

Anomalías isotópicas de carbono durante el intervalo Aptiense-Albiense en la Plataforma Carbonática de Venezuela

[Pérez, J.¹](#) y [González, M.¹](#), 1998

¹ PDVSA-Intevep. Los Teques, Edo. Miranda, Venezuela.

- [Vista General del Panel 1](#)

- [Vista General del Panel 2](#)

- [Vista General del Panel 3](#)

Resumen

En numerosas secciones de rocas del Cretácico medio-superior en Norte América y Europa se han observado excursiones isotópicas de carbono ($\delta^{13}\text{C}$). Estos desplazamientos han sido considerados como señales globales que fueron producidas por cambios que afectaron la distribución isotópica del carbono de la hidrósfera y atmósfera, siendo convencionalmente interpretadas como respuesta a un aumento en sedimentación y/o preservación de materia orgánica durante intervalos de tiempo geológico específicos (Popp *et al.* 1989). Scholle and Arthur (1980) propusieron que estas variaciones temporales en valores $\delta^{13}\text{C}$ correlacionan con eventos anóxicos de carácter oceánico. Otros autores (Vahrenkamp, 1996, entre otros) han sugerido que existe correlación entre cambios en el nivel del mar y tendencias de variaciones en isótopos de carbono. Föllmi *et al.* (1994) han propuesto un mecanismo teórico que explica esta correlación mediante una compleja correspondencia entre factores extrínsecos (volcanismo y clima) y respuestas intrínsecas como meteorización, movilización de nutrientes, productividad orgánica y preservación de carbono. Según este mecanismo, las excursiones positivas de carbono estable puede correlacionarse con un aumento del nivel del mar, mientras que las excursiones negativas indican un descenso del nivel del mar.

La presencia de eventos de isótopos de carbono durante el Cretácico, cuyo carácter global ha sido ampliamente demostrado, provee una base de trabajo para evaluar la extensión local, regional y global de secuencias sedimentarias particularmente relacionadas con la formación de rocas madres de hidrocarburos (Davis *et al.* 1994). Este tipo de eventos pueden usarse para correlacionar intervalos sedimentarios ampliamente separados en distancia, tipo y contenido de materia orgánica, profundidad de soterramiento y paleogeografía (Dos Santos Neto *et al.* 1996).

El presente trabajo documenta la presencia de estas anomalías durante el período Albiense-Aptiense en el margen pasivo del Norte de Suramérica. Para ello se tomaron muestras en la cuenca Oriental y cuenca Occidental de Venezuela en dos intervalos con este rango de edad: el Miembro Machiques de la Formación Apón (Quebrada Maraca, estado Zulia) y la parte de la Formación Chimana (río Cariaco, estado Sucre, ver Figura 1). Ambos intervalos comprenden alternancias de margas y calizas con contenidos de materia orgánica que varían entre 1 y 6 %. Las unidades estudiadas fueron depositadas durante el ahogamiento parcial de la plataforma carbonática de Venezuela en el Aptiense medio-Albiense temprano (Martínez y Hernández, 1992).

La edad geológica de las rocas estudiadas fue corroborada por análisis de los conjuntos de foraminíferos. La preparación de las muestras para análisis isotópico consistió en la eliminación del material carbonático de la roca pulverizada usando HCl. El carbono orgánico presente en cada muestra se pasó a CO₂ por combustión en ampolla de vidrio con CuO. El gas obtenido fue purificado por destilación en línea de vacío. La composición isotópica del CO₂ purificado fue medido en un espectrofotómetro de masas DELTA-E, marca Finnigan MA, usando NBS 17 ($\delta^{13}\text{C} = 4,41\text{‰}$) y NBS 22 ($\delta^{13}\text{C} = -29,63\text{‰}$) como estándares de calibración, reportando los valores como partes por mil (‰) relativos a PDB.

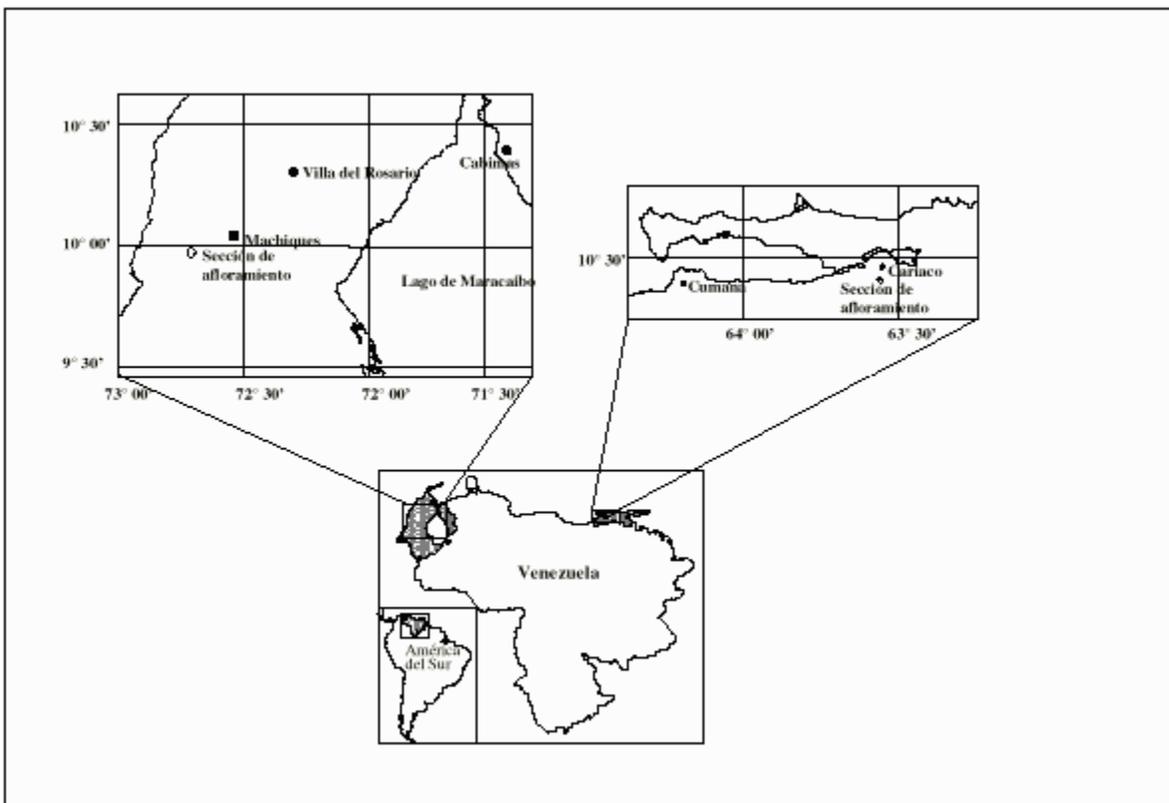


Figura 1. Localización geográfica de las secciones estudiadas en el presente trabajo

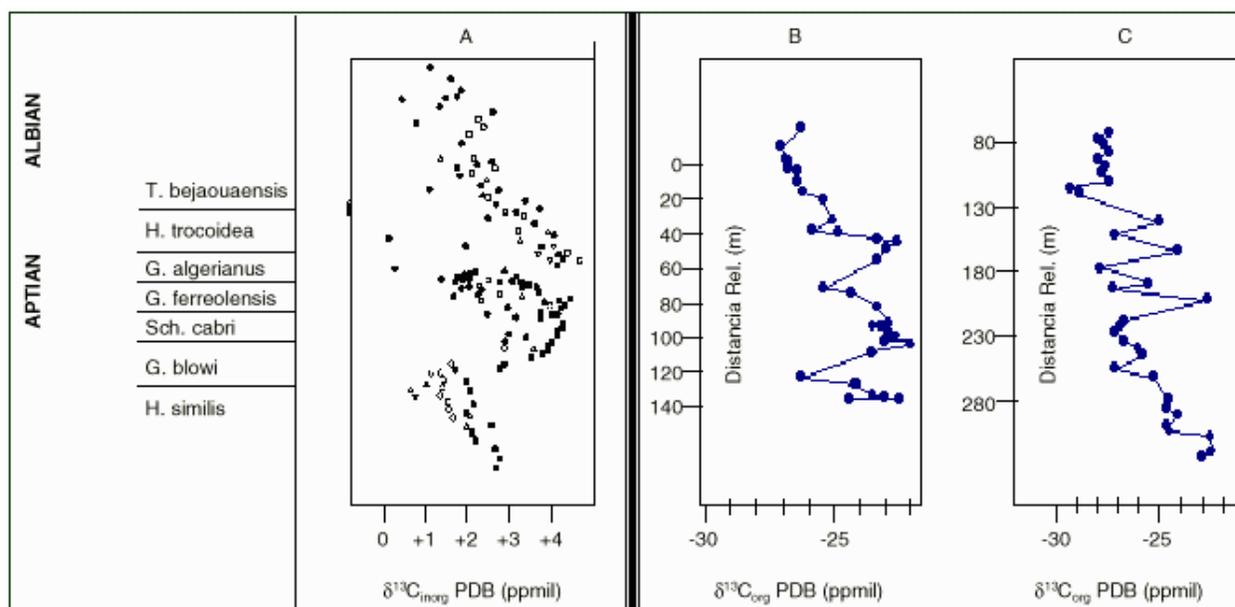


Figura 2. Perfiles isotópicos de carbono en sedimentos del Tethys y Océano Atlántico graficados versus edad del intervalo Aptiense/Albiense (a, Weissert y Lini, 1991); se comparan con los perfiles isotópicos de querógeno en (b) Miembro Machiques de la Fm. Apón en Qda. Maraca, Edo. Zulia (Pérez Infante, 1996) (Cuenca Occidental de Venezuela) y (c) Fm. Chimana, río Cariaco, Edo. Sucre (este trabajo); graficados versus distancia relativa de cada sección.

Resultados y discusión

En la figura 2, se presenta una comparación de la variación isotópica de la materia orgánica del intervalo Aptiense-Albiense, en la sección de quebrada Maraca y en la sección de río Cariaco, así como los perfiles isotópicos de carbono en carbonatos del Atlántico y en el dominio del Tethys, en Europa reportados por Weissert y Lini (1991).

En cada una de estas secciones se observa un patrón complejo de desplazamientos isotópicos que pueden ser correlacionables. Tanto en la zona de *G. blowi* de las muestras del Atlántico y del Tethys, como hacia los 120 metros de sección de sección del Miembro Machiques y los 230 metros de la Fm. Chimana, se observa una tendencia gradual negativa, seguida de una excursión múltiple con breves desplazamientos positivos entre las zonas de *Schackoina cabri* y *Ticinella bejaouaensis*. Después de este período, en el Albiense temprano, los valores isotópicos de carbono en todas la curvas observadas muestran poca variación.

Siguiendo las ideas planteadas por Föllmi *et al.* (*op. cit.*), la plataforma carbonática de Venezuela estuvo afectada por una caída en el nivel del mar en el Aptiense temprano (caracterizada por una regresión o "lowstand system tract"), mientras que en el Aptiense tardío-Albiense temprano el sistema estuvo dominado por un aumento del nivel del mar ("transgressive system tract"). Durante este último período se observan los mayores valores isotópicos de carbono orgánico total tanto en la Formación Chimana como en el Miembro Machiques, posiblemente una consecuencia de la ocurrencia de un evento anóxico.

El patrón de desplazamiento isotópico complejo que se observa en las secciones estudiadas en este trabajo también es reportado por Scholle y Arthur (1980) en la Sierra Madre, en México Oriental, por Santos Neto *et al.* (1996), en la Cuenca de Potiguar, al noreste de Brasil (1996) y por Vahrenkamp (1996) en la región del Golfo Árabe.

La complejidad del evento anóxico oceánico a lo largo del límite Aptiense-Albiense ha sido explicada por Bralower *et al.* (1993) argumentando que este período estuvo marcado, por lo menos, por tres episodios cortos de disoxia/anoxia regionalmente extensivos, que fueron interrumpidos por condiciones oxigenadas generales. Estos episodios pueden ser mejor reconocidos en sedimentos altamente carbonáticos que fueron depositados en cuencas epicontinentales, y que ahora se encuentran expuestos en superficie terrestre.

Conclusiones

La similitud en los patrones y valores de desplazamiento isotópico durante el Aptiense-Albiense en la plataforma carbonática de Venezuela en los diferentes sitios de la geografía mundial, confirma la ocurrencia de un evento global regionalmente extensivo, que ha sido descrito por Jenkyns (1980) y Schlanger *et al.* (1987) como un evento anóxico oceánico.

La marcada similitud de los perfiles isotópicos de las secuencias comparadas en este trabajo corrobora la utilidad de esta data para establecer correlaciones en secuencias sedimentarias depositadas en regiones dístales, aún en cuencas diferentes.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo quieren expresar su agradecimiento al Sr. Héctor Henriquez quien determinó las relaciones isotópicas de las muestras de río Cariaco, Estado Sucre y a Marta Carrillo por haber realizado el análisis bioestratigráfico de las mismas.

Referencias

Bralower, T. J., Sliter, W. V., Arthur, M. A., Leckie, R. M., Allard, D., & Schlanger, S. O. (1993) Dysoxic/ Anoxic Episodes in the Aptian-Albian (Early Cretaceous) The Mesozoic Pacific: Geology, Tectonics, and Volcanism Geophysical monograph 77, American Geophysical Union, pp. 5 -37.

Davis, C., Pratt, L., Mompert, L. & Murat B. (1994) Sedimentary Geology and Carbon-Isotope stratigraphy of Cretaceous Marine Strata in Western Venezuela. V Simposio Bolivariano. Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, Memoria. Pto La Cruz, Venezuela.

Dos Santos Neto, E. V., Hayes, J. M. & Takaki, T. (1996) Isotopic and Geochemical Evidence of the Upper Aptian Anoxic Event in the Potiguar Basin, Northeastern Brasil. V

Memorias del Congreso Latinoamericano de Geoquímica Orgánica. Cancún-México, pp160-162.

Föllmi., K. B., Weissert, H., Bisping, M y Funk, H. (1994) Phosphogenesis, carbon isotopic stratigraphy and carbonate platform evolution along the Lower Cretaceous northern Tethyan margin: *Geol. Soc. Am Bull.*, Vol.106, pp. 729-746.

Jenkyns, H. C. (1980) Cretaceous anoxic events: from continents to oceans. *Journal of the Geological Society*, London, Vol. 137, 171-188.

Martínez R., J. I. & Hernandez, R. (1992) Evolution and drowning of the Late Cretaceous Venezuelan Carbonate platform, *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 5, No. 2 pp. 197-210.

Pérez-Infante, J. V. (1996) Global and local controls upon the deposition of organic-rich Cretaceous sequences of western Venezuela: a geochemical study. PhD thesis, Universidad de Newcastle, pp.126-137.

Popp, B.N., Takigiku, R., Hayes, J. M., Louda, J. W. & Baker E. W. (1989) The post-Paleozoic chronology and mechanism of ^{13}C depletion in primary marine organic matter. *American Journal of Science*, 289, pp 436-454.

Schlanger, S. O., Arthur, M. A., Jenkyns, H. C. & Scholle, P. A. (1987) The Cenomanian-Turonian oceanic anoxic event, I. Stratigraphy and distribution of organic carbon-rich beds and the marine $\delta^{13}\text{C}$ excursion, in *Marine Petroleum Source Rocks*, Spec. Public., vol .24, edited by Brooks, J. & Fleet, A. J. Geological Society of London, pp. 347-375.

Scholle, P., & Arthur, M. A. (1980) Carbon isotope fluctuations in pelagic limestones: potential stratigraphic and petroleum exploration tool: *AAPG Bulletin*, v. 64, p.67-87.

Vahrenkamp, V. C. (1996) Carbon Isotope Stratigraphy of the Upper Kharai and Shuaiba Formations: Implications for the Early Cretaceous Evolution of the Arabian Gulf Region. *AAPG Bulletin*, V. 80, No. 5. P. 647-662.

Weissert, H. & Lini, A. (1991) Ice Age Interludes during the time of Cretaceous Greenhouse Climate?, in D. W. Mueller, J. A. Mckenzie, and H. Weissert, eds., *Controversies in modern geology*: London, Academic Press Limited, pp 173-193.

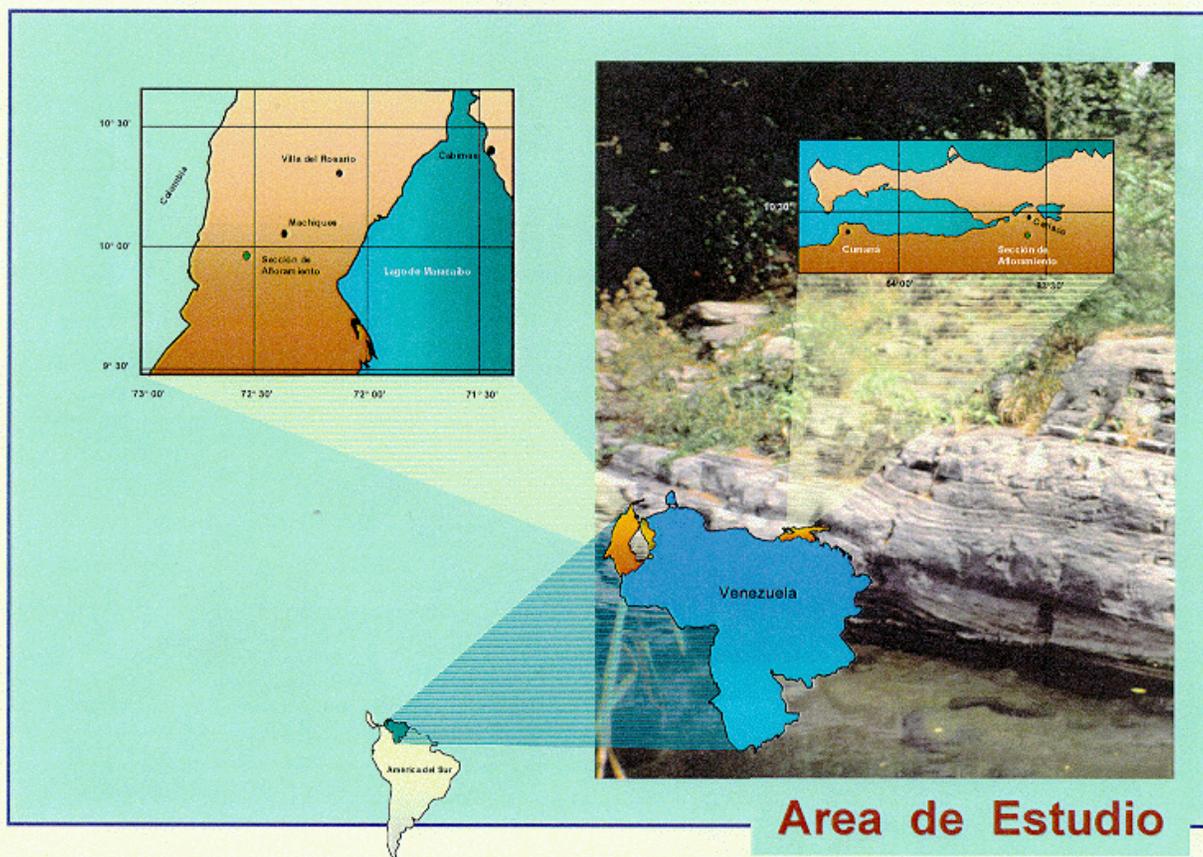
Introducción

- En numerosas Secciones del Cretácico medio-superior en Norte América y Europa se han observado excursiones isotópicas de carbono. Estos desplazamientos han sido considerados como señales globales que fueron producidas por cambios que afectaron la distribución isotópica del carbono de la hidrósfera y atmósfera, siendo convencionalmente interpretadas como respuesta a un aumento en sedimentación y/o preservación de materia orgánica durante intervalos de tiempo geológico específicos (Popp et al. 1989).

Scholle y Arthur (1980) propusieron que estas variaciones temporales en valores $\delta^{13}\text{C}$ correlacionan con eventos anóxicos de carácter oceánico (EAO).

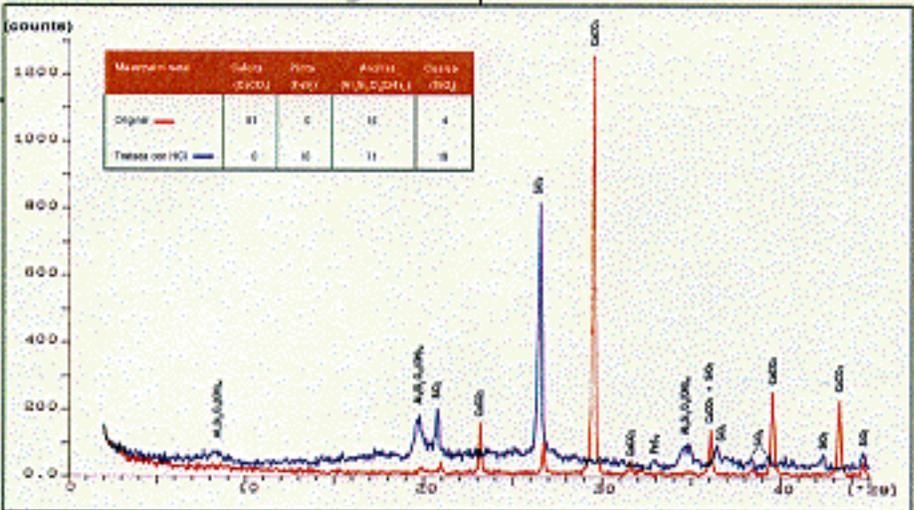
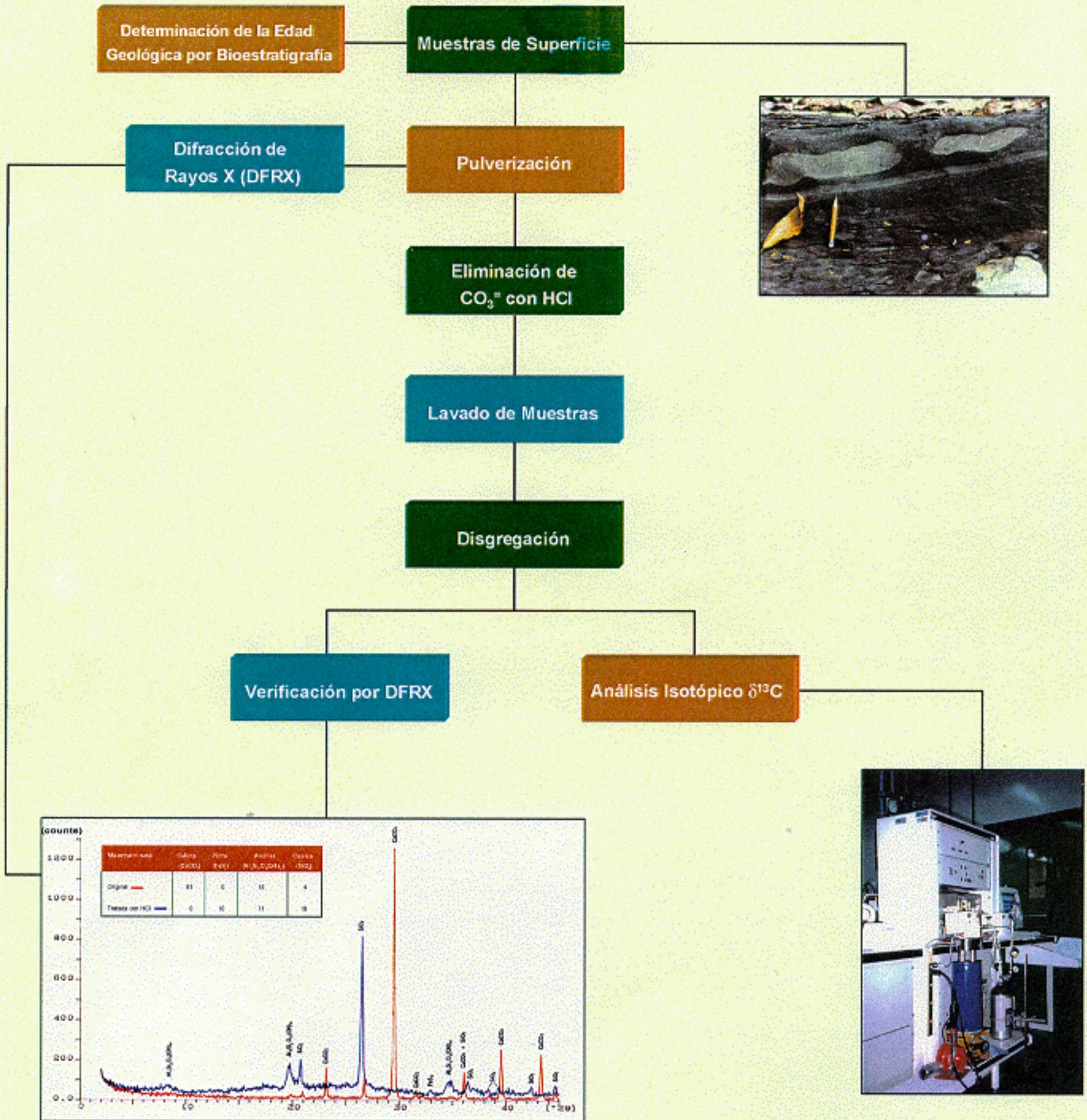
- Otros autores (Vahrenkamp, 1996, entre otros) han sugerido que existe correlación entre cambios del nivel del mar y tendencias de variaciones de isotópos de carbono, tal que las excursiones positivas de carbono estables pueden correlacionarse con un aumento del nivel del mar, mientras que las excursiones negativas indican un descenso del nivel del mar.

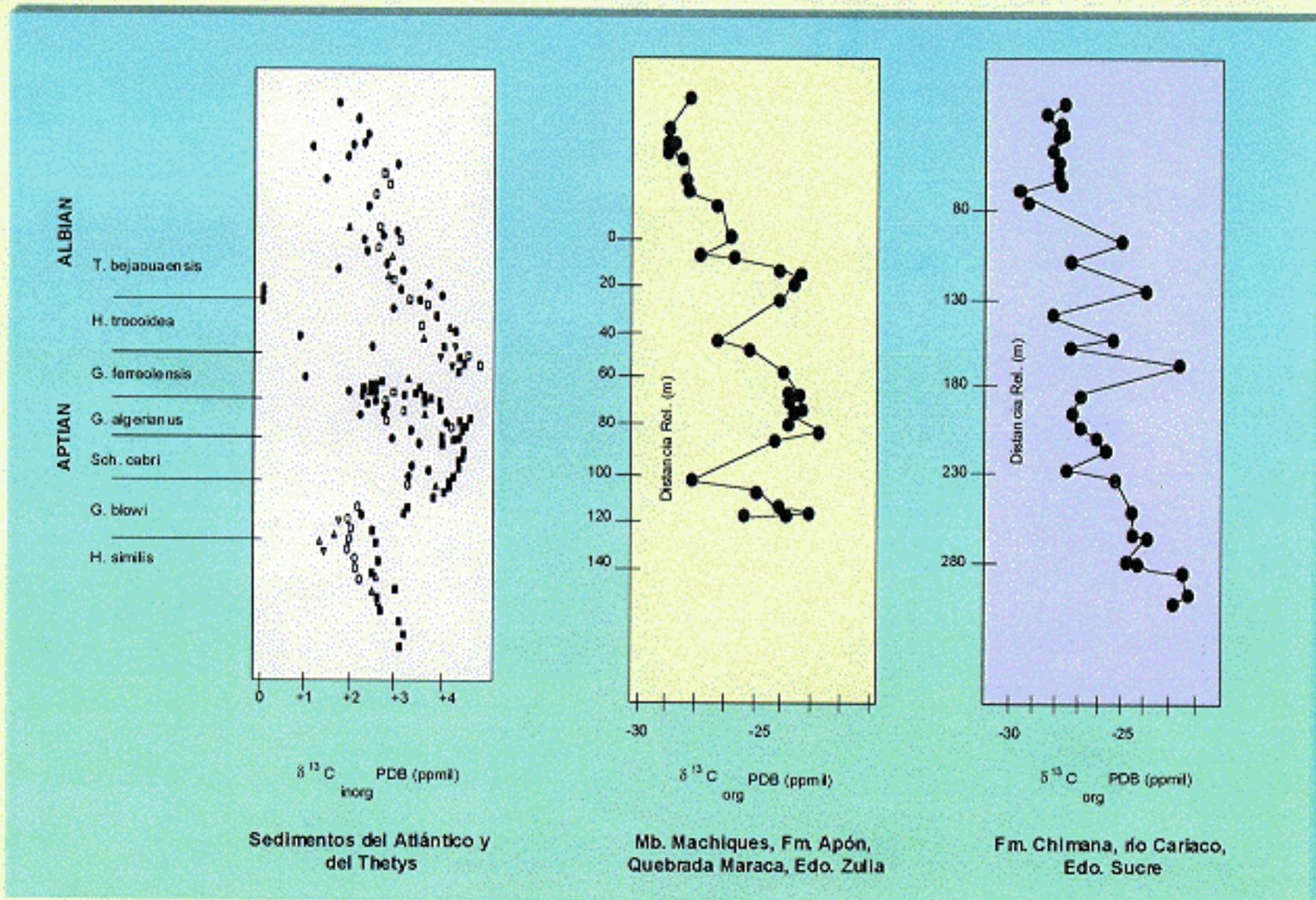
El presente trabajo documenta la presencia de anomalías isotópicas de carbono durante el período Aptiense-Albiense en el margen pasivo del norte de Suramérica. El área de estudio está enmarcada en dos intervalos con la misma edad: El Miembro Machiques de la Formación Apón (Quebrada Maraca, Estado Zulia) y la parte de la Formación Chimana (rio Cariaco, Estado Sucre).





Metodología





Se observa un patrón complejo de desplazamientos isotópicos que pueden ser correlacionables. La plataforma carbonática de Venezuela estuvo afectada por una caída en el nivel del mar en el Aptiense temprano (caracterizada por una regresión o "lowstand system tract"), mientras que en el Aptiense tardío-Albiense temprano el sistema estuvo dominado por un aumento del nivel del mar ("transgressive system tract"). Durante este último período se observan los mayores valores isotópicos de carbono orgánico tanto en la Fm. Chimana como en el Miembro Machiques, posiblemente una consecuencia de la ocurrencia de un EAO.

La complejidad del EAO a lo largo del límite Aptiense-Albiense ha sido explicada por Bralower et al. (1993), argumentando que este período estuvo marcado por tres episodios cortos de disoxia/anoxia regionalmente extensivos, que fueron interrumpidos por condiciones oxigenadas generales. Estos episodios son mejor reconocidos en sedimentos altamente carbonáticos que fueron depositados en cuencas epicontinentales, y que ahora se encuentran expuestos en superficie terrestre.

Conclusiones

- La similitud en los patrones y valores de desplazamiento isotópico durante el Aptiense-Albiense en Venezuela y en los diferentes sitios de la geografía mundial, confirma la ocurrencia de un evento global regionalmente extensivo descrito por Jenkys (1980) y Schlanger et al., (1987) como un EAO.
- Los perfiles isotópicos de las secuencias comparadas corrobora la utilidad de esta data para establecer correlaciones en secuencias sedimentarias depositadas en regiones distales.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo quieren expresar su agradecimiento al Sr. Héctor Henríquez, quien determinó las relaciones isotópicas de las muestras de río Cariaco, Estado Sucre, y a la Sra. Marta Carrillo, por haber realizado el análisis bioestratigráfico de las mismas.