

APORTES A LA BIOESTRATIGRAFÍA DEL APTIENSE–ALBIENSE EN LA CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA CON BASE EN FORAMINÍFEROS Y NANOPLÁNCTON CALCÁREO

Humberto Carvajal Chitty

Olga Rey

ABSTRACT

Outcrop sequences reported in the literature as Aptian–Albian were studied using foraminifera and calcareous nannofossils. The use of two fossils groups minimize the uncertainty for correlation with the world stratigraphic cycles. For this sequences located at Pico García, La Paloma Hill and Grande–Los Hoyos Hill (Monagas, Serranía del Interior) and Borracha and Chimana Islands (Anzoátegui) 152 samples were collected in the more shale sediments. The result shows that bed rocks from Barremian(?)–early Aptian (KS6 foraminiferal zone) outcrop in Pico García and Borracha island. The presence of the *Schackoina cabri* zone is confirmed, foraminiferal zone KS7, with 3 meter thick and age between 125.5 to 124 Ma, with possible presence in Chimana Island. The lack of planktonic markers between late Aptian and middle Albian force to use large foraminifera (dominated by *Orbitolina texana*) which have a long life span. The look for other sections with deeper sediments for refining this age interval is suggested by our results. Late Albian is characterized by the presence of *Eiffelithus turriseiffelli* and *Ticinella primula*, at the base of Querecual Formation highlight an 103.13 Ma age for Borracha Island meanwhile at Grande–Los Hoyos Hill (Serranía del Interior), the presence of *Rotalipora appenninica* and *Ticinella primula* at the base of the same formation gives an 101.92 Ma age.

Keywords: García, El Cantil, Borracha, Chimana, Querecual, foraminifera, nannofossils, Aptian, Albian.

RESUMEN

Secuencias de superficie reportadas en la literatura como Aptiense–Albiense fueron estudiadas utilizando foraminíferos y nanofósiles calcáreos. El uso de dos grupos fósiles minimiza la incertidumbre al momento de correlacionar con los ciclos estratigráficos mundiales. En estas secuencias de superficie ubicadas en Pico García, Cerro La Paloma y Cerro Grande–Los Hoyos (Monagas, Serranía del Interior) y

las Islas Borracha y Chimana (Anzoátegui) se colectaron 152 muestras buscando las secuencias más lutíticas. Los resultados aquí presentados establecen la presencia de rocas de edad Barremiense(?)–Aptiense temprano (zonas de foraminíferos KS6) en afloramientos de Pico García e Isla Borracha. Se ratifica la presencia de la zona de *Schackoina cabri* en la Formación García, (zona KS7), con un espesor de 3 metros y una edad entre 125.5 a 124 millones de años, con posible presencia en Isla Chimana. La ausencia de marcadores planctónicos entre el Aptiense tardío y el Albiense medio, obliga al uso de foraminíferos grandes (dominados por *Orbitolina texana*), los cuales poseen amplio rango de vida. Se sugiere buscar secciones con secuencias de sedimentos más profundos con la finalidad de tener mejores determinaciones de edad. El Albiense tardío se caracteriza por la presencia conjunta de *Eiffelithus turriseiffelli* y *Ticinella primula*, en la base de la Formación Querecual una edad de 103.13 Ma en Isla Borracha mientras que en Cerro Grande–Los Hoyos (Serranía del Interior), la base de la misma formación está marcada por la presencia de *Rotalipora appenninica* y *Ticinella primula* a los 101.92 millones de años.

Palabras clave: Formación García, el Cantil, Borracha, Chimana, Querecual, foraminíferos, nanofosiles, Aptiense, Albiense

RÉSUMÉ

Les séquences de surface rapportées dans la littérature sous le nom d'Aptien–Albien ont été étudiées à l'aide de foraminifères et de nanofossiles calcaires. L'utilisation de deux groupes fossiles minimise l'incertitude lors de la corrélation avec les cycles stratigraphiques mondiaux. Dans ces séquences de surface situées à Pico García, Cerro La Paloma et Cerro Grande–Los Hoyos (Monagas, Serranía del Interior) et des Îles Borracha et Chimana (Anzoátegui), 152 échantillons ont été collectés à la recherche des séquences les plus lutitiques. Les résultats présentés ici établissent la présence de roches de l'âge Barrémien (?)–Aptien précoce (des zones foraminifères KS6) dans les affleurements de Pico García et de l'île Borracha. La présence de la zone *Schackoina cabri* dans la Formation García (zone KS7), d'une épaisseur de 3 mètres et d'un âge compris entre 125.5 et 124 millions d'années, avec présence possible sur l'île Chimana est ratifiée. L'absence de marqueurs planctoniques entre l'Aptien tardif et l'Albien moyen oblige à utiliser de gros foraminifères (dominés par *Orbitolina texana*), qui ont une large gamme de vie. Il est suggéré de rechercher des sections avec des séquences de sédiments plus profondes afin d'avoir de meilleures déterminations de l'âge. L'Albien tardif est caractérisée par la présence conjointe d'*Eiffelithus turriseiffelli* et de *Ticinella primula*, à la base de la Formation Querecual un âge de 103.13 Ma à l'île Borracha, tandis qu'à Cerro Grande–Los Hoyos (Serranía del Interior), la base de la même formation est marquée par la présence de *Rotalipora appenninica*

et *Ticinella primula* à 101.92 millions d'années.

Mots-clés : Formation García, El Cantil, Borracha, Chimana, Querecual, foraminifères, nannofossiles, Aptiense, Albien

Introducción

Las secuencias correspondientes al Cretácico Inferior en el Oriente de Venezuela, afloran en diversas localidades en la Serranía del Interior y en las islas frente a Puerto La Cruz, siendo objetivo de estudio desde los principios de la exploración geológica en Venezuela (Odehnal y Falcón 1989).

En Venezuela, los trabajos llevados a cabo por las compañías petroleras pioneras en exploración en el oriente del país, como el de Rod y Maync (1954), posteriormente Guillaume, Bolli y Beckmann (1972), Falcón (1989 a y b), así como Vivas (1987), Vivas y Macsotay (1995) y, más recientemente, Bolli, Beckmann y Saunders (1994), constituyen una fuente fundamental de información estratigráfica para esta región. Éstos están soportados en el uso de foraminíferos, sin embargo, la información sobre otros grupos fósiles sigue siendo escasa o poco publicada.

En este artículo se presentan los resultados obtenidos de la revisión de la edad en secuencias de superficie reportadas en la literatura como Aptiense–Albiense, basada en el uso de foraminíferos y nanofósiles calcáreos. El presente estudio es una contribución a la calibración más detallada de la edad de los afloramientos del oriente de Venezuela para este intervalo de tiempo. Adicionalmente, el utilizar más de un tipo de organismo marcador de edad, minimiza la incertidumbre al momento de correlacionar los datos obtenidos con los ciclos estratigráficos mundiales establecidos por Gradstein *et al.* (2012).

En Venezuela, el Cretácico Temprano se caracterizó por una transgresión marina que avanzó sobre el cratón de Guayana. Esta transgresión fue episódica y se correlaciona con cambios eustáticos que ocurrieron a nivel mundial. En la región oriental, la transgresión avanza de norte a sur y comienza con la sedimentación de la Formación Barranquín, cuya base se desconoce, considerada como Barremiense–Aptiense por algunos autores y Neocomiense–Barremiense por otros autores (González de Juana *et al.* 1980). Esta formación está caracterizada litológicamente por areniscas cuarzosas, lutitas y calizas, ha sido subdividida en varios miembros como lo son Venados, Morro Blanco, Picuda y Taguarumo; siendo el Miembro Morro Blanco el más destacado por la presencia de algas calcáreas indicativo, según Guillaume *et al.* (1972), de ambientes de plataforma muy someros. A medida que la transgresión proseguía, hacia la Serranía del Interior ocurrió la sedimentación de las formaciones

García (Aptiense tardío) —caracterizada por lutitas, areniscas y calizas arcillosas— y el Cantil (Aptiense-Albiense) —mayoritariamente constituida por calizas y en menor proporción areniscas y lutitas—, mientras que, hacia el norte, prevalecían ambientes más marinos de las formaciones Borracha (Aptiense-Albiense) —donde predominan las calizas arrecifales— y Chimana (Albiense) —caracterizada por lutitas y en menor proporción areniscas calcáreas y calizas conchíferas— (González de Juana *et al.* 1980; Ministerio de Energía y Minas 1997). El máximo de la transgresión marina en la región oriental está representado por la sedimentación de la Formación Querecual (Albiense tardío-Santonense), caracterizada por la acumulación de calizas y lutitas negras bituminosas (Ministerio de Energía y Minas 1997).

En resumen, Venezuela, durante el período Cretácico Temprano, estuvo sometida a transgresiones marinas, las cuales llegaron hasta el Cratón de Barinas (occidente) y hasta el cauce actual del río Orinoco (oriente). Estos eventos dejaron evidencias muy claras en el registro sedimentario, las cuales podrían establecerse con el uso de marcadores bioestratigráficos.

Tabla 1. Formaciones geológicas del Cretácico Temprano del oriente de Venezuela

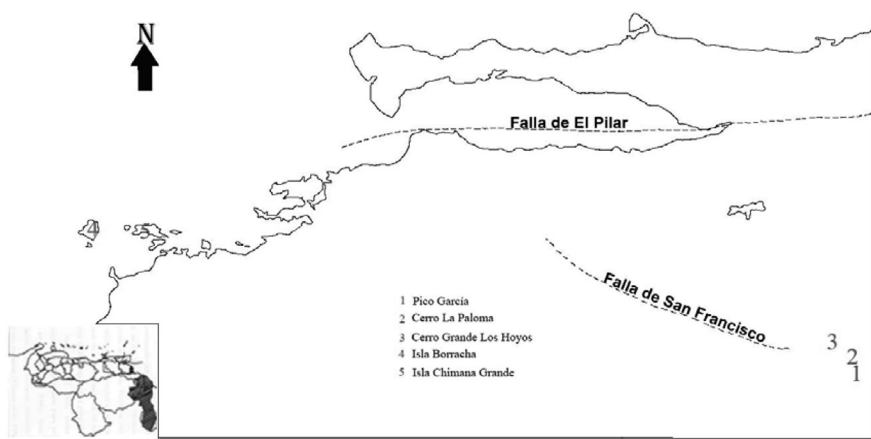
EDADES	GUILLAUME ET AL.(1972) Serranía del Interior	Vivas y Macsotay (1995), Islas frente a Pto.La Cruz	GUILLAUME ET AL.(1972), Este de la cuenca	Trinidad Bolli et al. 1994
CENOMANIENSE	QUERECUAL	QUERECUAL	QUERECUAL	GAUTIER
ALBIENSE TARDIO				
ALBIENSE MEDIO	CHIMANA	CHIMANA	EL CANTIL	MARIDALE
ALBIENSE TEMPRANO	EL CANTIL	BORRACHA		
APTIENSE TARDIO	GARCIA	GARCIA	GARCIA	CUCHE
APTIENSE TEMPRANO A BARREMIENSE	BARRANQUIN	B A R R A N Q U I N TAGUARUMO PICUDA MORRO BLANCO VENADO	BARRANQUIN	TOCO

Recopilación de la información estratigráfica más destacada publicada hasta la fecha para el oriente de Venezuela y Trinidad & Tobago.

Área de estudio

Para el estudio del intervalo Aptiense–Albiense en la cuenca Oriental de Venezuela, se escogieron secciones representativas del mismo, las cuales están ubicadas en Pico García (Barremiense–Aptiense, según Falcón 1989 a y b), Cerro La Paloma (Aptiense) y Cerro Grande Los Hoyos (Aptiense–Albiense), en la Serranía del Interior (estado Monagas). Adicionalmente, se estudiaron los afloramientos ubicados en las islas Borracha y Chimana (frente a Puerto La Cruz, estado Anzoátegui, Vivas 1987). Todas estas localidades se muestran en la figura 1.

Figura 1. Localización de los afloramientos en la zona oriental de Venezuela.



Metodología de campo y laboratorio

En cada una de las secciones indicadas en el apartado anterior, se seleccionaron aquellos horizontes más arcillosos (lutíticos), en donde existe una mayor probabilidad de encontrar foraminíferos y nanofósiles calcáreos. En aquellos sectores donde no abundaban los intervalos arcillosos, se tomaron muestras de roca para la elaboración de secciones delgadas. La búsqueda de horizontes más arcillosos, condicionó la cantidad de muestras, siendo el orden de prioridad: lutitas, lutitas calcáreas, calizas, calcarenitas. Cada muestra, de aproximadamente 500 gramos de peso, fue identificada, tanto por dentro como por fuera de la bolsa de polietileno.

Se recolectaron un total de 152 muestras, repartidas de la siguiente manera: Pico García 45 muestras, Cerro La Paloma 31 muestras, Cerro Grande–Los Hoyos 16 muestras, Isla Borracha 33 muestras e Isla Chimana 27 muestras.

Para foraminíferos, se lavó cada muestra siguiendo el procedimiento de Armstrong y Brasier (2005). Una vez obtenido el residuo seco, éste fue examinado bajo un microscopio estereoscópico, separando los foraminíferos con un pincel 000, para transferirlos a unas láminas sistemáticas previamente engomadas. La muestra era pasada por una batería de tamices (tamaño de malla de 500, 250, 125 y 63 micras y el fondo) para ayudar a una rápida separación y facilitar el proceso de extracción de los foraminíferos. Para la identificación de los foraminíferos se utilizó como base el trabajo de Caron (1985), utilizando la zonación de Sliter (1996).

Para el nanopláncton calcáreo se utilizó la metodología descrita por Di Gianni-Canudas (1989) para la preparación de láminas de identificación y conteo. Cada lámina fue rotulada según cada muestra. El conteo de nanofósiles calcáreos en la lámina preparada, bajo el microscopio de luz polarizada y platina circular fue el siguiente. Se contaron 3 transeptos a lo largo de la lámina, identificando y cuantificando los organismos que aparecían en las mismas. Luego, se promediaron dichos conteos. Si la lámina no presentaba organismos durante el tercer transepto, se realizaban dos líneas más, para verificar su condición de estéril en nanofósiles. Para la identificación del nanopláncton calcáreo se utilizaron los trabajos de Martini (1971), Perch-Nielsen (1985), Thierstein (1976) y Crux (1994).-

En cuanto a los esquemas zonales mundiales, en el caso de los foraminíferos planctónicos se siguió la zonación de Sliter (1996) y para nanofósiles calcáreos se siguió a Martini (1971), ajustando ambos a Gradstein *et al.* (2012). Este procedimiento permite la comparación directa de los fósiles marcadores con la zonación mundial actualizada.

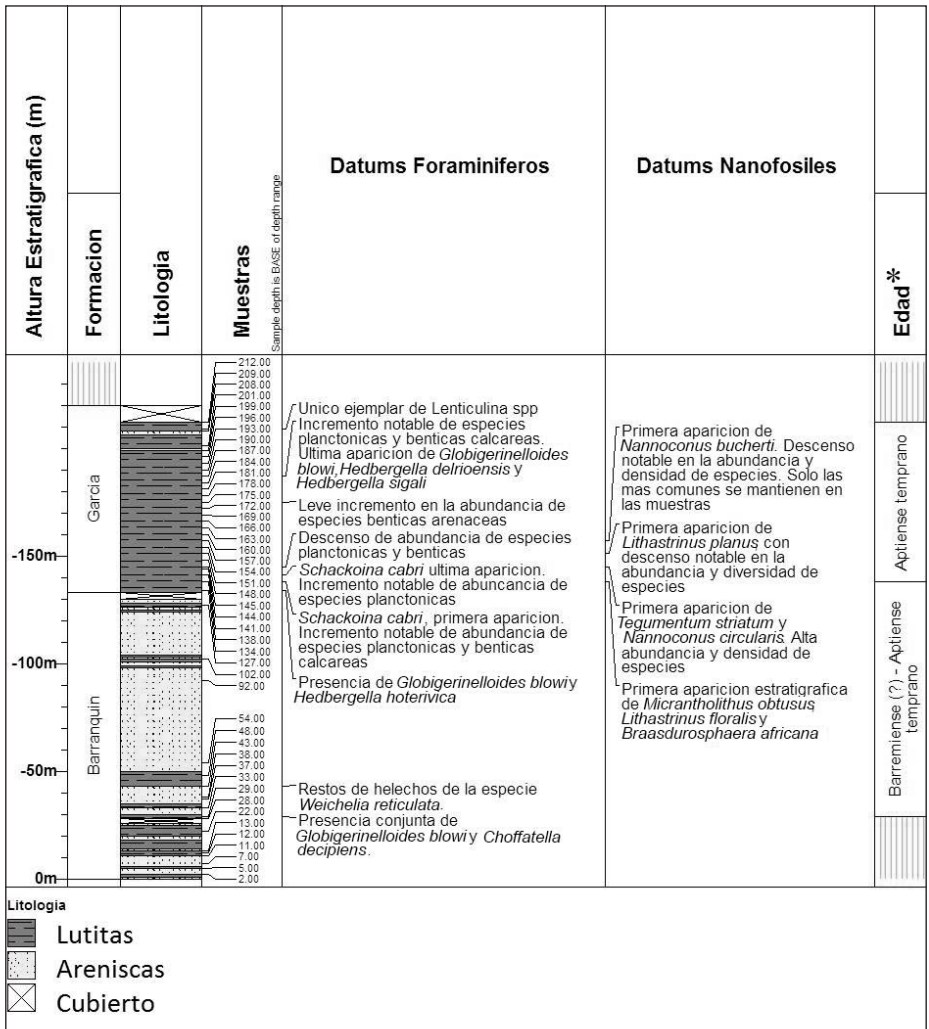
Resultados

A continuación, se presentan las descripciones generales de las secciones de superficie estudiadas, formaciones observadas y espesores de las capas más importantes. Las secciones se describen en sentido estratigráfico ascendente, siguiendo la secuencia en el afloramiento.

Pico García, sección carretera

Esta sección de 212 metros está ubicada en la carretera que conduce a la antena repetidora de la CANTV, cerca de la población de Aragua de Maturín (figura 2). La misma se puede dividir en dos intervalos, de base a tope. El primero, de 134 metros (m) de espesor, corresponde a la Formación Barranquín. En esta localidad, esta unidad está caracterizada por la alternancia de areniscas (con espesores que van desde 1 hasta 40 m, incrementando hacia el tope) y lutitas (con espesores de 1 a 5 metros en

Figura 2. Columna Estratigráfica en la Localidad Pico García, sección carretera



Se indican las unidades litoestratigráficas, litología, biohorizontes y edad interpretada con base a las especies de foraminíferos y nanopláncton calcáreo presentes.¹

la base, y menores a 2 metros en el tope). Los restantes 78 m de espesor corresponden a la Formación García, representada por lutitas masivas. Cerca del tope, se observaron sólo dos intervalos delgados de areniscas (menores de 2 m de espesor) (figura 2).

La Formación Barranquín en esta localidad se caracteriza por un

contenido fosilífero pobre, con ausencia de ejemplares de nanopláncton calcáreo. A los 29 m de altura estratigráfica se identificaron tres especies de foraminíferos, principalmente foraminíferos bénticos como *Choffatella decipiens*, un único ejemplar de *Globigerinelloides blowi* y otro de *Hedbergella* spp, así como organismos de las familias Conorbidae y Discorbidae. A los 43 m de altura estratigráfica, se reconoció un intervalo de lutitas con impresiones de tallos y hojas que pertenecen a *Weichselia reticulata*. El contacto con la Formación García se colocó a 134 m de altura estratigráfica y se coloca en la base de un intervalo lutítico de 78 m de espesor perteneciente a García.

Hacia la base de la Formación El Cantil, el conjunto fósil está dominado por foraminíferos planctónicos y nanopláncton calcáreo, la relación P/B (foraminíferos planctónicos/bénticos) es de 1.59. Entre las especies de foraminíferos más importantes se tiene a la *Schackoina cabri* (138 y 141 metros de altura estratigráfica), *Globigerinelloides blowi* y *Hedbergella delrioensis*, por parte del nanopláncton calcáreo tenemos a *Braarudosphera regularis*, *Micrantolithus obtusus*, *Watznaueria brittanica*, *Watznaueria barnesae* y *Rhagodiscus asper*.

Subiendo en la sección cambian las características del conjunto fósil. En el grupo de los foraminíferos, desaparecen los planctónicos (a excepción de un nivel a 187 m de altura estratigráfica) e incrementa el número de foraminíferos bénticos. Entre las especies de foraminíferos bénticos se destacan: *Lenticulina saxoretacea*, *Gavelinella intermedia* y *Lenticulina subgaultina*. A 160 m de altura estratigráfica desaparece el nanopláncton calcáreo.

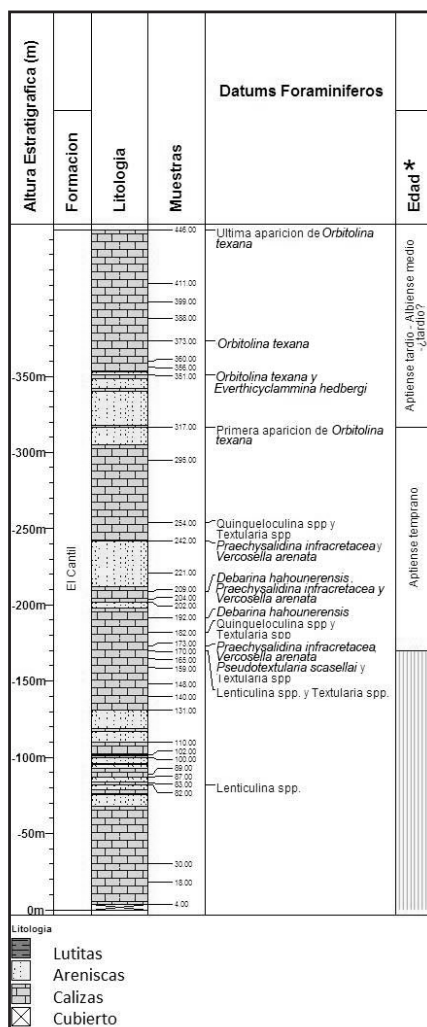
Pico García, sección Cerro La Paloma

Esta sección de 446 m de espesor, está localizada a unos 500 m de la carretera que conduce a la antena de la CANTV y representa la continuación estratigráfica de Pico García, sección de carretera, descrita anteriormente (figura 2).

En esta localidad aflora la Formación El Cantil, la cual está caracterizada por la intercalación de calizas y areniscas estratificadas, predominando las calizas a lo largo de toda la sección. Los espesores de las calizas varían desde 0.5 m hasta 94 metros en el tope de la sección sin seguir un patrón, en el caso de las areniscas varían desde 1 m hasta 30 m sin seguir una tendencia.

Las calizas presentan escasos miliólidos, micro bivalvos y gasterópodos, con relación a los foraminíferos, se observaron ocasionales ejemplares de *Quinqueloculina* y *Textularia* sp. Se debe destacar la presencia de restos de algas calcáreas del género *Bouenia*, en la sección inferior del intervalo estudiado (de 83 a 89 metros de altura estratigráfica). Entre

Figura 3. Columna Estratigráfica en la localidad Cerro La Paloma



Se indican las unidades litoestratigráficas, litología, biohorizontes y edad interpretada con base a las especies de foraminíferos y nanopláncton calcáreo presentes.

173 y 243 metros de altura estratigráfica en las calizas, se puede apreciar un incremento en el número de especies de foraminíferos béticos siendo las más comunes: *Pseudotextularia scasellai*, *Praechrysalidina infracretacea*, *Debarina hahounerensis* y *Vercosella arenata* dentro de una matriz que contiene arrecifes de coral, bancos de ostras y moluscos. Las calizas identificadas hacia el tope de esta sección (de 351 a 446 metros de altura estratigráfica), poseen ejemplares únicos de *Orbitolina texana*.

No se observan nanofósiles calcáreos en las muestras; los mismos fueron absorbidos por la matriz calcárea de la roca.

Pico García, sección Cerro Grande–Los Hoyos

Siguiendo en sentido estratigráfico ascendente y como continuación de la secuencia anterior se realizó el levantamiento de la sección en Cerro Grande–Los Hoyos, localidad ubicada muy cerca del pueblo de Caripe. En esta sección de 426 m de espesor, aflora la Formación El Cantil y la base de la Formación Querecual (figura 4).

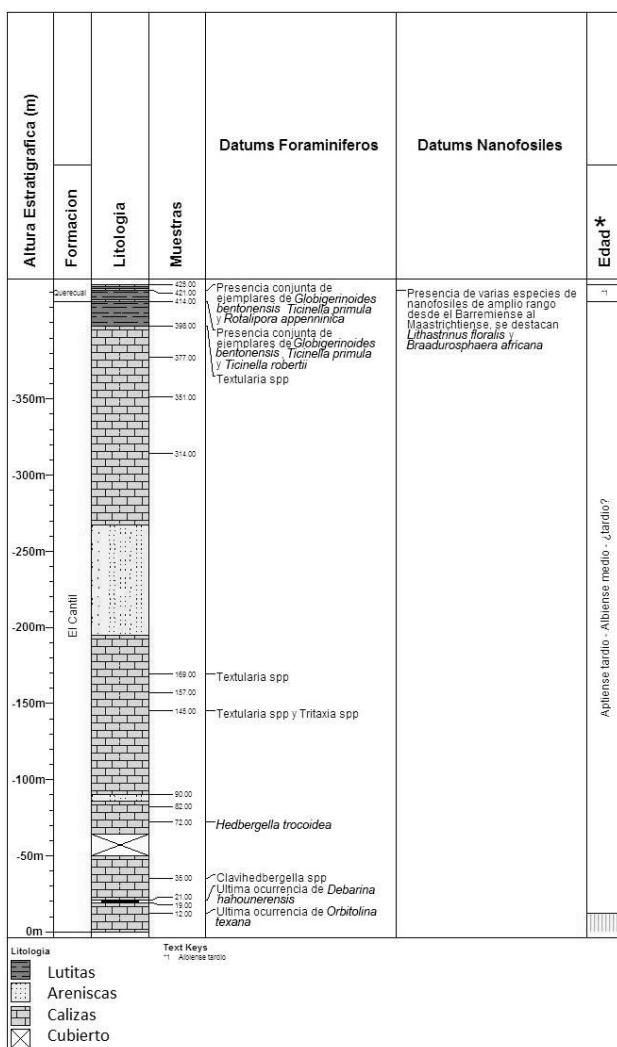
La Formación El Cantil se caracteriza por la presencia de calizas masivas. Éstas pueden tener espesores desde los 10 hasta los 90 metros de espesor, intercaladas con dos intervalos de areniscas, el primero de 4 m de espesor (a los 86 m de altura estratigráfica) y otro de 72 m (a los 195 m de altura estratigráfica). El tope de esta formación está caracterizado por la presencia de lutitas de 16 m de espesor (desde los 398 m de altura estratigráfica hasta los 414 m). La Formación Querecual está caracterizada por lutitas negras con intercalaciones de calizas negras menores de 1 metro. El contacto entre estas dos formaciones se coloca en la base de la primera caliza perteneciente a la Formación Querecual (414 m de altura estratigráfica).

En las calizas de la Formación El Cantil se observaron especímenes de *Orbitolina texana*, moluscos y bivalvos. Las orbitolinas disminuyen en número, a medida que ascendemos en la primera caliza (intervalo entre los 12 y 21 metros de altura estratigráfica), pero se mantienen los moluscos y bivalvos. Los foraminíferos béticos reaparecen en los 398 y 414 metros de altura estratigráfica, siendo la *Textularia* spp y *Neobulimina* spp los más comunes. El contenido fosilífero incrementa en la Formación Querecual, donde se identificaron ejemplares de *Ticinella primula*, *Heterohelix* spp. y abundantes radiolarios. Adicionalmente, es en esta unidad que reaparece el nanopláncton calcáreo con especies como *Eiffellithus turriseiffelli* y *Lithastrinus floralis*.

Sección Isla Borracha, sector El Burro (Sector I)

Ubicada en el sector El Burro de la Isla Borracha, posee un espesor de 134 m (figura 5). La sección comienza con calizas de 45 m de espesor, pertenecientes a la Formación Barranquín, Miembro Taguarumo, que presentan macrofósiles como ostras y moluscos, en contacto con una capa de 5 m de lutitas (hasta el metro 50 de altura estratigráfica) que luego es seguida de otra caliza de 3 m de espesor. Por encima de esta capa de calizas, entre dos sectores cubiertos de vegetación de 4 y 6 metros de espesor, aflora un intervalo de

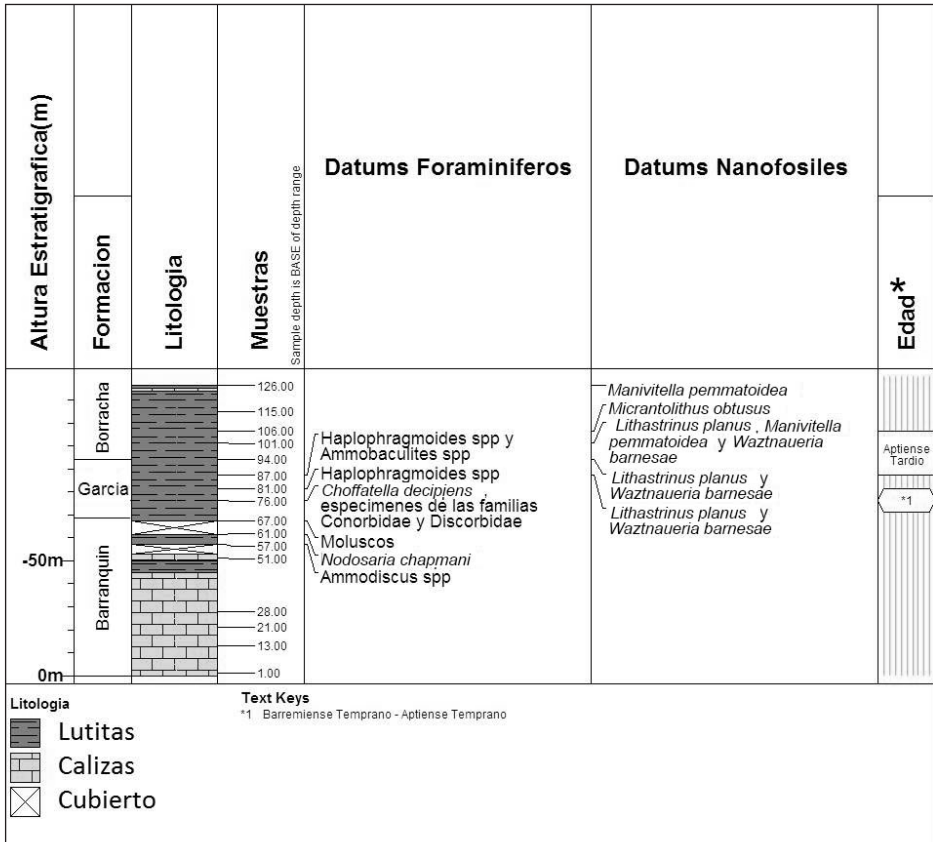
Figura 4. Columna Estratigráfica en la localidad Cerro Grande- Los Hoyos



Se indican las unidades litoestratigráficas, litología, biohorizontes y edad interpretada con base a las especies de foraminíferos y nanopláncton calcáreo presentes.

lutitas de 4 m de espesor (metros 57 a 61 de altura estratigráfica). El resto de la columna está caracterizada por la presencia de un intervalo continuo de lutitas de 57 metros de espesor, de acuerdo con Víctor Vivas, los primeros 20 metros corresponden a la Formación

Figura 5. Columna Estratigráfica en la localidad Isla Borracha: Sección I



Se indican las unidades litoestratigráficas, litología, biohorizontes y edad interpretada con base a las especies de foraminíferos y nanopláncton calcáreo presentes.

García y el resto del intervalo corresponde con la Formación Borracha. Sin embargo, los suscritos no observaron criterios en campo para diferenciar estas dos unidades.

La secuencia de la Formación García que aflora en esta localidad aportó poca información con relación a los microfósiles. Sin embargo, es importante destacar un nivel de unos 10 cm de espesor ubicado a 75 m de altura estratigráfica, caracterizado por una concentración de belemnites. Por debajo de este nivel, se identificaron únicamente pocos foraminíferos béticos representados por 1 o 2 ejemplares, mientras que, por encima de este nivel, incrementan los foraminíferos béticos, tanto en el número de especies como en la abundancia de individuos, junto con

la presencia de nanopláncton calcáreo. Los foraminíferos más importantes son: *Choffatella decipiens*, *Gavelinella barremiana* y organismos de las familias Conorbidae y Discorbidae. En cuanto al nanopláncton calcáreo, el conjunto está representado por ejemplares de las especies *Watznaueria barnesae* y *Lithastrinus planum*.

Con respecto a la Formación Borracha, en esta localidad esta unidad resultó estéril con respecto a los foraminíferos; sólo se observó la presencia de nanopláncton calcáreo, además de las especies indicadas para la Formación García, se identificó *Manivitella permatoidea* y *Micrantholithus obtusus*. Con la excepción de la *Watznaueria barnesae*, estas especies están representadas por pocos individuos (1-5).

Sección Isla Borracha, sector La Cueva I (Sección II)

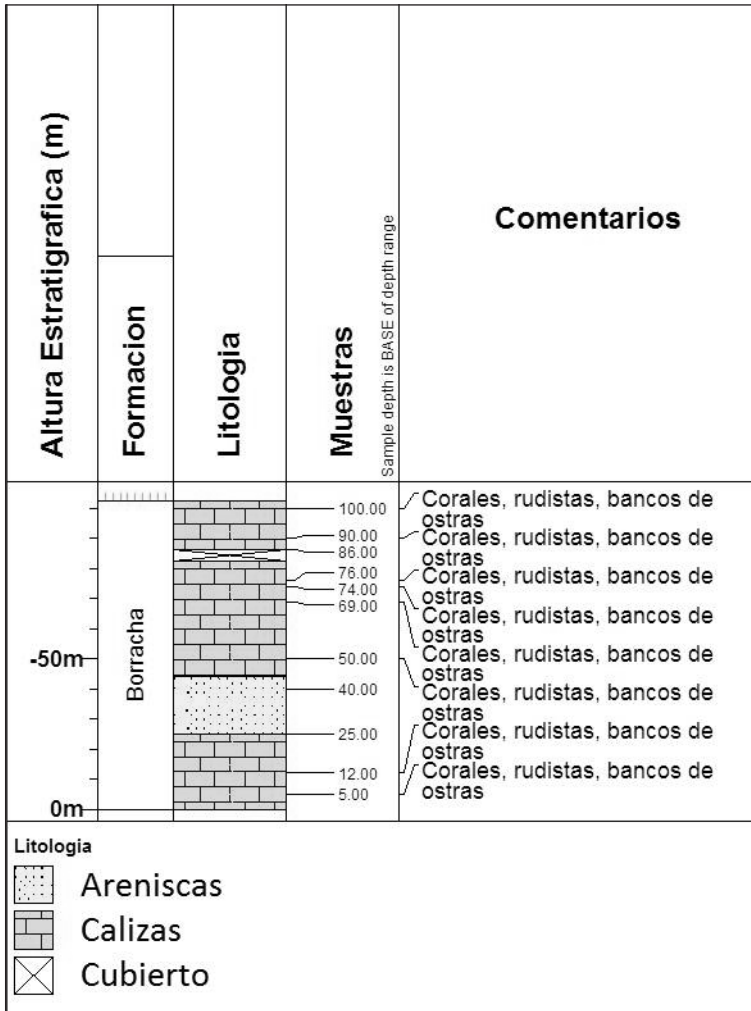
En esta localidad aflora una sección de la Formación Borracha de 107 m de espesor volcada (figura 6). La secuencia comienza con un intervalo de calizas de 25 m de espesor, con abundantes ostras, bivalvos y moluscos, seguido de un intervalo de areniscas de 20 m de espesor. El tope de la secuencia está caracterizado por calizas con corales y rudistas (57 m de espesor), separados por una zona cubierta de unos 5 m de espesor. En las muestras analizadas no se observó presencia de foraminíferos ni nanopláncton calcáreo.

Sección Isla Borracha, sector La Cueva I (Sección III)

Esta sección de 84 metros de espesor se ubica estratigráficamente por encima de la secuencia anterior. En la base aflora la parte superior de la Formación Borracha, caracterizada por la presencia de calizas arenosas de 18 m de espesor en contacto con areniscas con glauconita de 5 m de espesor. En contacto abrupto con las areniscas anteriormente indicadas, se observa una secuencia de lutitas de color marrón claro oxidadas con delgadas intercalaciones de areniscas que desaparecen hacia el tope, pertenecientes a la Formación Chimana, el espesor aflorante de esta unidad en esta localidad es de 46 m. La sección finaliza con un intervalo de lutitas negras con concreciones, pertenecientes a la base de la Formación Querecual (figura 7).

La Formación Borracha en esta localidad no es muy fosilífera. Hacia el tope, se identificó un ejemplar de *Hedbergella* spp y otro de *Gavelinella intermedia*. En la Formación Chimana, a los 38 m de altura estratigráfica, se observaron las especies de foraminíferos *Ticinella primula*, *Hedbergella simplex* y *Hedbergella* spp, un ejemplar de *Lenticulina subgaultina* y abundantes nanofósiles calcáreos, entre ellos, en orden de importancia: *Watznaueria barnesae*, *Glaukolithus compactus*, *Braadurosphaera*

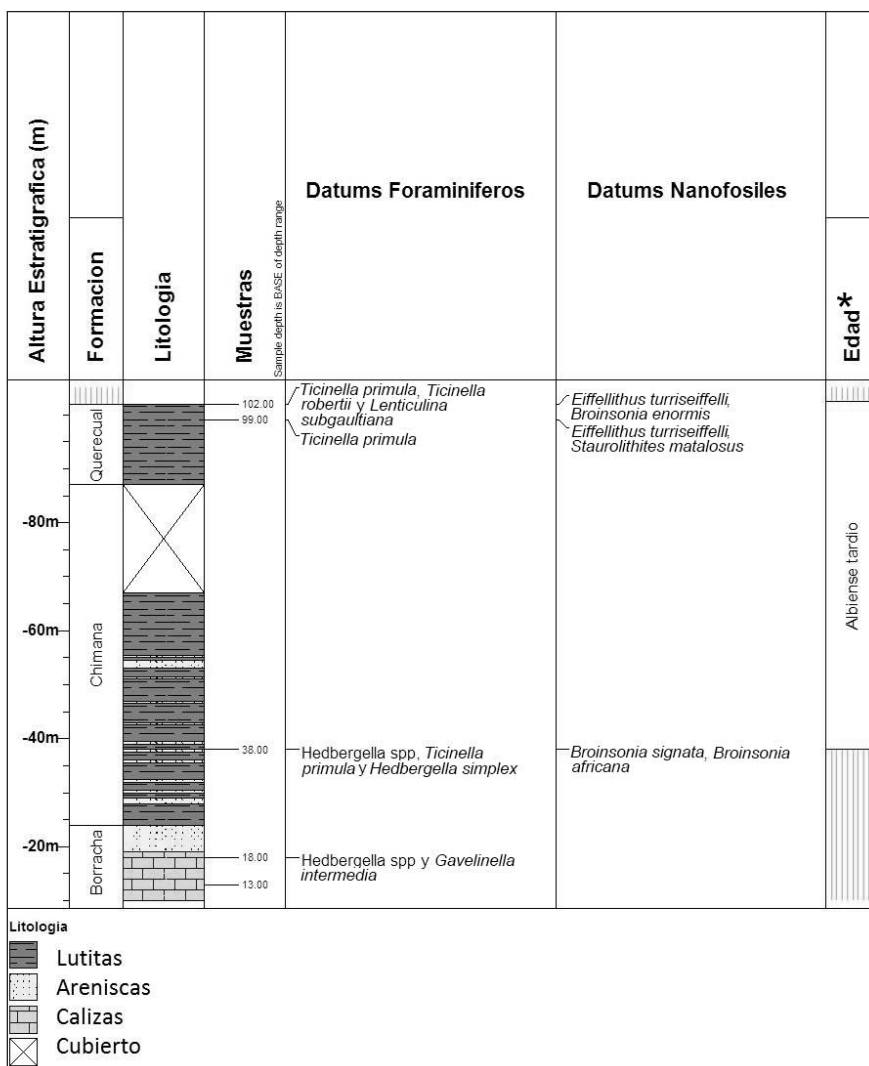
Figura 6. Columna Estratigráfica en la localidad Isla Borracha: Sección II



Se indican las unidades litoestratigráficas, litología, biohorizontes y edad interpretada con base a las especies de foraminíferos y nanopláncton calcáreo presentes.

africana, *Lithastrinus planum*, *Cretarhabdus crenulatus*, *Lithastrunus floralis*, entre otras. En las muestras de la Formación Querecual se identificaron mayores abundancias de especies de foraminíferos, con respecto a los intervalos inferiores, especialmente planctónicos, y nanopláncton calcáreo (figura 9). Se destacan las especies *Ticinella primula*, *Globigerinelloides bentonensis* y *Ticinella roberti*, así como *Eiffellithus*

Figura 7. Columna Estratigráfica en la localidad Isla Borracha: Sección III



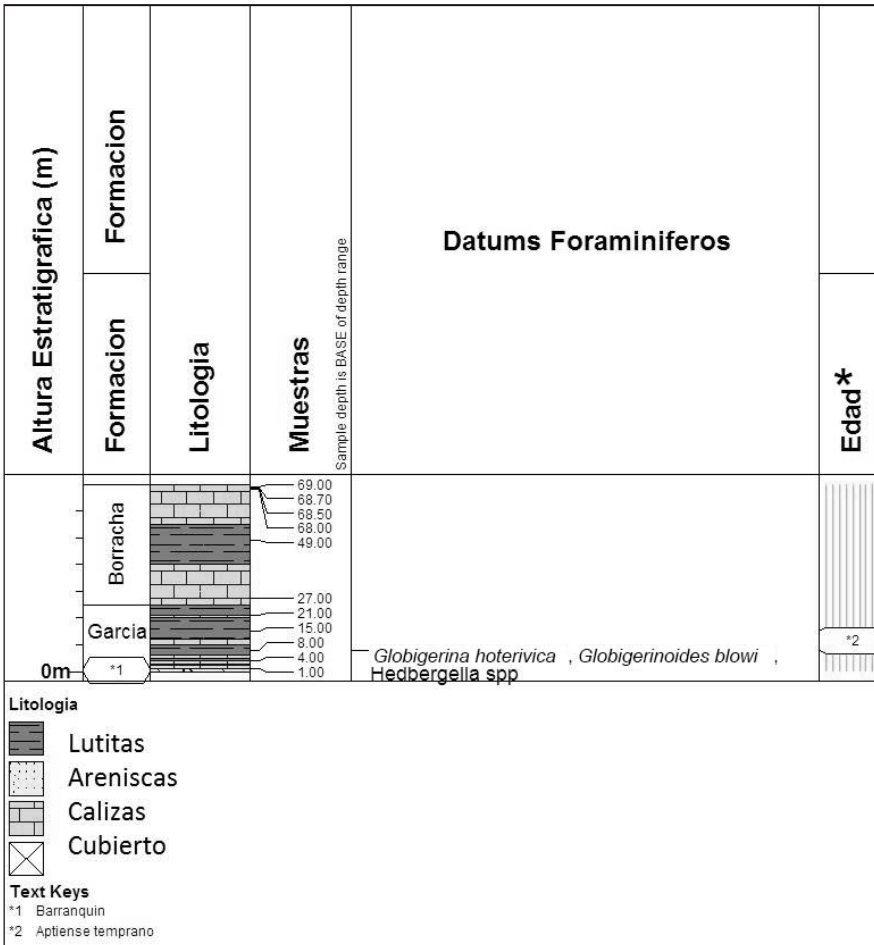
Se indican las unidades litoestratigráficas, litología, biohorizontes y edad interpretada con base a las especies de foraminiferos y nanopláncton calcáreo presentes.

turriseiffelli, *Prediscophaera cretacea* y *Broinsonia signata* en el grupo del nanopláncton calcáreo (alturas estratigráficas 99 y 102 respectivamente).

Sección Isla Chimana, sector Punta Colorada (Sección I)

Esta sección tiene un espesor de 69 metros (figura 8). La secuencia comienza con areniscas del Miembro Taguarumo de la Formación Barranquín, de un metro de espesor. Inmediatamente se observa un intervalo de lutitas con intercalaciones de calizas delgadas macrofósilíferas, pertenecientes a la Formación García (25 m de espesor total). Estas lutitas presentaron pocos fósiles. Hay que destacar la presencia

Figura 8. Columna Estratigráfica en la localidad Isla Chimana: Sección I



Se indican las unidades litoestratigráficas, litología, biohorizontes y edad interpretada con base a las especies de foraminíferos y nanopláncton calcáreo presentes.

de *Globigerina hoterivica*, *Globigerinelloides blowi* y *Hedbergella* spp., a los 8 m de altura estratigráfica. Para el nanopláncton calcáreo sólo a 15 metros de altura estratigráfica se identificó *Lithastrinus floralis* y *Rhagodiscus asper*.

Los últimos 43 metros de la sección corresponden a la parte basal de la Formación Borracha, caracterizada por la presencia de coquinoideos macrofósilíferos y areniscas. Se tomaron muestras, pero no presentaron fósiles debido al alto grado de meteorización.

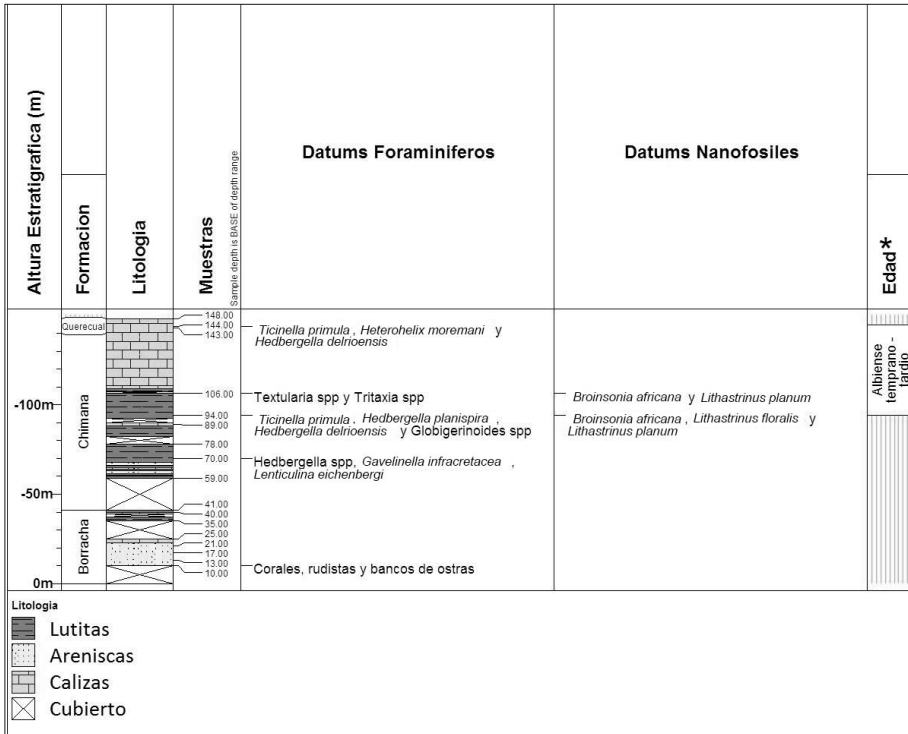
Sección Isla Chimana, sector la Cienaguita (Sección II)

En la columna de 144 metros de espesor, ubicada en la parte sur de la Isla Chimana se pudieron identificar las siguientes formaciones en orden ascendente: Borracha, Chimana y Querecual. La Formación Borracha en esta localidad está caracterizada por una secuencia discontinua de areniscas (13 m de espesor), calizas (1 a 2 metros de espesor) y lutitas (1 a 2 m de espesor). Prosigue un intervalo cubierto por vegetación con un espesor de 18 m. A partir del metro 59 de altura estratigráfica, se identificó la Formación Chimana caracterizada por un intervalo de 8 m de espesor de intercalaciones de lutitas y areniscas con espesores individuales de un metro, que infrayacen a una secuencia discontinua de lutitas de 40 metros de espesor, interrumpidas por una caliza de 2 m. La secuencia culmina con un intervalo de calizas de 39 m de espesor. A partir de la altura estratigráfica de 140 m, se observa un cambio en la coloración de las calizas colocándose el límite Chimana/Querecual. La base de la Formación Querecual que aflora en esta localidad, está caracterizada por un intervalo de 8 metros de espesor de calizas negras (figura 9).

Hacia la base de la secuencia, en la Formación Borracha, se observaron restos de corales, rudistas y bancos de ostras. Esta unidad resultó estéril en microfósiles. Con relación a la Formación Chimana, a partir de los 70 m de altura estratigráfica, aparecen los foraminíferos planctónicos y béticos, representados por pocos ejemplares, incrementando en abundancia entre los 89 a 94 metros de altura estratigráfica, con *Ticinella primula* y *Globigerinelloides* spp., ejemplares de la familia Discorbidae y del género *Nodosaria* spp., como los más destacados. Por parte de los nanofósiles calcáreos, es en el intervalo entre 94 y 106 metros de altura estratigráfica que se observa una destacada presencia y abundancia de estos organismos. Entre las especies más importantes están: *Watznaueria barnesae*, *Lithastrinus planum*, *Braadurosphaera africana*, *Cretarhabdus crenulatus*, *Lithastrinus floralis* y *Tegumentum striatum*.

En la Formación Querecual, los foraminíferos más destacados son *Heterohelix moremani* y *Ticinella primula*, así como *Textularia* spp.

Figura 9. Columna Estratigráfica en la localidad Isla Chimana: Sección II



Se indican las unidades litoestratigráficas, litología, biohorizontes y edad interpretada con base a las especies de foraminíferos y nanopláncton calcáreo presentes.

y *Neobulimina* spp. No se observaron nanofósiles en esta unidad. La tabla 2 presenta un compendio de los fósiles marcadores observado en el presente trabajo.

Tabla 2. Especies de fósiles marcadores utilizados en el presente trabajo y sus rangos estratigráficos

		Foraminíferos béticos * ₁						Foraminíferos planctónicos * ₂						Nanofósiles calcáreos * ₃						* ₄				
		<i>Choffatella decipiens</i>	<i>Debarina hohouerensis</i>	<i>Everthicyclamina heggeri</i>	<i>Orbolina texana texana</i>	<i>Prachnysaldina infrarataca</i>	<i>Pseudotextularia scacellai</i>	<i>Vercosella arenata</i>	<i>Glabigerinellaoides blowi</i>	<i>Glabigerina hoterivica</i>	<i>Schaackoia cabri</i>	<i>Ticinella primula</i>	<i>Ticinella robertii</i>	<i>Rotalipora appenninica</i>	<i>Heterohelix maremani</i>	<i>Micrantolothus obtusus</i>	<i>Lithastrinus planus</i>	<i>Lithastrinus floralis</i>	<i>Eiffelithus turrisseffelli</i>	<i>Bronsonia enormis</i>	<i>Rhagadiscus asper</i>	<i>Manivitella penimmatolea</i>	<i>Waznaeria barnesae</i>	<i>Weichsella reticula</i>
C r e t á c i o	Maastrichtiense																							
	Campaniense																							
	Santoniense																							
	Coniaciense																							
	Turonense																							
	Cenomaniense																							
	Albiense																							
	Aptiense	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	
	Barremiense	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	
	Hauteriviense																							
Valangiense																								
Berriasiense																								
Jurásico	Titoniense																							

*₁ Arnaud-Vanneau et al 1987, Arnaud-Vanneau et al 2000, Bolli et al 1994, Boudager-Fadel 2008

*₂ Sliter 1996

*₃ Crux 1994

Helechos *₄ Dager 1990, El-Khayal 1985

Discusión

A continuación, basados en el análisis de los conjuntos de flora y fauna observados en cada una de las localidades objeto de este estudio, en combinación con la información obtenida de las especies marcadoras reportadas en la literatura para el Aptiense–Albiense, se presenta la calibración temporal de las secuencias estratigráficas analizadas para el oriente de Venezuela.

Barremiense (¿?)–Aptiense temprano

Rocas correspondientes a este intervalo de edad fueron observadas en las secciones Pico García (sección carretera), hacia la base de la secuencia aflorante de la Formación Barranquín (29 m de altura estratigráfica) y en Isla Borracha (sección I), por encima de un nivel rico en belemnites de la Formación García (75 m de altura estratigráfica). Se destaca la presencia del foraminífero bético *Choffatella decipiens* (Barremiense temprano–Aptiense temprano; Bolli *et al.* 1994 y Arnaud

et al. 2000), a especímenes de las familias Discorbidae y Conorbidae en conjunto con escasos ejemplares de las especies de foraminíferos planctónicos *Globigerinelloides blowi* (Barremiense temprano–inicios del Aptiense tardío, Sliter 1996). En la sección de Pico García y en Isla Borracha, sección I, Guillaume *et al.* (1972) se observan especímenes de *Chofatella decipiens*, en la base de la Formación Borracha, en la Isla Chimana Grande, pero la edad asignada por estos autores es de Aptiense tardío. Dado que el rango de vida de la *Chofatella decipiens* está comprendido entre el Barremiense al Aptiense temprano en Trinidad (Bolli *et al.* 1994), mientras que en el sur-oeste de Irán este foraminífero béntico está asociado a sedimentos de edad Aptiense temprano (Nejad Shirazi y Albedi 2012), y considerando que Arnaud *et al.* (2000) destacan la presencia de niveles de *Chofatella* en niveles equivalentes de la Formación Barranquín con un rango estratigráfico entre Barremiense al Aptiense temprano, se concluye que *C. decipiens* puede extenderse hasta el Aptiense temprano; marcando así, la base de la secuencia que aflora de la Formación Barranquín en Pico García, sección carretera.

En Pico García, sección carretera, se destaca la presencia del helecho de la especie *Weichselia reticula* (sección media de la Formación Barranquín en esta localidad). Esta especie de la Familia Matoniaceae (Diéguez y Meléndez 2000), ha sido encontrada en el Hauteriviense–Barremiense de Europa central (Dager 1990) y posee un rango de edad entre el Jurásico Medio e inicios del Aptiense (Fossilworks 2016).

Con relación al grupo de foraminíferos planctónicos, se identificó la zona KS6 de Sliter (1989) con base en la presencia de *Globigerinelloides blowi* en Pico García, sección carretera. Esto indica una edad Barremiense(?)–Aptiense temprano, mientras que para la Isla Borracha, sección I, la ausencia de foraminíferos planctónicos y nanofósiles calcáreos marcadores, no permite establecer una edad más precisa, por lo que se sugiere el rango de *Chofatella decipiens* como punto de referencia Barremiense(?)–Aptiense temprano. La relación entre estas secuencias puede ser apreciada en la tabla 3.

Aptiense temprano

Uno de los eventos más importantes dentro del Cretácico Temprano, incluso quizás el más importante dentro del Aptiense, corresponde a la primera aparición estratigráfica y la posterior extinción de la especie *Schackoina cabri*. Este evento fue observado en la sección de carretera de Pico García, en la base de la Formación García. Esta especie, tiene un rango de vida entre 125.5 a 124 millones de años (Aptiense temprano tardío, Gradstein *et al.* 2012). En esta localidad, el intervalo comprende 3 m de espesor, con una alta riqueza de especies de foraminíferos y

Tabla 3. Formaciones geológicas del Cretácico Temprano del oriente de Venezuela, Barremiense–Aptiense temprano

Escala de tiempo del Cretácico (Gradstein et al 2012)				El presente trabajo		
Edad (Ma)	Periodo	Zonas Foraminíferos Planctónicos	Zonas Nanofosiles calcáreos	I. Borracha Sec I	Pico García S. carretera	I. Chimana Sec I
125	Aptiense E 126.3	<i>Leupoldina cabri</i> KS 7	CC7		141 m A.E. LAD <i>S. cabri</i>	15 m A.E. <i>L. floralis</i> <i>R. asper</i> 8 m A.E. <i>G. hoterivica</i> <i>G. blowi</i> <i>Hedbergella</i>
	Barremiense Lt	<i>Globigerinelloides blowi</i> KS 6	CC6	75 m A.E. <i>G. blowi</i> y <i>C. decipiens</i>	138 m A.E. FAD <i>S. cabri</i>	
		<i>Hedbergella similis</i>			29 metros A.E. <i>G. blowi</i> y <i>C. decipiens</i>	
130	E 130.8					

FAD: primera aparición estratigráfica (First appearance datum) y LAD: última aparición estratigráfica (Last appearance datum). A.E: Altura estratigráfica.

nanopláncton calcáreo. En la sección de Isla Chimana, este intervalo de edad se establece por la presencia de la *Globigerina hoterivica* (Valanginiense–Aptiense, Sliter 1996) junto con *Globigerinelloides blowi* (Barremiense temprano–inicio del Aptiense tardío, Sliter 1996, Formación García). En esta sección de Isla Chimana, es necesario recolectar un mayor número de muestras para resolver la posibilidad o no de la presencia de la zona de *S. cabri*. La zona de *S. cabri* corresponde a la zona KS7 de Sliter (1989) en Gradstein *et al.* (2012).

En el caso de la sección Isla Chimana, sector I, hacia el tope de la Formación García, la presencia de *Lithastrinus floralis* (Aptiense–Santonense, Crux 1994) y *Rhagodiscus asper* (Titoniense–Cenomaniense, Crux 1994) nos define un rango de edad amplio (Aptiense–Cenomaniense), siendo *L. floralis* la especie que marca el máximo rango de edad según los nanofósiles. Por debajo del nivel estratigráfico donde se observan las especies antes indicadas, el conjunto de foraminíferos planctónicos está caracterizado por la presencia de *Globigerina hoterivica* (Valanginiense–Aptiense, Sliter 1996) junto con *Globigerinelloides blowi* (Barremiense temprano–inicios del Aptiense tardío, Sliter 1996), que indica una edad Aptiense temprano (zonas KS 6-base de KS 7). Por lo tanto, el tope de la Formación García en esta localidad no debe ser más antiguo de Aptiense temprano y probablemente esté dentro del intervalo de edad Aptiense tardío.

En Pico García–Cerro La Paloma, el intervalo correspondiente a la sección basal y media de la secuencia aflorante de la Formación El Cantil (figura 3), se caracteriza por la presencia de un conjunto de foraminíferos bénticos calcáreos y arenáceos representados por: *Praechrysalidina infracretacea* (Hauteriviense–Albiense, Boudagher-Fadel 2008), *Vercosella arenata* (Barremiense–Aptiense temprano, Arnaud-Vanneau *et al.* 2000, Boudagher-Fadel 2008), *Debarina hohounerensis* (Barremiense tardío–Aptiense temprano, Arnaud-Vanneau *et al.* 1987, Boudagher-Fadel 2008) y *Pseudotextularia scacellai* (Aptiense temprano, Arnaud-Vanneau *et al.* 2000), que representa una edad Aptiense temprano. El conjunto de foraminíferos bénticos en Pico García–Cerro La Paloma, identificados hacia el tope de la Formación El Cantil, sugiere una edad no más antigua que Aptiense temprano.

Aptiense tardío

El conjunto de microfósiles que permiten reconocer la edad Aptiense tardío (KS8 de Sliter 1989 en Gradstein *et al.* 2012) fue ubicado en la localidad Isla Borracha, sección I, en el intervalo basal-medio de la Formación Borracha, donde la presencia de las especies de nanofósiles calcáreos *Watznaueria barnesae* (Jurásico–Cretácico, Crux 1994), *Lithastrinus planus* (Aptiense–Santonense, Crux 1994), *Manivitella penmmatoidea* (Jurásico–Cretácico, Crux 1994) y *Micrantolithus obtusus* (Berriasiense–inicios del Aptiense tardío, Crux 1994), y por su posición estratigráfica suprayacente a un intervalo de edad sugerido Barremiense–Aptiense temprano, permiten asignar una edad de Aptiense tardío, zona CC7 (Gradstein *et al.* 2012).

Odehnal y Falcón (1989) y Falcón (1989 a y b) destacan la presencia de las zonas *Schackoina cabri* y *Globigerinoides algerianus* en Pico García (sección tipo). Este trabajo soporta dichas zonas e incluye la asociación de nanofósiles calcáreos con las especies *Watznaueria barnesae*, *Rhagodiscus asper*, *Braadurosphaera africana* y algunos *Nannoconnus* spp, como sus componentes principales, pertenecientes a la zona de nanofósiles CC7, *Chiaztozygus litterarius* (Perch-Nielsen 1985, Crux 1994, Gradstein *et al.* 2012).

Aptiense tardío–Albiense medio–¿tardío?

Este intervalo se reconoce en la sección Pico García Cerro La Paloma, en el tope de la sección que aflora de la Formación El Cantil en esta localidad y en la sección Cerro Grande–Los Hoyos, en la base de la secuencia de la Formación El Cantil que aflora en esta localidad y en la base de la Formación Querecual. Tanto en la sección Cerro La Paloma

como en la sección Cerro Grande–Los Hoyos, la presencia consistente de *Orbitolina (Mesorbitolina) texana* (Aptiense tardío–Albiense temprano según, Arnaud-Vanneau *et al.* 2000 y Boudagher-Fadel 2008) acompañada por una única ocurrencia de *Everthicyclammina hegbergi* (Hauteriviense–Aptiense, Arnaud-Vanneau *et al.* 2000) a los 351 metros de altura estratigráfica en Cerro La Paloma, nos confirma una edad Aptiense tardío para este intervalo de la Formación El Cantil. A la altura estratigráfica 12, en Cerro Grande–Los Hoyos, se presentaron ocurrencias simples de la especie *Debarina hahounerensis* (Barremiense tardío–Albiense temprano, Arnaud-Vanneau *et al.* 1987, Boudagher-Fadel 2008), junto a la *Orbitolina (Mesorbitolina) texana*, indicativa de una edad en el límite entre el Aptiense tardío a Albiense temprano. Gradstein *et al.* (2012) señalan la primera aparición de *Orbitolina (Mesorbitolina) texana* en el Aptiense temprano y su última aparición en el Albiense tardío.

Las muestras que presentan a la *Orbitolina (Mesorbitolina) texana* en su primera ocurrencia estratigráfica (317 metros altura estratigráfica en Pico García, sección Cerro La Paloma y 12 metros de altura estratigráfica en Pico García, sección Cerro Grande–Los Hoyos), se les sugiere una edad de 118.02 Ma según Gradstein *et al.* (2012). Mientras que la última ocurrencia estratigráfica de esta misma especie, a los 441 m de altura estratigráfica en Pico García, sección Cerro La Paloma y PG-82 en Pico García, sección Cerro Grande–Los Hoyos, se le sugiere una edad de 101.72 Ma (equivalente a Albiense tardío, Gradstein *et al.* 2012). En estos intervalos no se observó la presencia de foraminíferos planctónicos. Por lo tanto, si se correlacionan la primera y última ocurrencia de *Orbitolina (Mesorbitolina) texana* con la zonación de foraminíferos planctónicos, correspondería con las zonas KS-11 a KS-15 de Sliter (1989) en Gradstein *et al.* (2012), las cuales representan el intervalo cronoestratigráfico comprendido entre el Aptiense tardío y el Albiense tardío. Por posición estratigráfica este intervalo con *Orbitolina* está por debajo de la zona de *R. appennica* (KS-16), que se ubica en el tope de la sección de Pico García Cerro Grande–Los Hoyos. Por ese motivo se propone que el intervalo tenga una edad sugerida Aptiense tardío–Albiense tardío. Esta información es contradictoria con lo presentado por Arnaud-Vanneau *et al.* (2000) y Boudagher-Fadel (2008) en sus publicaciones, en relación a la última aparición estratigráfica de *Orbitolina (Mesorbitolina) texana* quienes señalan Albiense medio para su última aparición estratigráfica. El presente trabajo no posee evidencias para apoyar o desmentir las observaciones realizadas por Arnaud-Vanneau *et al.* (2000) y Boudagher-Fadel (2008), ni por Gradstein *et al.* (2012), por lo que se sugiere precaución al utilizar el rango de vida de esta especie como marcadora estratigráfica, especialmente en el momento de su desaparición del registro fósil. En este trabajo se toma como su última aparición Albiense medio-tardío.

La tabla 4 resume los resultados aquí descritos y su relación con la escala cronoestratigráfica de Gradstein *et al.* (2012).

Tabla 4. Formaciones geológicas del Cretácico Temprano del oriente de Venezuela: Aptiense tardío–Albiense tardío

Escala de Tiempo del Cretácico (Gradstein et al 2012)				El presente trabajo		
Edad (Ma)	Periodo	Zonas Foraminíferos Planctónicos	Zonas Nanofosiles calcáreos	Pico García Cerro La Paloma	Pico García Cerro Grande Los Hoyos	Isla Borracha sec II
105	Albiense	Pseudo-thalmanninella subcinctensis KS 10	CC 7	446 m A.E. LAD <i>Orbitolina texana</i>	21 m A.E. LAD <i>Debarina hahounerensis</i>	? Corales, rudistas bancos de ostras
		T. praticinctensis			12 m A.E. FAD <i>Orbitolina texana</i> (101,72)	
110		Ticinella primula KS 10				Corales, rudistas bancos de ostras
		T. madecassiana				
		M. riichi			317 m A.E. FAD <i>Orbitolina texana</i>	
113,0	Aptiense	Micro. rumlaevis (M. miniglobularis)		192 m A.E. FAD <i>Debarina hahounerensis</i>	? ? ?	Corales, rudistas bancos de ostras
		Paralichnella eubejhounerensis KS 11				
		Heubergella infracretacea KS 11				

FAD: primera aparición estratigráfica (First appearance datum) y LAD: última aparición estratigráfica (Last appearance datum). A.E: Altura estratigráfica.

Albiense tardío

En las secciones de Cerro Grande–Los Hoyos (entre los 414 y 421 metros de altura estratigráfica, base de la Formación Querecual), Isla Borracha, sector III (38 metros de altura estratigráfica, parte superior de la Formación Chimana y los 99 a 102 metros de altura estratigráfica base de la Formación Querecual) e Isla Chimana, sector II (a los 143 a 148 metros de altura estratigráfica, Formación Querecual), se observaron ejemplares de las especies *Ticinella primula* (Albiense temprano–Albiense tardío, Sliter 1996), *Ticinella robertii* (Albiense temprano terminal–Albiense tardío, Sliter 1996) así como de las especies de nanofósiles *Lithastrinus floralis* (Aptiense–Santoniense, Crux 1994), *Lithastrinus planum* (Aptiense–Santoniense, Crux 1994), *Eiffelithus*

turriseiffelli (Albiense tardío–Maastrichtiense, Crux 1994) y *Broinsonia enormis* (Albiense tardío–Campaniense, Crux 1994). Este conjunto de especies está asociado a rocas de edad Albiense tardío. La especie *Eiffelithus turriseiffelli* aparece en los 103.13 Ma, su presencia en la sección aflorante de la Formación Querecual en isla Borracha sección III, indica una edad mínima de 103.13 Ma, en el Albiense tardío en la zona de nanofósiles CC 8 límite con CC 9, *Eiffelithus turriseiffelli* (Perch-Nielsen 1985; Cruz 1994; Gradstein *et al.* 2012).

Incluso, en la Formación Querecual a 421 m de altura estratigráfica, en la sección Cerro Grande–Los Hoyos, se observaron ejemplares de *Rotalipora appenninica* (Albiense tardío–Cenomaniense temprano, Sliter 1996) junto con *Ticinella primula* (Albiense temprano–Albiense tardío, Sliter 1996). Este conjunto sugiere una edad entre 101.92 (primera aparición en el registro fósil de *R. appenninica*, Gradstein *et al.* 2012) a 101.52 (última aparición en el registro fósil *T. primula* Gradstein *et al.* 2012), en el Albiense tardío. A 144 m de altura estratigráfica en la sección de la localidad de Isla Chimana, sector II (Formación Querecual), la especie *Heterohelix moremani* (Albiense tardío–Santoniense, Sliter 1996) junto a la especie *Ticinella primula* (Albiense temprano–Albiense tardío, Sliter 1996), indican una edad Albiense tardío, ambas especies coinciden en el registro fósil entre los 102 a 101 Ma (Sliter 1996), zonas KS15 (parte basal).

El resumen de los resultados aquí del intervalo Albiense tardío y su relación con la escala cronoestratigráfica de Grastein *et al.* (2012) puede apreciarse en la tabla 5.

Tabla 5. Formaciones geológicas del Cretácico Temprano del oriente de Venezuela: Albiense tardío

Escala de Tiempo del Cretácico (Gradstein et al 2012)				El presente trabajo		
Edad (Ma)	Periodo	Zonas Foraminíferos Planctónicos	Zonas Nanofósiles calcáreos	Pico García Cerro Grande Los Hoyos	Isla Borracha Sec III	Isla Chimana Sec II
100	Cenomaniense 100,5		CC9			
	Albiense Tardío	<i>Parathalmaninella appenninica</i>	UC0 / BC27	421 m A.E. <i>Ticinella primula</i> y <i>Rotalipora appenninica</i>	102 m A.E. <i>Ticinella primula</i> <i>Eiffelithus turriseiffelli</i>	144 m A.E. <i>Ticinella primula</i> FAD <i>Heterohelix moremani</i>
		<i>Pseudothamminella ticinensis</i>	BC26			
105			<i>Pseudothamminella subticinensis</i>	CC8 / BC25		94 m A.E. FAD <i>Ticinella primula</i>

FAD: primera aparición estratigráfica (First appearance datum) y LAD: última aparición estratigráfica (Last appearance datum). A.E: Altura estratigráfica.

Conclusiones

El estudio de secuencias de superficie del intervalo de edad entre Barremiense(?)-Albiense en el oriente de Venezuela con foraminíferos y nanofósiles calcáreos permitió confirmar edades Barremiense(?)-Aptiense temprano por la presencia de *Choffatella decipiens*, *Weichselia reticulata*, *Globigerinoides blowi* en la Serranía del Interior, enmarcando ese intervalo en la zona KS6 de Sliter (1989). El Aptiense tardío se caracteriza por la presencia de la zona de *Schackoina cabri* (zona KS7 de Sliter 1989), *Globigerinoides algerianus*, *Rhagodiscus asper*, *Braadurosphaera africana* y algunas especies de *Nannoconus* (todos pertenecientes a la zona de nanofósiles *Chiaztozygus litteraris*, CC7) para la Serranía del Interior mientras que para las Islas Borracha y Chimana, la presencia de *Lithastrinus planus* y *Micrantolithus obtusus* señala también la ocurrencia de la zona CC7 de nanofósiles (Gradstein *et al.* 2012). Las secuencias de edad Aptiense temprano-Albiense tardío presentaron a la *Orbitolina texana* como marcador en la Serranía del Interior, enmarcadas entre las zonas KS11-KS15 de Sliter (1989), mientras que el Albiense tardío está caracterizado por la ocurrencia de *Ticinella prímula*, *T. Robertii* junto a *Eiffelithus turriseoffelli* y *Broinsonia enormes*, conjunto que marca la base de la zona KS15 de Sliter y la zona CC9 nanofósiles calcáreos (Gradstein *et al.* 2012) tanto para la Serranía del Interior como para las Islas Borracha y Chimana.

Este es el primer estudio de correlación a nivel regional de las secciones de superficie que afloran en la Serranía del Interior e islas al norte de la misma. Los depósitos acumulados durante la transgresión marina del Cretácico Temprano, en la región oriental de Venezuela, fueron correlacionados mediante el uso de dos grupos fósiles como foraminíferos planctónicos y nanofósiles calcáreos. De esta manera, se pudo determinar con mayor precisión la cronoestratigrafía de afloramientos y su posterior interpretación geológica, que no se actualizaba desde los años 90.

Agradecimientos

Dedicado a la memoria de los Profesores Andrés Pilloud, Pedro Roa, Max Furrer y William Sliter. Adicionalmente se agradece a PDVSA Oriente (antigua Corpoven), y a Sandra de Cabrera por el apoyo durante la realización de este trabajo.

Nota

- ¹ La información de edad de todas las figuras en este artículo están desarrolladas en la discusión.

Bibliografía

- Armstrong, H.A. y M.D. Brasier. 2005. *Microfossils*. Segunda edición. Oxford: Blackwell Publishing.
- Arnaud-Vanneau, H., *et al.* 2000. “Le Crétacé inférieur de Venezuela oriental: stratigraphie séquentielle des carbonates sur la transversal Casanay-Maturin (Etats de Anzoátegui, Monagas et Sucre)”. *Geologie Alpine* 76:3-81.
- Arnaud-Vanneau, A., *et al.* 1987. “The lower Cretaceous from The Jura Platform to the Vocotian Basin (Swiss Jura, France)”. *Third International Cretaceous Symposium*, pp. 1-33.
- Behrensmeyer, A.K. y A. Turner. 2013. Taxonomic occurrences of Suidae recorded in the Paleobiology Database, Fossilworks. <<http://fossilworks.org/>>. Consulta febrero 2016.
- Bolli, H.M., J.P. Beckmann y J.B. Saunders. 1994. *Benthic Foraminiferal Biostratigraphy of the South Caribbean Region*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BouDagher-Fadel, M.K., 2008. *Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminiferos. Developments in Paleontology and Stratigraphy 21*. Ámsterdam: Elsevier.
- Caron, M. 1985. “Cretaceous Planktic Foraminifera”, en H.M. Bolli, J.B. Saunders y K. Perch-Nielsen, eds. *Plankton Stratigraphy*. Vol. 1. Cambridge: Cambridge University Press, 17-86.
- Crux, J. 1994. *Cretaceous nanofossils*. Curso PDVSA Intevep.
- Dager, R. 1990. “Zur Palaogeographie und Biologie von *Weichselia reticulata* im Hauterive-Barreme (Underkreide)”. *Feddes Repertorium* 101(5-6):319-331.
- Di Gianni-Canudas, N. 1989. *Curso de nannofósiles*. Corpoven S.A. Gerencia de Geología. Laboratorio geológico, 1-15.
- Diéguez, C. y N. Meléndez. 2000. “Early Cretaceous ferns from lacustrine limestones at Las Hoyas, Cuenca Province Spain”. *Paleontology* 43(6):1113-1141.
- El-Khayal, A.A. 1985. “Wealden fern *Weichselia reticulata* in Saudi Arabia”. *Scripta Geol.* 79:75-88.
- Falcón, R. 1989a. “Estudio bioestratigráfico preliminar mediante foraminíferos en el Miembro García de la Formación El Cantil. Cretácico inferior de Venezuela oriental”. *Memorias 50mo Aniversario de la Escuela de Geología Minas y Geofísica*. Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, 36-47.
- Falcón, R. 1989b. “Revisión y redefinición del término ‘Miembro García’ como Formación García. Cretácico inferior de Venezuela oriental”. *Memorias*

- 50mo Aniversario de la Escuela de Geología Minas y Geofísica*. Facultad de Ingeniería, Universidad central de Venezuela, 48-58.
- Föllmi, K. 2012. "Early cretaceous life, climate and anoxia". *Cretaceous Research* 35:230-257.
- González de Juana, C., J.M. Iturralde de Arozena y X. Picard Cadillat. 1980. *Geología de Venezuela y sus cuencas petroleras*. Tomo I. Caracas: Ediciones Foninves.
- Gradstein, F., J.G. Ogg, M.D. Schmitz y G.M. Ogg, eds. 2012. *The Geologic Time Scale 2012*. Volumen 1 y 2. Oxford: Elsevier.
- Guillaume, H.A., H.M. Bolli y J.P. Beckmann. 1972. "Estratigrafía del Cretácico inferior en la Serranía del Interior, Oriente de Venezuela". *Memoria IV Congreso Geológico Venezolano*. Boletín de Geología, Edición especial N°. 5. Tomo III. Caracas: Ministerio de Minas e Hidrocarburos, 1619-1655.
- Kaminski, M.A., S. Geroch y D. Kaminski. 1993. *The Origins of Applied Micropaleontology: The School of Josef Grzybowski*. Oxford: Alden Press/Grzybowski Foundation.
- Maples, C.G. y R.R. West. 1991. "Dependent and independent data in paleontology: Tools for the sedimentary modeler", en E.K. Franseen, *et al.*, eds. *Sedimentary Modeling: Computer simulations and methods for improved parameter definition*, *Kansas Geological Survey Bulletin* 233:177-184.
- Martini, E. 1971. *Standart Tertiary and Quaternary Calcareus Nannoplankton Zonation*. Hamburgo: Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität, 739-785.
- Ministerio de Energía y Minas. 1997. *Léxico Estratigráfico de Venezuela*. Tercera Edición. Boletín de Geología, Edición especial N°. 12. Tomos I y II, Caracas: Ministerio de Minas e Hidrocarburos, 828.
- Nejad Shirazi, M.P. y F. Abedi. 2012. "Microbiostratigraphy of The Early Cretaceous Sequence in Northeast of Shiraz, Zagros Basin, Southwest Iran". *Journal of American Science* 8(3):54-57.
- Odehnal, M. y R. Falcón. 1989. "La zona de *Schackoia cabri* en Venezuela". *Memoria VII Congreso Geológico Venezolano 2*, Barquisimeto, 524-549.
- Payne, S.N.J., D.F. Ewen y M.J. Bowman. 1999. "The role and value of 'high-impact biostratigraphy' in reservoir appraisal and development", en R.W. Jones y M.D. Simmons, eds. *Biostratigraphy in Production and Development Geology*. Londres: Geological Society of London Special Publication, 5-22.
- Perch-Nielsen, K. 1985. "Mesozoic Calcareus Nannoplankton", en H.M. Bolli, J.B. Saunders y K. Perch-Nielsen, eds. *Plankton Stratigraphy*. Vol. 1. Cambridge: Cambridge University Press, 329-426.
- Rod, E. y W. Maync. 1954. Revision of Lower Cretaceous stratigraphy of Venezuela, *AAPG Bulletin* 38(2):193-283. Doi: <<https://doi.org/10.1306/5CEADECC-16BB-11D7-8645000102C1865D>>.
- Sliter, W.V. 1989. "Biostratigraphic zonation for cretaceous planktonic foraminifers examined in thin section". *Journal of Foraminiferal Research* 19(1):1-19.

- . 1996. “Cretaceous planktics foraminifers examined in thin section”. Curso PDVSA. Puerto La Cruz, enero 22-26.
- Thierstein, H.R. 1976. “Mesozoic Calcareous Nannoplankton biostratigraphy of marine sediments”. *Marine Micropaleontology* 1:325-362.
- Vivas, V y O. Macsotay. 1995. “Dominios tectono-estratigráficos del Cretácico-Neógeno en Venezuela nor-oriental”. IX Congreso Latinoamericano de Geología. Caracas, noviembre 5-8.
- Vivas, V. 1987. “Bioestratigrafía del Cretáceo de la región de Bergantín Santa Inés, estado Anzoátegui, Venezuela nororiental”. *Boletín de Geología* XVI (29):1-128.