



La Formación Los Picachos en la Sierra de Los Chinos, Sonora, México

Alfredo Santa María Díaz^{1,*}, Rogelio Monreal^{2,**}

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Querétaro, 76230, México.

² Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.

* turonian@hotmail.com

** monreal@geologia.uson.mx

Resumen

La Sierra Los Chinos se localiza en la porción este central de Sonora, en donde afloran tres secuencias estratigráficas cuyas edades varían del Cretácico Inferior al Terciario. La primera secuencia del Cretácico Inferior, la componen las Formaciones Agua Salada, Lampazos y Los Picachos; la segunda secuencia, del Cretácico Superior, está constituida por rocas volcanosedimentarias; mientras que la tercera secuencia del Terciario, se conforma por rocas volcánicas e intrusivas y sedimentarias de la Formación Baucarit. Las rocas del Cretácico inferior están fuertemente plagadas y falladas; las estructuras más sobresalientes son anticlinales y sinclinales orientados NW-SE, con vergencias ya sea hacia el noreste o el suroeste y el fallamiento es principalmente normal y de cabalgadura.

La sección Álamo del Cretácico Inferior se separó en 4 unidades informales (A, B, C, y D), las cuales corresponden con la Formación Los Picachos con un espesor de 560 m, la presencia de rudistas dentro de los clastos que constituyen un paquete de conglomerados cerca de la base, así como del rudista *Coalcomana* sp. en la unidad A y de orbitolínidos y calciesferas (*Pithonella ovalis*) cerca de la cima, permite asignarla al Albiano medio a superior. Las características texturales que presentan las calizas, así como su contenido faunístico indican que sus sedimentos se depositaron en un ambiente marino somero nerítico exterior con desarrollo local de bancos ooidales y de biohermas de rudistas.

Palabras clave: Sierra Los Chinos, Cretácico Inferior, sección Álamo.

Abstract

*The Sierra Los Chinos is located in east-central Sonora, where three stratigraphic sequences whose ages that vary from Lower Cretaceous to Tertiary are exposed. The Lower Cretaceous succession is composed of the Agua Salada, Lampazos and Los Picachos Formations. A second sequence of Upper Cretaceous strata is constituted by volcanosedimentary rocks; while a third sequence of the Tertiary rocks is comprised by volcanic and intrusive rocks and by the sedimentary Baucarit Formation. The Lower Cretaceous rocks are strongly folded and faulted, the outstanding structures are the anticlines and synclines oriented NW-SE, with vergencies either to the northeast or to the southwest faulting in the area is mainly normal and thrust faults. The Alamo section is separated into 5 informal units (A, B, C, and D), which correspond to the Los Picachos Formation. The Los Picachos Formation exposed in The Alamo range has a thickness of 560 m. and is constituted by 4 lithics packages, the presence of rudist inside the clasts that constitute a package of conglomerates near the base, as well as the rudist *Coalcomana* sp. in the unit A and of orbitolinids and calcispheres (*Pithonella ovalis*) near the top, allow us to assign it to the middle to upper Albian. The textural characteristics of the limestone beds, as well as its faunal content indicate that these sediments were deposited in a shallow water outer-neritic marine environment with local development of ooidal banks and rudist bioherms.*

Key words: Sierra Los Chinos, Lower Cretaceous, Alamo section.

1. Introducción

El registro estratigráfico del Cretácico Inferior en el estado de Sonora se caracteriza por tener un gran espesor potente de rocas terrígenas y carbonatadas hacia el Este, mientras que al Oeste las rocas son predominantemente terrígenas. Los afloramientos más importantes del Cretácico Inferior en la región se encuentran en: a) la porción nororiental de Sonora en la región de Cabullona (1); b) en la región central de Sonora en la región de Santa Ana-Tuape (2), Cerro de Oro (3), Lampazos (4), Arivechi (5), Sierra El Chiltepín (6) y la Sierra Los Chinos (7), y c) en la parte noroccidental en la zona de El Chanate (8). La sección estudiada en la Sierra Los Chinos se localiza a 25 km al noreste del poblado de Sahuaripa. Las rocas que afloran en la Sierra Los Chinos son también del Cretácico Inferior pero no pertenecen al Grupo Bisbee, pertenecen a la estratigrafía del área de Lampazos y relacionadas con la cuenca Chihuahua (Figura 1). El Grupo Bisbee se caracteriza por una secuencia constituida por cuatro unidades, de la base a la cima: conglomerado, arenisca y lodolita, caliza y arenisca calcárea fosilífera y arenisca y lodolita, mientras que las unidades que afloran en el área de Lampazos están constituidas por 5 unidades caracterizadas por lutita calcárea fosilífera, caliza fosilífera,

arenisca calcárea y conglomerado de caliza (Monreal y Longoria, 2000b, Monreal, *et al.*, 2001) (Figura 1).

Las secuencias estratigráficas que afloran en el área de estudio están constituidas por secuencias del Cretácico Inferior, Cretácico Superior y del Terciario. La primera secuencia la constituyen las formaciones Agua Salada, Lampazos y Los Picachos (Monreal y Longoria, 2000b). La segunda secuencia del Cretácico Superior está constituida por rocas vulcanosedimentarias, intrusionadas por rocas plutónicas (granitos y diques), sobreyacida por una secuencia compuesta de rocas volcánicas y sedimentarias terciarias.

Los rasgos estructurales más sobresalientes en la zona de estudio son pliegues anticlinales y sinclinales volcados que conforman la Sierra Los Chinos, específicamente se localizan en los cerros Álamo y Caloso. El fallamiento es de tipo normal y presenta dos rumbos principales, el primero NE-SW y el segundo NW-SE; el segundo es el más joven dado que corta al primero.

Los primeros trabajos geológicos en la Sierra Los Chinos fueron realizados por Pubellier (1987), quien describe que la sierra Los Chinos esta constituida por dos secuencias (caliza arcillosa y argilita en la base y caliza, dolomía y calizas fosilífera) del Albiano medio.

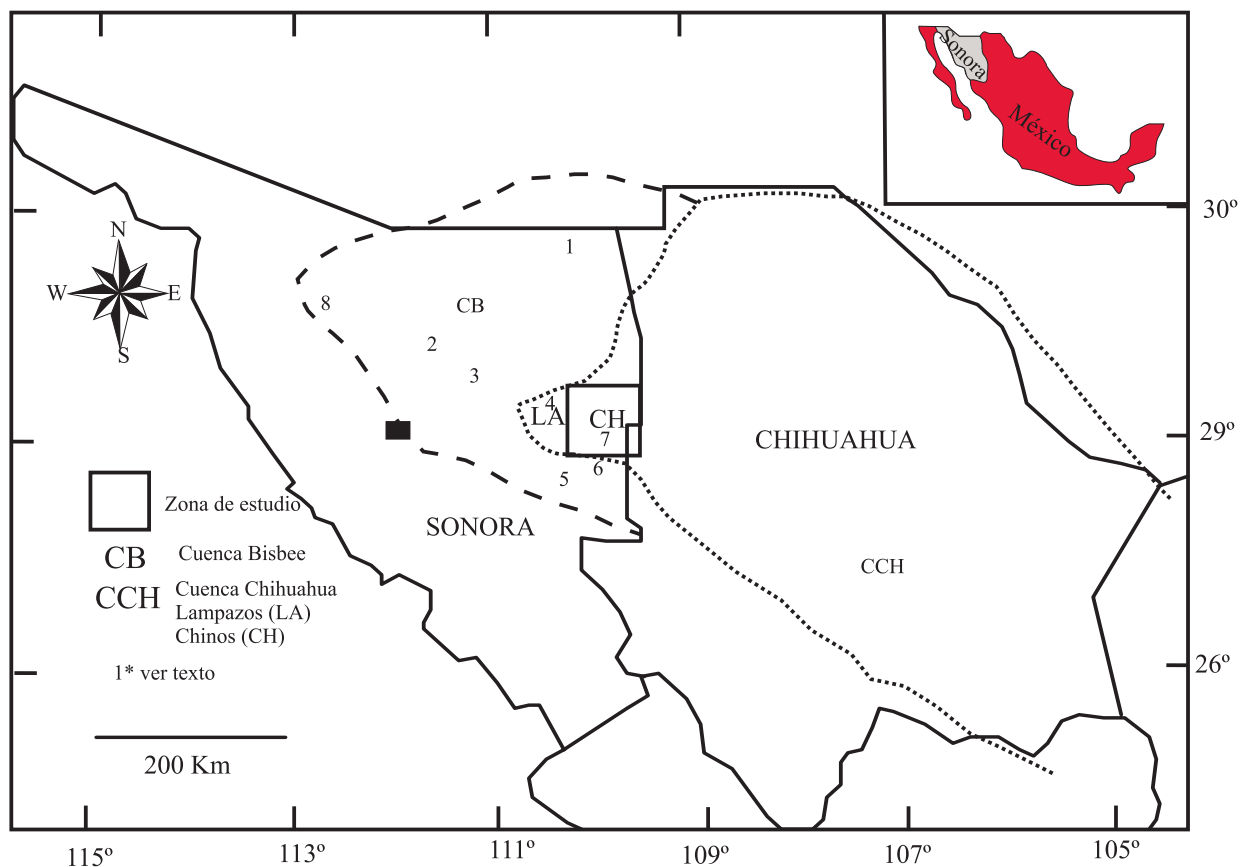


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio. CH= área de Los Chinos, LA= área de Lampazos, 1= área de Cabullona, 2= área de Santa Ana, 3=área de Cerro de Oro, 5= sierra Chiltepín, 6= área Cerro Las Conchas, 7= sierra Los Chinos, 8= sierra El Chanate. La línea punteada continua denota el límite de la cuenca de Chihuahua, la línea punteada discontinua denota el límite de la cuenca Bisbee.

Posteriormente Grijalva y Cubillas (1990), Grijalva-Noriega (1991) y Grijalva *et al.* (1994), estos trabajos se enfocaron a la prospección de yacimientos minerales, mientras que el de Grijalva-Noriega se enfocó en la estratigrafía del Cretácico de Sonora y áreas adyacentes y posteriormente en el 2000, Monreal y Longoria (2000b), Monreal *et al.* (2001) y Santa María y Monreal (2001a y 2002b) realizaron trabajos enfocados a la estratigrafía de la Sierra Los Chinos donde concluyen que la secuencia esta relacionada con la estratigrafía del área de Lampazos y relacionada paleogeográficamente y tectónicamente con el Cinturón Tectónico de Chihuahua y asignan una edad de la Formación Los Picachos al Albiano medio- Albiano superior.

El objetivo de este trabajo es presentar a detalle la estratigrafía y los ambientes de depósito de la Formación Los Picachos, sobre el flanco sureste del anticlinal Álamo en la parte sur de la zona de estudio con base en el estudio de las microfácies. Con este propósito se midió con cinta y brújula una sección litoestratigráfica en el flanco sureste del anticlinal Álamo por ser donde la unidad esta mejor expuesta y más completa, debido al plegamiento y fallamiento que la afecta. De esta sección medida se llevó cabo un muestreo sistemático para poder establecer la litoestratigrafía y el estudio de las microfácies de la sección. La última etapa consistió en el estudio petrográfico, mediante el análisis de microfácies de acuerdo a Flügel (1982) y la metodología usada por Longoria y Monreal (1991) y que consiste en definir las microfácies dentro de cada paquete litológico usando los siguientes criterios: tipo de textura, características petrográficas (tipo de micrita), presencia de determinados granos esqueléticos y granos no esqueléticos, con el objeto de determinar los ambientes de depósito.

2. Estratigrafía de la Sierra Los Chinos

2.1. Cretácico Inferior

La secuencia estratigráfica del Cretácico Inferior está constituida por las Formaciones Agua Salada, Lampazos y Los Picachos (Monreal y Longoria, 2000b). La Formación Agua Salada fue inicialmente propuesta y descrita por Herrera y Bartolini (1983) en el área de Lampazos, y posteriormente redefinida por González-León (1988) y por Monreal y Longoria (2000a). Esta formación está constituida por una alternancia de estratos delgados de arenisca de grano fino y lutita negra en la base, con estratos gruesos de caliza oscura fosilífera y con ostras en la cima (Figura 2 y 3). El contenido de microfauna de radiolarios y foraminíferos planctónicos indica que estos sedimentos se depositaron en ambientes desde mar abierto pelágico hasta cuenca (Monreal y Longoria, 2000b). Scott y González (1991) propusieron una edad de Aptiano superior para esta formación y posteriormente, Monreal y Longoria (2000b) encontraron el foraminífero *Caucasella hauterivica*,

indicativo del Aptiano inferior.

La Formación Agua Salada aflora en la parte sur de la Sierra Los Chinos, al sur del cerro Caloso (Figura 2), tiene un espesor de 330 m (Monreal y Longoria, 2000b) y es sobreyacida de manera normal por la Formación Lampazos (Figura 3).

La Formación Lampazos fue originalmente definida en la literatura en el área de Lampazos por Solano- Rico (1970), posteriormente por Herrera y Bartolini (1983) y más tarde redefinida por González-León (1988) y Monreal y Longoria (2000a). Esta formación esta constituida por una alternancia de caliza de color gris claro a oscuro, en estratos delgados a gruesos, y margas de color café, así como pequeños paquetes delgados de lutita color café de estratos delgados. Monreal y Longoria (2000b), con base en la presencia de foraminíferos planctónicos, calpionélidos, foraminíferos bentónicos, ostrácodos, y radiolarios calcificados, identificaron que los sedimentos de esta formación se depositaron en ambiente marino de nerítico externo a pelágico. González-León y Buitrón (1984), basados en la presencia de *Orbitolina texana* (Roemer) asignaron a la Formación Lampazos al Albiano inferior a medio. Sin embargo, Monreal y Longoria (2000b), basados en foraminíferos planctónicos y calpionélidos, asignaron esta unidad al Aptiano superior- Albiano medio. Esta formación aflora al sur del Cerro Caloso, y conforma la Sierra Los Chinos. Tiene un espesor de 520 m (Monreal y Longoria, 2000b), sobreyace de manera normal a la Formación Agua Salada y está sobreyacida discordantemente por la Formación Los Picachos (Figuras 2 y 3), ya que los estratos de la Formación Lampazos se encuentran cortados por los estratos de la unidad Los Picachos en el flanco sur del Cerro Caloso en la base de esta última se encuentra un conglomerado de clastos de caliza.

La Formación Los Picachos fue definida en el área de Lampazos por Herrera y Bartolini (1983), y más tarde redefinida por González-León (1988) y Monreal y Longoria (2000a). En la Sierra Los Chinos, esta formación está compuesta por tres unidades; de la base a la cima: a) la porción inferior es un paquete de caliza delgada sobreyacida por un paquete de conglomerado principalmente por fragmentos de caliza de varios tamaños (1 mm hasta > 25 cm.) y algunos clastos de arenisca; b) la parte media la constituye una alternancia de caliza fosilífera con rudistas y orbitolínidos, lutita, conglomerado y arenisca; y c) la parte superior está compuesta por caliza delgada, arenisca delgada y caliza masiva fosilífera con rudistas y gasterópodos. Con base en sus características texturales y fauna de rudistas, miliólidos, gasterópodos, equinodermos, algas verdes y orbitolínidos, las capas de caliza de esta unidad indican ambientes marinos neríticos de aguas someras, con desarrollo local de bancos oídicos de alta energía, mientras que el conglomerado de caliza en la base, es evidencia de retrabajo de una plataforma marina (Monreal y Longoria, 2000b). Scott y González-León (1991) asignaron a la Formación Los Picachos una edad de Albiano superior, sin embargo Monreal y Longoria (2000b) basados en la

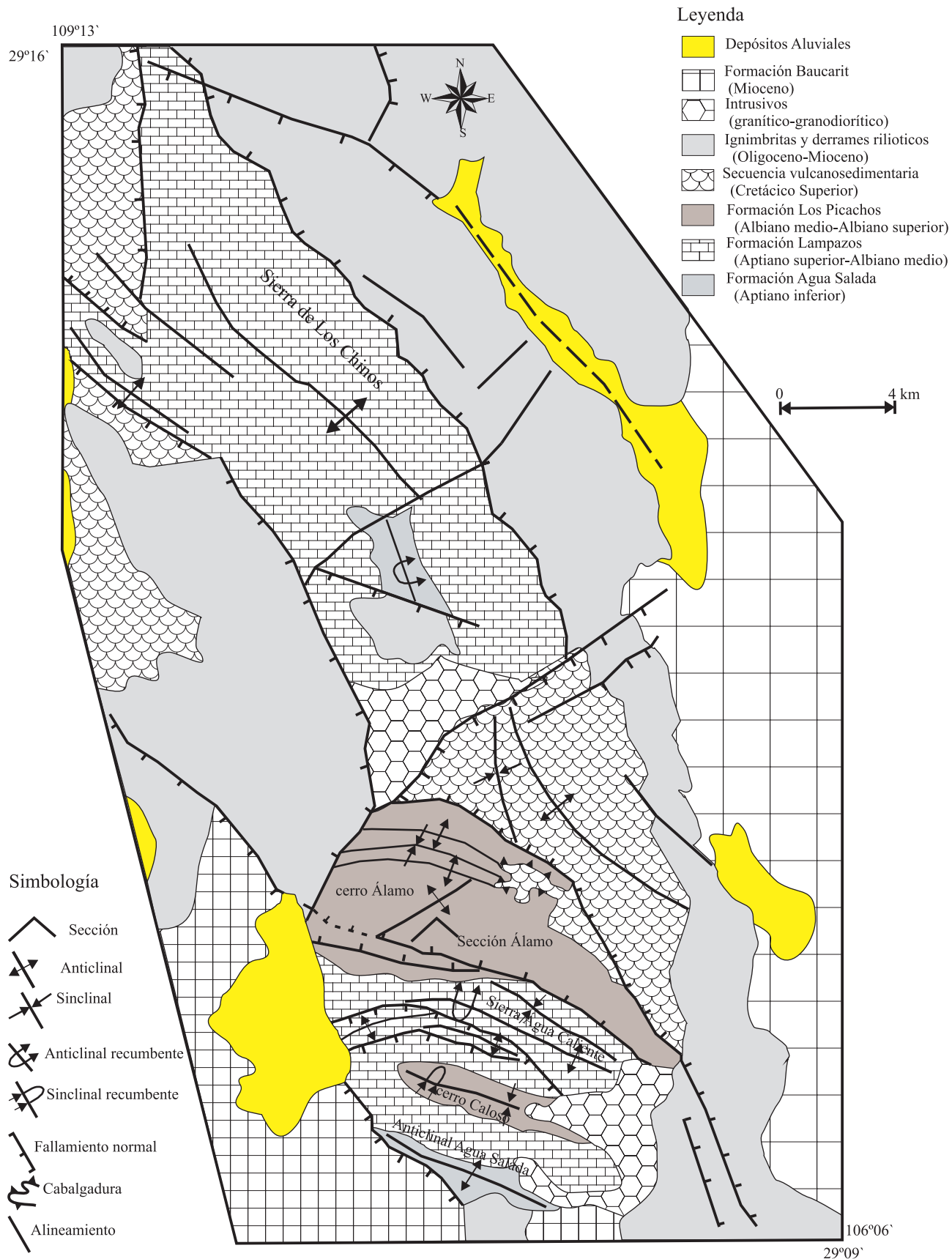


Figura 2. Mapa geológico del área de estudio (Modificado de Monreal y Longoria, 2000).

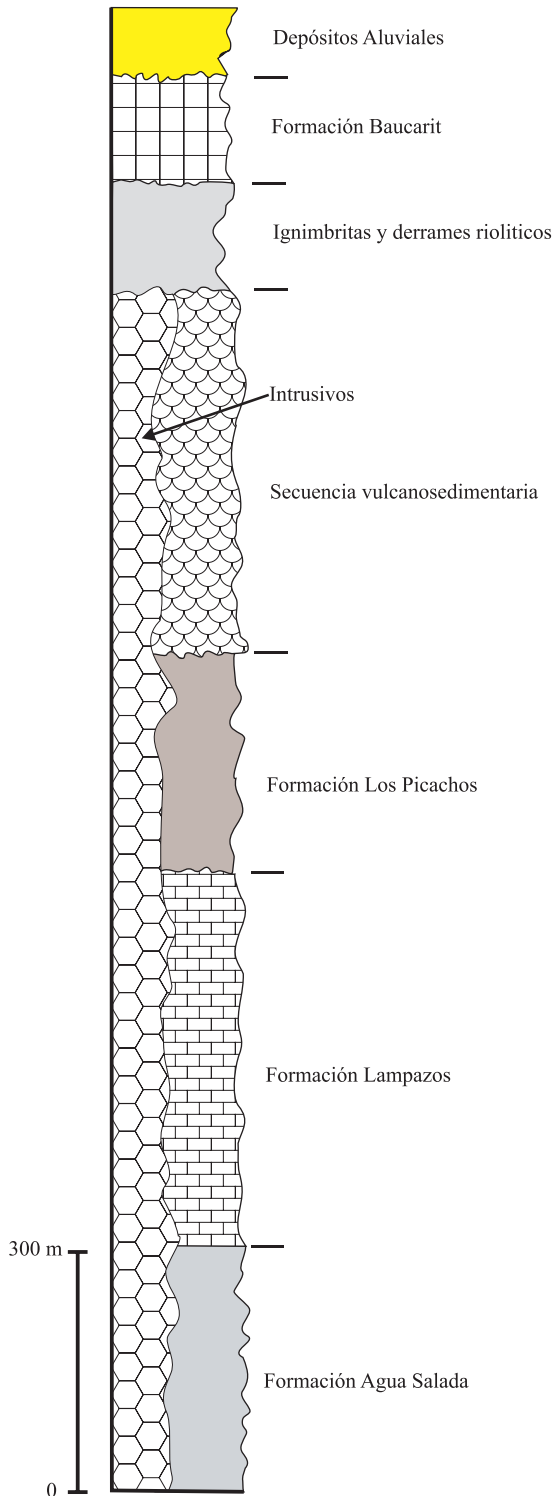


Figura 3. Columna estratigráfica de la zona de estudio

presencia de *Colomiella* sp. y *Favusella* sp., presentes en la base de la unidad, consideraron que ésta tiene una edad del Albiano medio al Albiano superior. La Formación Los Picachos aflora en el Cerro el Caloso y en el Cerro Álamo donde tiene un espesor de 520 m (Figuras 2 y 4). La cima

de esta formación no se encuentra expuesta, ya que ésta o se encuentra erosionada o se encuentra sobreyacida discordantemente por la secuencia vulcanosedimentaria.

2.2. Cretácico Superior

La secuencia del Cretácico Superior está compuesta por una alternancia de limonita y arenisca arcillosa de estratificación delgada con intercalaciones de tobas, aglomerados y andesitas y lentes de conglomerado en la cima constituido por fragmentos de roca volcánica, esta secuencia aflora en la parte noreste del cerro Álamo (Figura 2). La edad de esta secuencia es asignada al Cretácico Superior, debido a que sobreyace discordantemente a la Formación Los Picachos del Albiano medio-superior, en base a sus relaciones estratigráficas, así como su parecido litológico con la Formación Tarahumara (Amaya-Martínez y González, 1993; Mc Dowell *et al.*, 1994).

2.3. Terciario

La tercera secuencia esta constituida por roca volcánica (ignimbrita) y conglomerado de la Formación Baucarit. Esta secuencia aflora en la porción noreste y suroeste de la región de estudio (Figura 2). La edad de esta secuencia es del Terciario (Oligoceno-Mioceno).

3. Geología estructural

Las estructuras más sobresalientes en el área de estudio son anticlinales y sinclinales verticales y recumbentes, con longitudes desde decenas de metros hasta 2 km. Estas estructuras tienen orientaciones NW- SE con vergencias tanto al SW como al NE (Cerro Álamo). Otros pliegues se encuentran con sus ejes girados o torcidos como puede observarse en la Figura 2, esto es fácil de reconocer ya que su vergencia cambia en direcciones opuestas, estos pliegues se pueden observar en el anticlinal de la Sierra Los Chinos, los cerros Álamo, Agua Caliente, y el anticlinal Agua Salada; mientras las estructuras sinclinales conforman los cerros Caloso y Agua Caliente (Figura 2). Otras estructuras son las fallas de tipo normal e inverso, las fallas de tipo normal delimitan algunos contactos entre las formaciones Cretácicas y entre la Formación Lampazos y las rocas volcánicas; mientras que las fallas inversas se observan al noreste del cerro Álamo, donde la Formación Los Picachos cabalga a la secuencia vulcanosedimentaria, ya que los estratos de la Formación los Picachos se encuentran topográficamente sobre las rocas de la unidad vulcanosedimentaria y en su contacto se encuentran las rocas cizalladas y deformadas. Este cabalgamiento pudo haber ocurrido al final del Cretácico representando el evento Laramide (Calmus y Radelli, 1987, González-León, *et al.*, 1992). Posterior a

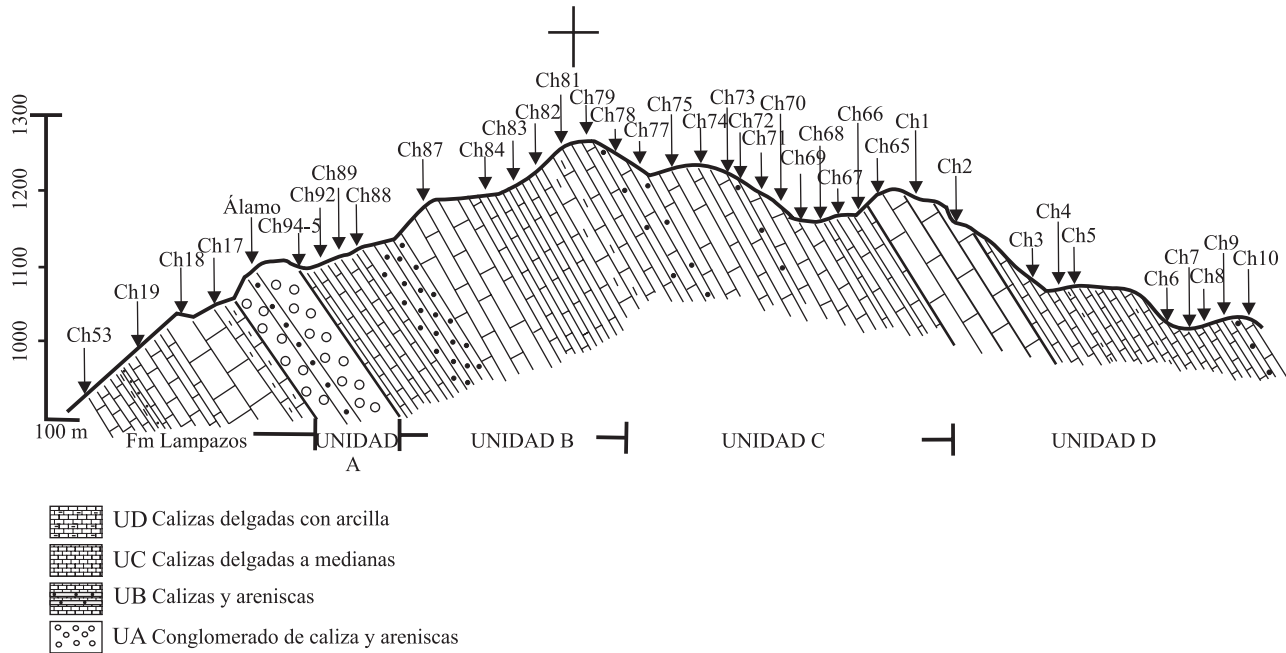


Figura 4. Perfil esquemático de la sección Álamo, mostrando las secuencias litoestratigráficas que contiene la Formación Los Picachos.

este evento se originó el emplazamiento de los intrusivos terciarios de edad eocénica (Laguna-Montiel, 2003; Monreal y Longoria, 2000b), localizados en la Sierra Los Chinos y en la porción sureste del cerro Caloso (Figura 2).

4. Litoestratigrafía de la Formación Los Picachos

Para este trabajo se estudió una sección de la Formación Los Picachos ubicada en la porción sur del cerro Álamo, con una longitud de 1.5 kilómetros que corta al flanco sureste del anticlinal del Cerro Álamo (Figura 2). Para el estudio de esta sección estratigráfica la Formación Los Picachos se dividió en 4 unidades que de la base a la cima comprende (Figura 4):

Unidad A. Esta unidad está formada por un conglomerado de capas masivas con intercalaciones delgadas de arenisca y lutitas de color café. El conglomerado está formado por clastos de caliza subredondeados a angulosos y con tamaños que van de 1.5 a 25 cm de diámetro en una matriz arenosa calcárea. Los fragmentos de fósiles contenidos en los clastos pueden identificarse como provenientes de la Formación Espinazo del Diablo de la región de Lampazos.

Unidad B. La unidad B está compuesta por 4 paquetes litológicos, que de la base a la cima son: a) caliza color gris oscuro de estratificación delgada, con fragmentos de rudistas (*Coalcomana* sp.), gasterópodos, orbitolinidos, así como nódulos de pedernal; b) conglomerado de clastos pequeños (guijarros) y arenisca de grano fino color café claro; c) caliza color gris oscuro de estratificación gruesa; con fósiles (rudistas y gasterópodos), pedernal en forma de

nódulos y capas delgadas de calizas oolíticas de color gris oscuro; d) caliza areno-arcillosa en estratos delgados. Este paquete tiene un espesor de 146.5 m.

Unidad C. Esta unidad la constituyen 5 paquetes litológicos, de la base a la cima a) caliza arcillosa de estratificación delgada (en ciertas partes se observa brechoide) con gasterópodos, b) arenisca de grano fino color café, c) caliza color gris oscuro con arcilla y arena de estratificación delgada, d) caliza oolítica de color gris oscuro de estratos delgados; e) caliza delgada arcillosa con algunas intercalaciones de capas de caliza oolítica. Esta unidad tiene un espesor de 175.5 m.

Unidad D. Esta unidad esta compuesta por seis paquetes litológicos; de la base a la cima: a) caliza gruesa color gris oscuro, presenta vetillas rellenas de calcita, nódulos de pedernal y algunos fósiles (rudistas y gasterópodos); b) caliza delgada color gris oscuro con arcilla y nódulos de óxidos de hierro relleno de cavidades en ciertos intervalos; c) caliza oolítica, d) caliza de estratificación delgada con rudistas, gasterópodos y corales; e) arenisca de grano fino color café; y f) caliza de estratos delgados sin fósiles. Esta unidad tiene un espesor de 113.5 m.

5. Microfacies y ambientes sedimentarios de la Formación Los Picachos

La sección Álamo se dividió en 8 microfacies, repitiéndose algunas de ellas a lo largo de la formación (Figura 5).

Microfacies 1. La microfacies 1 (MFCA-1)

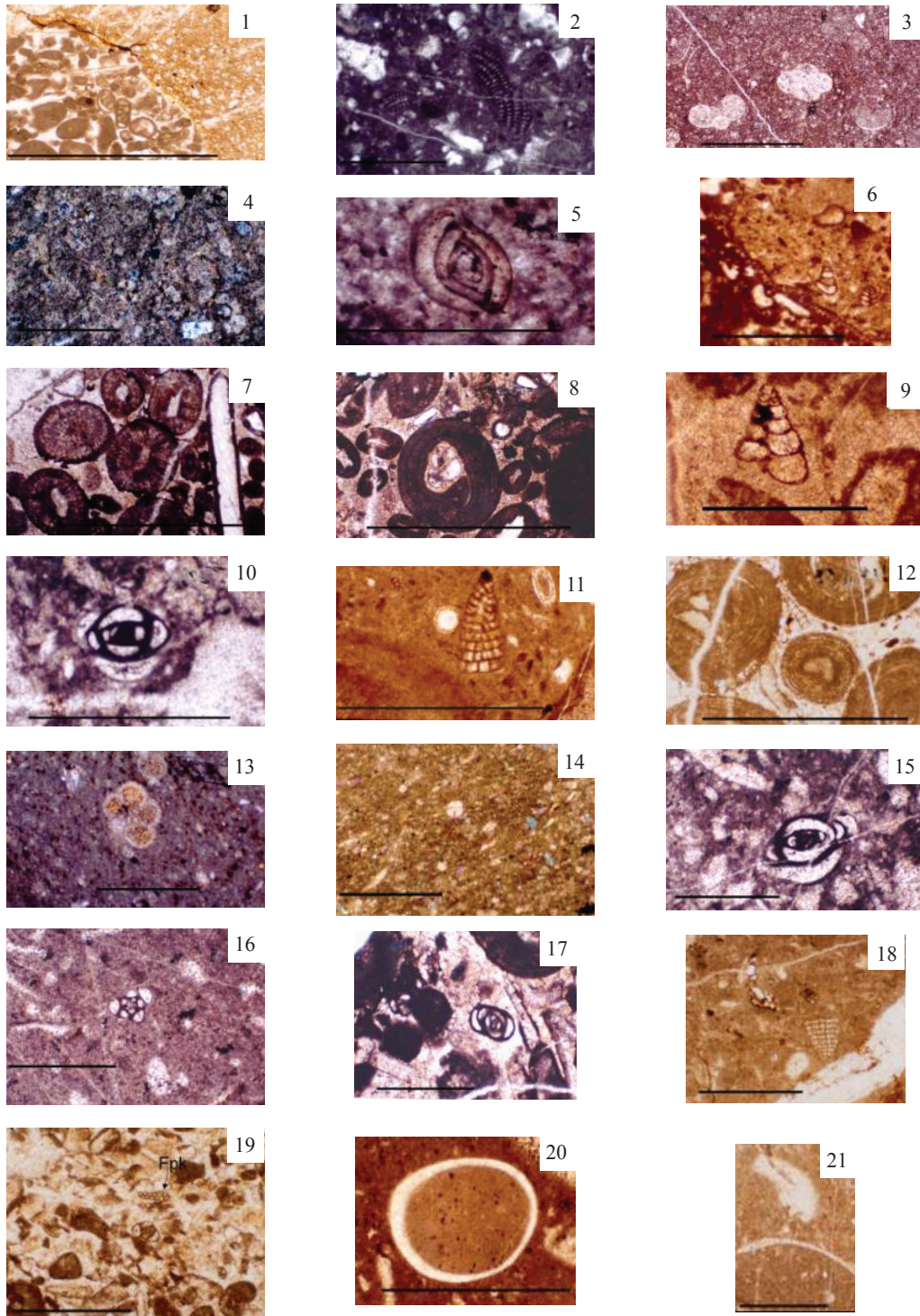


Figura 5. Microfacies de la Formación Los Picachos en la sección Álamo 1. Vista general de la microfacies MFCA-1, conglomerado de caliza con miliólidos, intraclastos y pellets en matriz arenosa (clásto). Luz natural. Barra = 100 micras. 2.-Conglomerado de caliza con orbitolinidos (clásto) (orbitolinidos) (MFCA-1). Luz natural. Barra = 500 micras, 3.- Microfacies 2 (MFCA-2) (foraminíferos planctónicos, ostrácodos). Luz natural. Barra = 500 micras, 4.- Calciesfera (MFCA-2). Nícoles cruzados. Barra = 500 micras, 5.- Miliólido (MFCA-2). Luz natural. Barra = 500 micras, 6.- Foraminífero bentónico (MFCA-2). Luz natural. Barra = 100 micras, 7.- Microfacies 3 (MFCA-3) (oolitas y pellets). Luz natural. Barra = 500 micras, 8.- Oolitas (MFCA-3). Luz natural. Barra = 100 micras, 9.- Microfacies 4 (MFCA-4) (foraminífero bentónico). Nícoles cruzados. Barra =500 micras, 10.- Miliólido (MFCA-4). Luz natural. Barra =100 micras, 11.- Orbitolinidos y calciesfera (MFCA-4). Luz natural. Barra =100 micras, 12.- Oolitas (MFCA-4). Luz natural. Barra =100 micras, 13.- Microfacies 5 (MFCA-7) (foraminífero planctónico). Luz natural. Barra =500 micras, 14.- Calciesfera (MFCA-5). Nícoles cruzados. Barra =500 micras, 15.- Microfacies 6 (MFCA-6) (Miliólidos, ostrácodos). Luz natural. Barra = 500 micras, 16.- Miliólido (MFCA-6). Luz natural. Barra = 500 micras, 17.- Microfacies 7 (MFCA-7) (Oolitas, pellets y Miliólido). Luz natural. Barra = 500 micras, 18.- Orbitolinido, pelecípodo (MFCA-7). Luz natural. Barra = 500 micras, 19.- Microfacies 8 (MFCA-8) (Pellets, foraminíferos bentónicos). Luz natural. Barra = 500 micras, 20.- Ostrácodo y oolita (MFCA-8). Luz natural. Barra = 100 micras, 21.- Ostrácodo (MFCA-8). Luz natural. Barra = 500 micras).

Conglomerado de clastos de caliza en una matriz de arenisca calcárea arenosa, los clastos de caliza presentan una textura grainstone y un contenido principal de intraclastos, miliólidos, pelets y orbitolínidos, además de algunas venas de disolución y cuarzo, incluidos en una matriz arenosa. El ambiente probable de esta facies es marino nerítico medio en el margen de la plataforma. Se presenta solo en la unidad A (muestra Álamo).

Microfacies 2. La microfacies 2 (MFCA-2) presenta texturas mudstone, wackestone y packstone, contiene trazas de foraminíferos bentónicos y planctónicos, miliólidos, calciesferas y ostrácodos. Esta microfacies se formó en un ambiente marino nerítico medio a exterior y se presenta en la parte inferior de la unidad B (muestras Ch-94 a Ch-87), así como en la parte inferior de la unidad D (muestras Ch-1 a Ch-3).

Microfacies 3. La microfacies 3 (MFCA-3) presenta texturas wackestone packstone y grainstone y contenido principal de oolitas, pelets y ostrácodos. El ambiente de esta microfacies es marino nerítico medio con desarrollo de bancos o acumulaciones ooidales. Se presenta en la cima de la unidad B (muestras Ch-84 a Ch-79) y dos veces en la parte superior de la unidad C (muestras Ch-72 y Ch-67).

Microfacies 4. La microfacies 4 (MFCA-4) presenta texturas mudstone y wackestone, y un contenido microfósil menor de foraminíferos bentónicos, miliólidos, orbitolínidos, calciesferas, oolitas y ostrácodos. Su ambiente es nerítico medio con desarrollo de lagunas. Constituye la mayor parte de la unidad C (muestras Ch-79, Ch-78, Ch-77, Ch-75, Ch-74, Ch-73, Ch-70, Ch-69, Ch-68, Ch-66, Ch-65).

Microfacies 5. La microfacies 5 (MFCA-5) presenta textura mudstone y un contenido microfósil menor de foraminíferos planctónicos, calciesferas y ostrácodos. Su ambiente es marino nerítico medio a exterior y se presenta en la parte inferior media de la unidad D (muestra Ch-4).

Microfacies 6. La microfacies 6 (MFCA-6) presenta texturas packstone y contenido microfósil principal de miliólidos, así como trazas de foraminíferos bentónicos y planctónicos, pelets y ostrácodos. Su ambiente es marino nerítico medio a exterior con desarrollo de lagunas y se presenta en la parte media de la unidad D (muestra Ch-5).

Microfacies 7. La microfacies 7 (MFCA-7) presenta texturas wackestone, packstone y grainstone y un contenido de oolitas, pellets, foraminíferos planctónicos y bentónicos, miliólidos, orbitolínidos, y ostrácodos. Su ambiente es marino nerítico medio a exterior con desarrollo de bancos o acumulaciones y se presenta en la parte media superior de la unidad D (muestra Ch-6, Ch-7, Ch-8).

Microfacies 8. La microfacies 8 (MFCA-8), presenta texturas packstone y un contenido principal de pelets, así como trazas de oolitas, ostrácodos y foraminíferos bentónicos. Su ambiente es marino nerítico medio y se presenta en la parte superior de la unidad D (muestras Ch-9, Ch-10).

6. Discusión

Anteriormente las unidades litoestratigráficas que conforman la Sierra Los Chinos habían sido asignadas a las unidades del Grupo Bisbee (Grijalva y Cubillas, 1990 y Grijalva *et al.*, 1994), otros pensaban que estas unidades no pertenecían al Grupo Bisbee (Pubellier, 1987), pero recientemente estas unidades han sido relacionadas con las rocas del área de Lampazos del este de Sonora y consecuentemente con la estratigrafía de Chihuahua, ya que la estratigrafía del grupo Bisbee es en general caracterizada por una secuencia clástica con un intervalo de rocas carbonatadas en su parte media, mientras que la secuencia del área de Lampazos se caracteriza por ser un intervalo constituido por más rocas carbonatadas (lutita calcárea fosilífera, caliza; fosilífera, y arenisca calcárea); por lo que se evidencia la relación paleogeográfica y tectónica de la secuencia expuesta en la Sierra Los Chinos con el Cinturón Tectónico de Chihuahua y no con el Grupo Bisbee de Sonora (Monreal y Longoria, 2000, Monreal, *et al.*, 2000, Santa María y Monreal, 2001, 2002). Este trabajo se enfocó al estudio detallado de la estratigrafía y los ambientes de depósito de la Formación Los Picachos expuesta en la Sierra Los Chinos, con base en el estudio de sus microfacies, y con ello se pretende aportar más en el conocimiento de la paleogeografía durante el Cretácico Temprano en el estado de Sonora.

En la Formación Los Picachos expuesta en el área de Lampazos, también existe un conglomerado en la base, pero es de espesores más pequeños y este se encuentra descansando sobre la Formación Espinazo del Diablo y contiene clastos derivados de dicha formación (Monreal y Longoria, 2000a). Sin embargo en la Sierra Los Chinos la Formación Los Picachos, cuyos clastos parecen también haber sido derivados de la Formación Espinazo del Diablo, descansa discordantemente sobre la Formación Lampazos, habiendo sido erosionada completamente la Formación Espinazo del Diablo en la Sierra Los Chinos (Figura 6).

Esta discordancia en la base de la Formación Los Picachos es evidencia de un episodio tectónico que ocurrió al final de Albiano o principios del Cenomaniano, que no había sido reconocido en este intervalo de tiempo en Sonora, por lo que su análisis más detallado será de gran importancia para profundizar en el conocimiento de los eventos tectónicos que se llevaron a cabo en este tiempo geológico.

La deformación de las rocas cretácicas en esta área es similar al estilo de deformación de rocas Mesozoicas en Coahuila, Nuevo León, y especialmente a las del Cinturón Tectónico de Chihuahua, por lo que podemos entonces atribuir el estilo de deformación de las rocas de la Sierra Los Chinos a la tectónica transpresiva del norte-noreste de México (Longoria, 1985, 1994, 1998; Monreal, 1993; Monreal y Longoria, 1995).

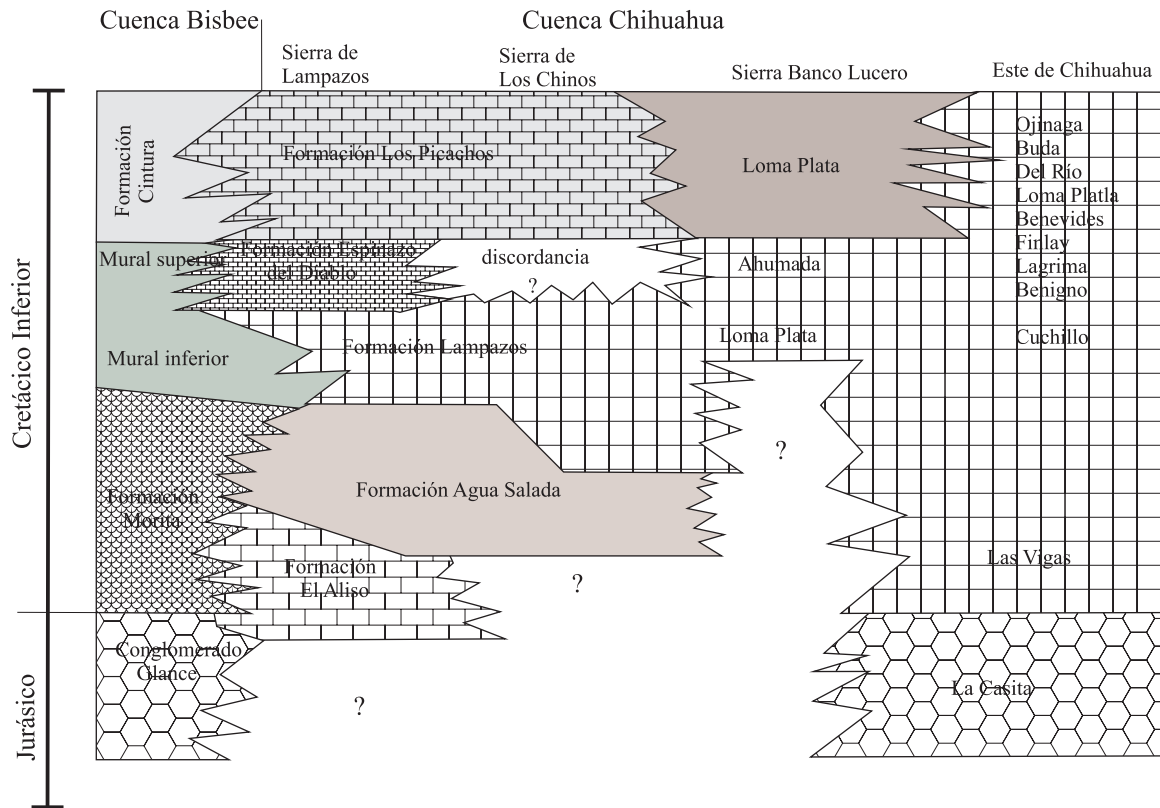


Figura 6. Correlación entre el área de la Sierra de Los Chinos, Lampazos, Grupo Bisbee y Cuenca de Chihuahua.

7. Conclusiones

La Formación Los Picachos expuesta en la parte sur de la Sierra Los Chinos en el cerro Álamo se separó en cuatro paquetes litoestratigráficos (unidades A-D) para su estudio detallado y se midió un espesor de 560 m.

Con base en el estudio petrográfico, la sección Álamo se dividió en 8 microfacies (MF1-MF10). Las características texturales que presentan las rocas de esta sección, así como su contenido faunístico indican que los sedimentos se depositaron en un ambiente marino somero nerítico exterior con desarrollo local de bancos ooidales y de biohermas de rudistas.

La presencia de rudistas dentro de los clastos que constituyen un paquete de conglomerados cerca de la base, así como del rudista *Coalcomana* sp., indicativo del Albiano-Cenomaniano en la unidad A y de orbitolínidos y calciesferas (*Pithonella ovalis*) del Albiano-Cenomaniano (Watkins, 1988) cerca de la cima (unidad D, Microfacies 5), nos permite asignar la secuencia que conforma la Formación Los Picachos al Albiano, sin embargo en el área de Lampazos Monreal y Longoria (1999) reportan la presencia de *Colomiella* sp y *Favusella* sp, en la base de la unidad, que son indicativos del Aptiano superior al Albiano inferior (Longoria, 1984), mientras que Scott y González-León (1991) asignan la Formación Los Picachos

al Albiano superior.

Las principales estructuras que se encuentran en la Sierra Los Chinos son pliegues y fallas, los pliegues presentan sus ejes rotados, ya que sus vergencias cambian en direcciones opuestas (NE y SW), mientras que el fallamiento, lo representan fallas normales e inversas, las primeras limitan algunos contactos entre la Formación Lampazos con la rocas ígneas (tobas), mientras que las fallas inversas se manifiestan por el cabalgamiento de la Formación Los Picachos, del Cretácico Inferior, sobre la secuencia vulcanosedimentaria del Cretácico Superior. Se cree que este cabalgamiento haya ocurrido al final del Cretácico y corresponda con el evento Laramide. Es importante mencionar que las microfacies de la Formación Los Picachos evidencian ambientes de depósito de aguas someras en una plataforma carbonatada, sin embargo la evidencia de una discordancia y un conglomerado depositado en ambientes marinos someros en la base de esta secuencia es una clara evidencia de movimientos tectónicos en el área durante el Albiano, aspecto que no había sido identificado anteriormente para este periodo de tiempo, en Sonora, siendo evidencia de que este intervalo de tiempo geológico no fue tan “tranquilo” como se ha planteado, al menos no en toda la extensión de la plataforma carbonatada del norte de México.

8. Agradecimientos

Este trabajo se llevo a cabo con el apoyo del proyecto CONACYT No. 28307-T No. 28307-T, “Estratigrafía y Paleogeografía del Albiano del Norte de México”, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), llevado a cabo por el Dr. Rogelio Monreal Saavedra de la Universidad de Sonora en colaboración con el Dr. José Longoria de la Florida International University. Este trabajo fue una parte de la tesis de maestría en la Universidad de Sonora, quiero agradecer a todas las personas que de alguna manera contribuyeron para la realización de este trabajo, así como los revisores anónimos y al Dr. Carlos González León por sus comentarios hechos al manuscrito.

9. Referencias

- Amaya-Martínez, R., González, M.M., 1993, Las rocas volcánicas de la Formación Tarahumara y su relación con las secuencias volcanosedimentarias en la porción centro-oriental del estado de Sonora (resumen), en III Simposio de la Geología de Sonora y áreas adyacentes: Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México y Departamento de Geología Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, 1.
- Calmus, T., Radelli, L., 1987, Mid-Cretaceous orogeny and Laramide of Sonora and Baja California: Boletín del Departamento de Geología, Universidad de Sonora, 4(1-2), 51-56.
- Flügel, E., 1982. Microfacies analysis of limestones: Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG., 633p.
- González-León, C., Buitrón, B.E., 1984, Bioestratigrafía del Cretácico Inferior del área de Lampazos, Sonora, México (memoria), en III Congreso Latinoamericano de Paleontología: Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 371-377.
- González-León, C. M., 1988, Estratigrafía y geología estructural de las rocas sedimentarias cretácicas del área de Lampazos, Sonora: Revista del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 7(2), 149-162.
- González-León, C., Roldán-Quintana, J., Rodríguez, P. E., 1992, Deformaciones Sevier y Laramide, su presencia en Sonora: Boletín del Departamento de Geología, Universidad de Sonora, 9(1), 1-18.
- Grijalva, A.S., Cubillas, R., 1990, Geología del área de Sahuaripa: Gobierno del Estado de Sonora, Dirección de Fomento Minero, reporte inédito, 60 p.
- Grijalva, A.S., Fernández, M.A., Cubillas, R., 1994, Estratigrafía y yacimientos minerales de la región de Badesi, Municipio de Sahuaripa, Sonora. Escala 1: 50, 000: Gobierno del Estado de Sonora, Dirección de Fomento Minero y Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, Publicación No. 14, 42 p.
- Grijalva-Noriega, J., 1991, Sobre el Cretácico Temprano en Sonora y áreas adyacentes: Boletín del Departamento de Geología, Universidad de Sonora, 8(2), 1-18.
- Herrera, S. y Bartolini, C., 1983, Geología del área de Lampazos Sonora: Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, tesis profesional, 120 p.
- Laguna-Montiel, A., 2003, El skarn polifásico de W-Au La Gloria, Municipio de Sahuaripa, Sonora: Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, tesis de maestría, 72p.
- Longoria, J.F., 1984, Cretaceous biochronology from the Gulf of Mexico region based on planktonic microfossils: Micropaleontology, 30, 225-242.
- Longoria, J.F., 1985, Tectonic transpression in the Sierra Madre Oriental, northeastern Mexico: an alternative model: Geology, 13, 453-456.
- Longoria, J.F., 1994, Recognition and characteristics of a strike-slip fault system in Mexico and its Mesozoic transpressional regime: implications in plate tectonics and paleogeographic reconstruction: Boletín del Departamento de Geología, Universidad de Sonora, 11(1), 77-104.
- Longoria, J.F., 1998, The Mesozoic of the Mexican Cordillera in Nuevo Leon, NE Mexico, en Longoria, J.F., Krutak, P.R., Gamper, M.A. (eds), Geologic Studies in Nuevo Leon, Mexico: Sociedad Mexicana de Paleontología, A.C., Special Publication, 1-44.
- Longoria, J., Monreal, R., 1991, Lithostratigraphy, microfacies, and depositional environments of Sierra La Nieve, Coahuila, Northeast, México: Revista de la Sociedad Geológica de España, 4(1-2), 7-31.
- Mc Dowell, F.W., Roldán, Q.J., Amaya, M.R., González, C.M., 1994, The Tarahumara Formation a neglected component of the Laramide magmatic arc in Sonora: GEOS, Boletín de la Unión Geofísica Mexicana, Epoca II, 12(5), 76.
- Monreal, R., 1993, Paleogeografía y tectónica de la cuenca de Chihuahua durante el Cretácico Inferior: Boletín del Departamento de Geología, Universidad de Sonora, 10(1) 1-20.
- Monreal, R., Longoria, J.F., 1995, Transpressional deformational pattern related to basement faults in the mesozoic of northeastern Chihuahua: Boletín del Departamento de Geología, Universidad de Sonora, 12(2), 17-34.
- Monreal, R., Longoria, J.F., 2000a, Stratigraphy and structure of the Lower Cretaceous of Lampazos, Sonora, (northwest Mexico) and its relationship to the Gulf Coast succession: Bulletin of American Association of Petroleum Geologist, 84(11), 1811- 1831.
- Monreal, R., Longoria, J.F., 2000b, Lower Cretaceous rocks of Sierra Los Chinos, east-central, Sonora: Geofísica Internacional, 39(4), 309-322.
- Monreal, R., Santa María, D.A., Monreal, C.A., 2001, La Formación Los Picachos (Cretácico Inferior) en la Sierra de Los Chinos, este-central de Sonora; un conglomerado intraformacional, en XXIV Convención Internacional: Acapulco, Guerrero, México, Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C., 99-101.
- Pubellier, M., 1987, Relations entre domaines cordilleraire et mésogéen au nord du Mexique, étude géologique de la vallée de Sahuaripa, Sonora: Université de Paris VI, tesis doctoral, 219p.
- Santa María D.A., Monreal, R., 2002, La Formación Los Picachos, en la Sierra de Los Chinos (Cerro el Álamo), Este-Central de Sonora, en VIII Encuentro en Geociencias: Hermosillo, Sonora, México, CESUES, 16-21.
- Santa María D.A., Monreal, R., 2002, La Formación Los Picachos (Cretácico Inferior) en la Sierra Los Chinos, Este-Central de Sonora, en XXVII Semana Cultural de Geología: Hermosillo, Sonora, México, Universidad de Sonora (DCEYN), Departamento de Geología, 2p.
- Solano Rico, 1970, Geología y yacimientos minerales del Distrito de Lampazos, Sonora: Facultad de Ingeniería, UNAM. México, tesis profesional, 85p.
- Scott, W.R., Gonzalez-León, C., 1991, Paleontology and biostratigraphy of Cretaceous rocks, Lampazos area, Sonora, Mexico, en Pérez- Segura, E., Jacques- Ayala, C. (eds), Studies of Sonoran geology: Geological Society of American Special Paper 254, 51-67.
- Watkins, D.K., 1988, Paleontological results from Ocean Drilling Program Leg 101, en Austin, J.A., Jr., Schlager, W., *et al.*, 1988, Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 10, (473-480).

Manuscrito recibido: Noviembre 22, 2007

Manuscrito corregido recibido: Agosto 21, 2008

Manuscrito aceptado: Agosto 30, 2008