*, mejor representadas al N del Tethys, favorece más una relación Laurásica. Esta aparente "dualidad" de la Flora, con rasgos comunes a dos unidades fitogeográficas planetarias parece

responder a la antigua ubicación del sitio donde se depositaron las areniscas polimictas muestreadas, que se observan hoy incluidas en bloque dentro del complejo evaporítico de San Adrián; y ese sitio parece ser justamente la frontera entre los grandes dominios de Laurasia y Gondwana (Fig. 1). Si tenemos en cuenta que la separación entre ambos grupos continentales durante el Jurásico-Cretácico Medio era considerablemente menor, en la prolongación americana del Tethys que en su región oriental, y que al menos para las angiospermas está demostrado el intercambio transtethysiano en las primeras fases de

su evolución, no será difícil inferir de las características de la palinoflora de San Adrián que responden significativamente a las de los conjuntos microflorales de Gondwana septentrional, la existencia de un corredor a través del archipiélago de islas volcánicas de las Antillas en tiempos del Cretácico Medio, cuyos islotes más meridionales, quizás en el extremo suroriental del arco volcánico, estuvieron lo suficientemente próximos al litoral de aquella proto-América del Sur como para haber permitido la penetración de geoelementos predominantemente Gondwánicos en esas tierras y el consecuente desarrollo de co-

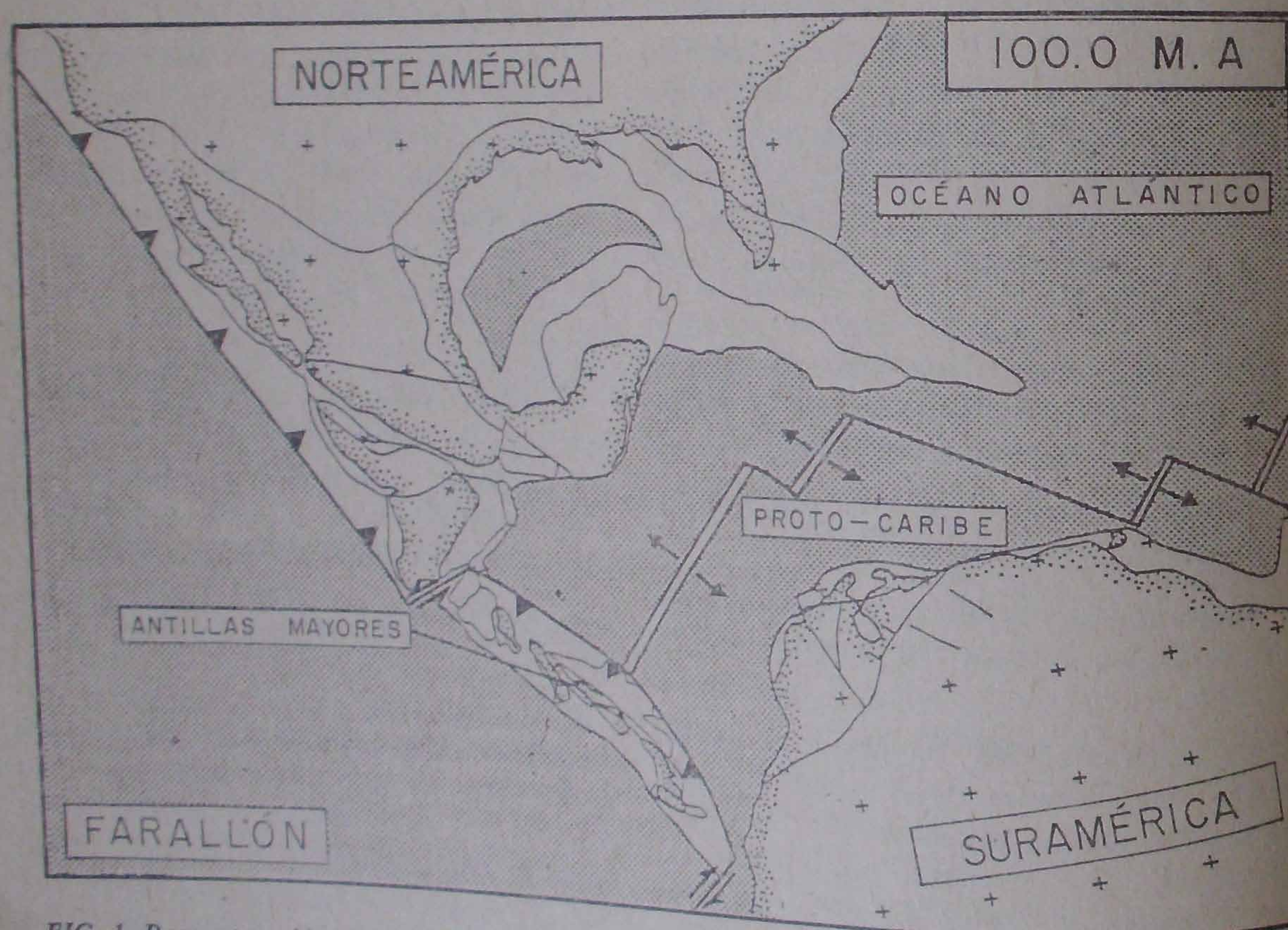


FIG. 1. Reconstrucción geológico-tectónica de la región del Caribe en el Cretácico Medio (100 Ma.) basada en el modelaje de Ross y Scotese (1987). En la estrecha prolongación americana del Tethys, entre el margen continental (plataforma) de Las Bahamas y la costa septentrional del bloque suramericano, debió haber estado ubicado el arco volcánico cretácico de las Antillas y no en el Pacífico oriental como aparece en ésta y otras reconstrucciones paleográficas modernas, permitiendo el movimiento florístico transtethysiano y el consecuente desarrollo de comunidades con rasgos meridionales en las tierras emergidas, por influjo del clima Gondwánico.

munidades con rasgos meridionales, probablemente por influencia del clima cálido y seco de Gondwana septentrional. Esta migración de dirección sur-norte a través de las islas e isletas volcánicas del arco antillano debió haber ocurrido a saltos, según el conocido mecanismo de los "stepping-stones".

La existencia de corredores transtethysianos ya había sido presupuesta teóricamente para explicar el hecho de que las angiospermas, estimuladas en su evolución por el clima Gondwánico, se diversificaran muy rápido a partir del Aptiense y cruzaran el Tethys por algún sitio para ocupar las tierras del par Laurásico y llegar finalmente a las regiones boreales de Norteamérica en el Albiense Medio-Superior y el Cenomaniense. Hay ahora elementos para

suponer que fue el arco cretácico antillano uno de los sitios a través del cual las angiospermas, afectadas por potentes presiones migratorias, atravesaron el Tethys en su impresionante despliegue geográfico, hecho que explica la aparición casi simultánea de granos de polen tricolpados (Albiense), tricolporados (Albiense tardío) y tripolados (Cenomaniense) en África-América del Sur y Norteamérica.

El descubrimiento de una palinoflora de rasgos Gondwánicos en el Cretácico Medio de Cuba, argumenta a favor de la ubicación del arco volcánico antillano a la altura de la costa más septentrional del bloque suramericano, entre estas tierras y el margen continental de Las Bahamas, y no en el Pacífico oriental como aparece en algunas reconstrucciones paleográficas modernas.

RECONOCIMIENTOS

Agradecemos a M. Iturralde-Vinent y G. Echevarría la asistencia brindada en la realización a este trabajo. Reconocemos asimismo la ayuda de los técnicos del Centro de Investigaciones y Desarrollo del

Petróleo, en especial la de J. Sánchez Arango por la crítica revisión del manuscrito y el entusiasmo y apoyo demostrado siempre por esta actividad.

REFERENCIAS

- Albear, J. F., y J. Piotrowski (1984): El enclave yesífero San Adrián, Cuba. Observaciones sobre su evolución geológico-tectónicas. *Cien. Tierra Espacio*, 9.
- Araces-Mallea, A. (1989): Descubrimiento de una Palinoflora Cretácica en las inclusiones del complejo diapírico de San Adrián, provincia de La Habana. *Tecnológica*, 18(4).
- Brenner, G. J. (1976): Middle Cretaceous floral provinces and early migrations of angiosperms. En *Origin and Early Evolution of Angiosperms* (C. B. Beck, ed.), Columbia Univ. Press, Nueva York.
- Doyle, J. A., y E. I. Robbins (1977): Angiosperm pollen zonation of the continental Cretaceous of the Atlantic Coastal Plain and its application to deep wells in the Salisbury Embayment. *Palinology*, 1.
- Ducloz, C. (1960): Apuntes sobre el yeso del Valle de Yumuri, Matanzas. *Mem. Soc. Cubana Hist. Nat. F. Poey*, 15(1).
- Herngreen, G. F. W. (1973): Palynology of Albian-Cenomanian strata of borehole 1-QS-1-MA, State of Maranhao, Brasil. *Polen et Spores*, 15.
- (1974): Middle Cretaceous palynomorphs from northeastern Brazil. *Bull. Sci. Geol. Strassbourg*, 27.
- Iturralde-Vinent, M. A. (1971): Contribución al estudio de la estratigrafía y magmatismo de

- Matanzas y oeste de Las Villas, Cuba. *Tecnológica*, 9(2).
- Jardine, S., y L. Magloire (1965): Palynologie et stratigraphie du Crétacé des bassins du Sénégal et de Côte d'Ivoire. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, 32.
- Judoley, K., y A. A. Meyerhoff (1971): Paleogeography and Geological History of Greater Antilles. *Geol. Soc. Amer., Mem.* 129.
- Kuyt, O. S., J. Muller, y H. T. Waterbolk (1955): The application of palynology to oil geology, with special reference to western Venezuela. *Geol. en Mijnb.*, n. s. 17.
- Linares, E. y A. Lobachev (1971): "Informe Geológico sobre las investigaciones de campo en la región Habana-Matanzas" [inédito], Fondo Geológico Nacional, La Habana.
- Meyerhoff, A., y C. W. Hatten (1968): Diapiric structures in Central Cuba. *Amer. Assoc. Petr. Geol., Mem.* 8.
- Ross, M. I., y C. R. Scotese (1987): "A hierarchical tectonic model of the Gulf of Mexico and Caribbean region" [inédito], Dissert. in Tectonophysics Geodynamics Conference, EE. UU.

Ciencias de la Tierra y del Espacio, 15 y 16, 1989

GONDWANA CLIMATE EVIDENCES IN A MID-CRETACEOUS (CENOMANIAN) PALINOFLORA OF WESTERN CUBA

Alberto E. ARECES-MALLEA

ABSTRACT. An interesting palynological assemblage was recently discovered in the San Adrian diapiric complex exhibiting 35,9% of gymnosperm pollen, 29,3% of fern spores and only 4,4% of a tricolpate angiosperm pollen type. This palynoflora was found to be produced by ancient gymnosperm and pterophyte associations that in some aspects as regards the gymnosperm floristic composition and the representation of certain taxa, seemed to be more related to a Mid-Cretaceous northern Gondwana phytoegeounit rather than to a Laurasian one. Due to the abundance of Circumpolles (22%), the presence of Araucariacites and Eucomiidites form-genera and the complete absence of the bisaccate pollen type, it is inferred that in the Antillean arc during the Cenomanian, the proximity of the Tethysian shores and the influence of the northern Gondwana hot and dry climate lend to the development of Floral communities with some meridional features.