# UNA NUEVA AREA CRETACICA FOSILIFERA EN EL ESTADO DE SINALOA

Michel Bonneau\*

### RESUMEN

En los alrededores de Pericos, en la parte central del Estado de Sinaloa, aflora una secuencia de calizas fosilíferas, cuya fauna de rudistas (Caprinidae y de Ostrea) permite asignarla al Cenomaniano (?).

Esta secuencia fosilífera cubre a un grueso conjunto, esencialmente volcánico andesítico con algunos horizontes sedimentarios. El conjunto está ligeramente metamorfizado y está dentro de la facies de las corneanas de albita-epidota. Algunos otros afloramientos de rocas metavolcánicas en el norte de Sinaloa, atribuidos anteriormente, ya sea al Paleozoico o al Triásico, se correlacionan con la misma unidad.

Estos afloramientos son los restos de una secuencia cretácica que cubrió, sin duda, una gran parte del sitio actual de la Sierra Madre Occidental.

La secuencia cretácica de Sinaloa es muy similar a la Formación Alisitos del norte de la Baja California, que generalmente, se considera como una acumulación tipicamente eugeosinclinal. Estas dos regiones, así como gran parte de Sonora, pertenecen a un mismo dominio paleogeográfico durante el Cretácico. Esta secuencia metavolcánica pasa gradualmente hacia el oriente, a secuencias marinas correlacionables con las de Chihuahua. La faja de rocas metavolcánicas ha sido, indudablemente plegada e intrusionada por granitos, antes del Senoniano.

## INTRODUCCION

A fines del año 1970 y a principios de 1971, el autor participó en el programa del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, enfocado a la cartografía de la geología de las Hojas Mocorito y San Fernando, a escala de 1:100,000, que están en la parte central del Estado de Sinaloa.

Esta zona, casi desconocida geológicamente, es muy interesante para el conocimiento de la estructura geológica de la Sierra Madre Occidental y del Golfo de California. Parte de los resultados, referentes al Mesozoico, se presentan en este artículo. En efecto, son muy significativos, siendo comprobados por datos paleontológicos, que permiten, por vez primera, correlaciones con regiones adyacentes, como es, por ejemplo, la Baja California, Sonora y Chihuahua.

<sup>\*</sup>Département de Géologie Structurale, Université de Paris IV, Paris, Francia, e Investigador Huésped, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

La región estudiada constituye una faja alineada de E-W, y está entre los paralelos 25°00' y 25°30' N; su límite occidental es la Carretera Federal Núm. 15 y al oriente se extiende hasta el límite del Estado de Durango. La mayor parte de las rocas que afloran son volcánicas terciarias que descansan sobre rocas más antiguas, esencialmente constituidas por un batolito complejo. Sin embargo, se encuentran también, asociados con este batólito y ligeramente metamorfizadas por él, restos de una secuencia paleozoica y de una secuencia mesozoica. Esta última es el principal objeto de este artículo.

## ESTUDIOS PREVIOS

Los afloramientos grandes de rocas señaladas como "Mesozoico metamórfico" y "Cretácico Inferior" en la Carta Geológica de la República Mexicana (Hernández-S. M., 1968) y en la Carta Geológica del Estado de Sinaloa (López-Ramos, 1970), corresponden a una litología variada, pero sobre todo a esquistos negros, cuarcitas y calizas, de las cuales recientemente se han colectado fósiles paleozoicos (Miguel Carrillo, comunicación personal). Sin embargo, también corresponden, en algunos sitios, a calizas que realmente son cretácicas, aunque no se tenían pruebas paleontológicas.

Los mejores datos geológicos hasta ahora publicados son los de De Cserna y Kent (1961), quienes señalan la posibilidad de encontrar en Sinaloa una secuencia eugeosinclinal mesozoica. También se encontraron datos útiles en un informe inédito de Rocha (1958), pero, por lo general, la geología de la región estudiada es aún considerada como casi desconocida.

# **ESTRATIGRAFIA**

Descansando discordantemente sobre rocas, de tipo flysch, del Paleozoico, o a veces sobre calizas y areniscas de edad desconocida, se encuentra una secuencia cretácica. Los afloramientos de esta secuencia se presentan a continuación:

AFLORAMIENTO DE LA VUELTA DEL CERRO (Figuras 1 y 2; localidad 1).—Entre los poblados de la Vuelta del Cerro y Tampote, a 10 km al nortenorponiente de Pericos, en la parte central del Estado de Sinaloa, aflora un conjunto de rocas de naturaleza variada, con superficie de unos kilómetros cuadrados, bastante plegado, con ejes que tienen un rumbo general de E-W. No se pudo encontrar una sección contínua, debido a la vegetación tropical y al espesor grande de los suelos. Sin embargo, tomando en cuenta los datos estructurales, se pudo reconstruir la sección siguiente (Figura 1):

1.—En la base afloran meta-andesitas, bien expuestas en el poblado de Tampote; son derrames cortados localmente por diques. El metamorfismo de la roca es de contacto y débil. En lámina delgada la roca se pudo clasificar como corneana de albita-epidota-actinolita.

- 2.—Descansa sobre las anteriores un intervalo grueso de grauvaca lítica y conglomerática en su base que cambia a grano fino y en estratos muy finos en su cima. Los elementos detríticos de la grauvaca son, además de fragmentos de lava y vidrio, numerosos cristales subautomorfos de plagioclasa (oligoclasa y andesina), fragmentos de esquistos cuarzo-feldespáticos y de sienita, y fragmentos de calizas biogénicas con radiolarios.
- 3.—El resto de la secuencia consiste esencialmente de carbonatos. Primero afloran calizas limolíticas negras, físiles y deleznables, que forman la mayor parte de los cerros de Tampote.
  - 4.-La siguiente unidad consiste en dolomías negras masivas.
- 5.—La cima (?) está formada por un banco grueso de calizas masivas fosilíferas recristalizadas, que es un bioherma de ostreas (*Chondrodonta* sp.) y de unos rudistas, corales y gasterópodos (*Nerinea*).

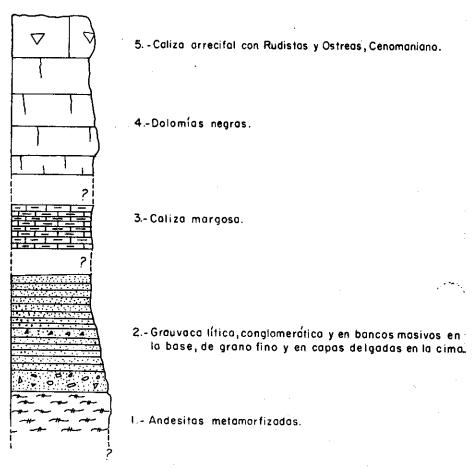


Fig. 1.—Columna estratigráfica de los afloramientos cretácicos de la Vuelta del Cerro, Sinaloa.

Los rudistas (Caprínidos) fueron identificados por la Dra. Gloria Alencáster de Félix, en el Departamento de Paleontología del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, como Sphaerucaprina sp. y Orthoptychus sp. Estos géneros son característicos del Cenomaniano de México.

Cerca del poblado de la Vuelta del Cerro aflora una meta-andesita que podría ser intercalada localmente entre las unidades 3 y 4 antes descritas.

En el lugar denominado Tóbora, a lo largo de la Carretera Federal Núm. 15, a unos 10 km al poniente-norponiente de la Vuelta del Cerro, aflora una secuencia parecida, pero más fuertemente metamorfizada por una granodiorita. Se pueden observar en esta localidad que los pliegues, cerrados, son anteriores a la intrusión.

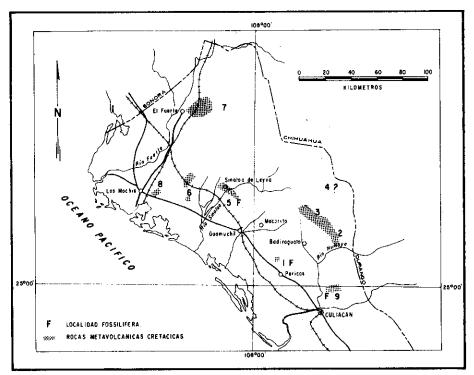


Fig. 2.—Mapa que muestra la localización de los principales afloramientos de la secuencia epimetamórfica cretácica de Sinaloa. 1: La Vuelta del Cerro; localidad fosilífera albiana-cenomaniana (Bonneau). 2: Otatillos (Bonneau). 3: El Huejote (Márquez, Rodríguez-Torres, y Bonneau). 4: Tameapa (datos interpretados de Rocha). 5: Sinaloa de Leyva; localidad fosilífera albiana-cenomaniana (Clark). 6: Cerro de Tetameche (Clark). 7: Región de El Fuerte (Roldán-Quintana). 8: Los Mochis (Ledezma-Guerrero). 9: Tepuche; localidad fosilífera (Bonneau).

AFLORAMIENTOS DE LA RECIÓN DE OTATILLOS; EL HUEJOTE (Figura 2, localidades 2 y 3).—A 25 km al oriente de Badiraguato, en la parte central del Estado de Sinaloa, aflora una secuencia gruesa de rocas metavolcánicas. Una parte de esta secuencia se puede observar claramente a lo largo del Arroyo de Bamopa, entre los poblados de Otatillos y La Quebrada de Las Moras. El conjunto está muy intrusionado por granitos que causaron su metamorfismo.

Las rocas son generalmente de color verde y consisten en derrames gruesos de andesitas con textura porfídica, metamorfizadas a corneanas de albita-epidota. Se presentan además, intervalos muy gruesos de tobas líticas de la misma composición, muy endurecidas. Existen unas cuantas delgadas intercalaciones de arenisca de cuarzo o caliza.

A lo largo del arroyo se puede observar que esas rocas están en contacto, por medio de una pequeña falla, con rocas paleozoicas. Sin embargo, poco más al sur, en la margen izquierda del arroyo, se pueden ver estas mismas rocas metavolcánicas descansando sobre el Paleozoico, por medio de un horizonte conglomerático delgado. La discordancia entre los dos conjuntos está muy clara. El Paleozoico tiene pliegues generalmente muy cerrados, a veces isoclinales, mientras que las rocas volcánicas están suavemente plegadas, con rumbo WNW-ESE. Este rumbo contrasta con el de las rocas volcánicas y volcanoclásticas terciarias, que es NNW-SSE. Existe entre los dos últimos conjuntos una discondancia mayor.

Las rocas metavolcánicas cubren una gran superficie, formando una faja que está limitada hacia el poniente por una gran falla terciaria y cubierta hacia el oriente por depósitos volcánicos terciarios. Más al norte-norponiente, cerca del poblado de El Huejote, a lo largo del arroyo del mismo nombre, el autor, en compañía de los Ings. Rafael Rodríguez-Torres y Rafael Márquez, pudo observar la misma unidad, en condiciones de afloramiento todavía mejores. La continuidad de este afloramiento con el de Otatillos se pudo probar cartográficamente.

Cerca de El Huejote, las rocas son generalmente rocas volcánicas ligeramente metamorfizadas, con intercalaciones de rocas sedimentarias posiblemente marinas; son areniscas finas y calizas con pedernal negro, bastante delgadas (3 m en total) pero mucho más significativas que en Otatillos. La deformación es suave, aunque se haya observado una posible falla inversa (cabalgadura local hacia el oriente?).

Estudios detallados serían útiles en esta localidad. El espesor total de esta unidad volcánica es mayor de 1,500 m.

## DISCUSION

Los dos afloramientos descritos tienen en común una posición estratigráfica muy semejante; están cubiertos en discordancia por lavas terciarias intrusionados por un mismo batolito, de edad probablemente cretácica tardía. Además, fueron afectados por una deformación de estilo idéntico.

La secuencia metavolcánica es seguramente post-carbonífera, mientras que

la sedimentaria suprayacente acusa una edad cretácica. Las dos tienen ciertas afinidades litológicas (presencia de andesitas y de rocas clásticas derivadas de ellas).

Al fin, correlaciones de tipo regional permiten agruparlas con cierta seguridad. En efecto se conocen formaciones volcánicas cretácicas dentro de toda la parte noroccidental de la República Mexicana (Baja California y Sonora); esas generalmente tienen una edad albiana en su cima.

Todos esos hechos permiten entonces colocar la secuencia de la Vuelta del Cerro encima de la de Otatillos y de asignar al conjunto una edad cretácica temprana. Sin embargo, también se podrían hacer correlaciones tentativas entre la secuencia de Otatillos y unas rocas metavolcánicas ("rocas verdes") de edad triásica, que fueron descritas en la parte sur de la República Mexicana (Fries, 1960, p. 36), y que llegan hacia Zacatecas al norte (Burckhardt y Scalia, 1906).

El autor piensa que se puede descartar esa correlación respecto al buen conocimiento que se tiene del Triásico de Sonora, el cual no contiene rocas volcánicas (Alencáster, 1961). Este mismo Triásico está cubierto en discordancia por una formación volcánica andesítica (Formación Tarahumara) referida al Cretácico p.p. (Wilson y Rocha, 1946).

## CORRELACIONES

Extensión de los afloramientos en el Estado de Sinaloa (Figura 2).—A la luz de los hechos reportados arriba, se entiende mejor cual es la posición estratigráfica de unos afloramientos de rocas metavolcánicas, a veces juntas con rocas sedimentarias, y que fueron anteriormente referidas, ya sea al Triásico o al Paleozoico. En el estado actual de los datos disponibles, es evidente que esas correlaciones no son más que tentativas, pero el grado de validez parece bastante grande.

Un afloramiento descrito por Clark (1971) pertenece, sin duda, al mismo conjunto que aquí se describe. Aflora cerca de Sinaloa de Leyva, en Los Cerrillos (Figura 2, localidad 5). Se trata de un conjunto de rocas, esencialmente calcáreas, que comprende también horizontes gruesos de lutitas rojas, interpretadas como indicativas de un medio continental. Un horizonte de toba fue observado. Un rudista, perteneciente al género Coalcomana (Albiano-Cenomaniano), fue colectado por dicho autor.

En el Cerro de Tetameche (Figura 2, localidad 6), una secuencia calcárea, metamorfizada, fuertemente plegada, encima de un grueso horizonte de yeso fue correlacionada por Clark con el mismo conjunto, el cual podrá ser un equivalente de los afloramientos de la Vuelta del Cerro. Además, unas rocas metavolcánicas cartografiadas por él como Complejo Sonobari, podrían ser equivalentes de los afloramientos de Otatillos.

En los alrededores de El Fuerte (Figura 2, localidad 7) aflora ampliamente una secuencia de rocas metavolcánicas, generalmente andesíticas, cubierta en un solo lugar por calizas (Roldán-Quintana, 1970). Esas rocas son muy parcidas también a la secuencia cretácica que está intrusionada por una

granodiorita cuya edad radiométrica provisional es de 60 m.a. (Goran Fredrikson, octubre de 1970 y D. A. Córdoba, agosto de 1971, comunicaciones personales).

En fin, otros afloramientos podrían ser también referidos a esta secuencia cretácica, que son los metavolcánicos y rocas sedimentarias de afloramiento muy reducido que están a unos kilómetros al suroriente de Los Mochis (Figura 2, localidad 8; Ledezma-Guerrero, 1971). Otro afloramiento que consiste en andesitas con calizas en la cima, fue descrito por Rocha (1958) en la región de Tameapa (Figura 2, localidad 4).

Un tercer afloramiento está al oriente del poblado de Tepuche, a unos kilómetros al norte-nororiente de Culiacán (Figura 2, localidad 9). Este afloramiento no ha sido cartografiado aún, pero se puede mencionar que consiste en rocas metavolcánicas y sedimentarias que están probablemente cubiertas por un horizonte de calizas arrecifales convertidas en mármol y que afloran cerca de las rocas metavolcánicas.

Como se muestra en la Figura 2, los afloramientos cretácicos ya conocidos en la parte septentrional del Estado de Sinaloa demuestran la gran extensión que cubrieron los depósitos volcánicos y volcanoclásticos cretácicos.

Correlación con Baja California.—Del norte de Baja California fue descrita la Formación Alisitos (Santillán y Barrera, 1930; Allison, 1955, Silver et al., 1963), que consiste en una alternancia de rocas volcánicas, volcanoclásticas y sedimentarias, inclusive un miembro de calizas arrecifales. El estudio sistemático de todos los afloramientos de esta formación en el norte de la Baja California, llevado a cabo por el Departamento de Geología de la Universidad de San Diego, California, permite concluir que la secuencia cambia mucho de un afloramiento a otro (Dr. Gordon Gastil, comunicación escrita). La abundancia de las lavas es muy variable según las localidades; varias secciones consisten únicamente en rocas volcánicas, sin fósiles, bastante parecidas a la secuencia basal del Cretácico de Sinaloa.

La Formación Alisitos parece correlacionable con el Cretácico de Sinaloa. Su edad es aptiana-albiana, aunque puede ser que se encuentren capas más antiguas del Cretácico Inferior. En algunos lugares se han encontrado fósiles del Jurásico Superior. Hay una aparente diferencia de edad entre la Formación de Alisitos y las capas cretácicas de Sinaloa, lo que se abordará posteriormente.

CORRELACIÓN CON SONORA.—El Estado de Sonora está mucho menos conocido que el norte de la Baja California. Sin embargo, varios datos permiten hacer comparaciones con las secuencias de Sinaloa.

Una de las primeras publicaciones más detalladas sobre el Cretácico fue la de King (1939), quien observó en el oriente de Sonora el cambio desde el oriente hacia el poniente de una secuenciá esencialmente sedimentaria con unas intercalaciones de andesitas, a otra esencialmente andesítica con solo unos horizontes sedimentarios. Posteriormente, se describieron varios afloramientos de andesitas como probablemente pertenecientes al Cretácico Inferior, tanto en el norponiente de Sonora (Cooper y Arellano, 1946) como en la

parte central y meridional del Estado (Wilson y Rocha, 1946). Recientemente, rocas volcánicas y sedimentarias cretácicas fueron descritas por Salas (1968) de la región de Santa Ana.

Parece que todas las localidades que fueron descritas como del Cretácico Inferior, sin excepción, sean del Aptiano-Albiano. En efecto, aunque Flores (1927), a base de una fauna de *Trigonias*, había referido unas rocas sedimentarias de la región de Santa Ana al Neocomiano, Salas (1968) ha confirmado esta conclusión del autor, al señalar la presencia de *Orbitolina texana* (Albiano) en los afloramientos de Flores.

A raíz de lo arriba expuesto surge el problema de la edad precisa de las rocas fosilíferas cretácicas de Sinaloa. Todas las secuencias cretácicas, muy parecidas, de la Baja California y Sonora tienen una edad aptiana-albiana bien establecida. Particularmente, los horizontes arrecifales son de edad albiana tardía (Allison 1955, Silver et al., 1963). Se considera que el estudio de un material mejor conservado y más abundante, proveniente de la Vuelta del Cerro, resultaría en la determinación de una edad albiana tardía más bien que cenomaniana. Este problema en sí parece más bien de naturaleza paleontológica, ya que las faunas del Albiano superior son muy parecidas a las del Cenomaniano inferior.

## LITERATURA CITADA

- ALENCÁSTER, GLORIA, 1961, Estratigrafía del Triásico Superior de la parte central del Estado de Sonora: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana 11, pt. 1, 18 p.
- Allison, E. C., 1965, Middle Cretaceous Gasteropoda from Punta China, Baja California, Mexico: Jour. Paleontology, v. 29, p. 400-432.
- BURCKHARDT, CHARLES, y SCALIA, SALVADOR, 1906, Géologie des environs de Zacatecas: Cong. Géol. Internal., 10, México, Guide des Excurs. 16, 26 p.
- CLARK, K. F., 1971, Resumé of the geology of the Sinaloa de Leyva Quadrangle, Sinaloa, México: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, (informe inédito).
- COOPER, G. A., y Arellano, A. R. V., 1946, Stratigraphy near Caborca, northwest Sonora: Am. Assoc. Petrol. Geologists, v. 30, p. 606-611.
- CSERNA, ZOLTÁN DE, Y KENT, B. H., 1961, Mapa geológico de reconocimiento y secciones estructurales de la región de San Blas y El Fuerte, Estados de Sinaloa y Sonora: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Cartas Geol. Min. 4, mapa con texto, escala 1:100,000.
- FLORES, TEODORO, 1927, Reconocimientos geológicos en la región central del Estado de Sonora: Inst. Geol. México, Bol. 49, 267 p.
- Fries, Carl., Jr., 1960, Geologia del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geologia, Bol. 60, 236 p.

- Hernández-Sánchez Mejorada, Santiago, editor, 1968, Carta geológica de la República Mexicana: Com. Carta Geol. México, México, D. F., esala 1:2,000,000.
- King, R. E., 1939, Geological reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of Mexico: Bull. Geol. Soc. America, v. 50, p. 1625-1722.
- LEDEZMA-GUERRERO, ODILÓN, 1971, Informe geológico de las Hojas Isla Lechuguilla, Los Mochis, e Isla San Ignacio, Estado de Sinaloa: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, (informe inédito).
- LÓPEZ-RAMOS, ERNESTO, 1970, Carta geológica del Estado de Sinaloa: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, México, D. F., y Gobierno del Estado de Sinaloa, escala 1:500,000.
- ROCHA, V. S., 1958, Informe de reconocimiento preliminar geológico-minero-económico de algunas porciones de los Municipios de Badiraguato y Tamazula, Estados de Sinaloa y Durango: Cons. Rec. Nat. no Renovables (México), (informe inédito).
- ROLDÁN-QUINTANA, JAIME, 1971, Estudio geológico de reconocimiento de la Hoja Yecorato, en la porción septentrional del Estado de Sinaloa: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, (informe inédito).
- SALAS, G. A., 1968 (1970), Areal geology and petrology of the igneous rocks of the Santa Ana region, northwest Sonora: Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 31, p. 11-63.
- Santillán, Manuel, y Barrera, Tomás, 1930, Las posibilidades petrolíferas en la costa occidental de la Baja California, entre los paralelos 30° y 32° de latitud norte: Anales, Inst. Geol. México, v. 5, p. 1-37.
- SILVER, L. T., STEHLI, F. G., ALLEN, C. R., 1963, Lower Cretaceous pre-batholithic rocks of northern Baja California, Mexico: Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologists, v. 47, p. 2054-2059.
- Wilson, I. F., y Rocha, V. S., 1946, Los yacimientos de carbón de la región de Santa Clara, Municipio de San Javier, Estado de Sonora: Com. Direct. Invest. Rec. Minerales (México), Bol. 9, 108 p.