

Formación Chapolapa: El triásico que no era

María Fernanda Campa Uranga^{a,*}, Carlos Uriel García Hernández^b, Blanca Buitrón-Sánchez^c,
Rafael Torres de León^d

^aUniversidad Autónoma de la Ciudad de México, Plantel Cuauhtepac.

^bUniversidad Autónoma de Guerrero-Geología Regional, Taxco Viejo.

^cDepartamento de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, CDMX, 04510.

^dLaboratorio de Geociencias, ENES Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán.

* geatea@hotmail.com

Resumen

Se comparte el hallazgo de cuatro ejemplares de amonitas deformadas en filita y edades U/Pb en zircones procedentes de dos muestras de rocas metavolcánicas de la Formación Chapolapa procedentes de tres localidades próximas a Chapolapa, Guerrero, las cuales le confieren una edad Jurásica-Cretácica. Los datos paleontológicos y edades geocronológicas demuestran que esta formación no es Triásica como originalmente se propuso (De Cserna, 1965), sino que es parte del conjunto de arcos insulares del Jurásico-Cretácico del Terrero Guerrero (Campa y Coney, 1983).

Palabras clave: Paleontología, amonitas, Jurásico-Cretácico, geocronología, análisis shrimp de zircones U/Pb.

Abstract

We share the findings of four deformed ammonites found in phyllite and Zircon U/Pb ages from two samples collected from metavolcanic rocks of the Chapolapa Formation, collected in three localities near Chapolapa, Guerrero, which provide a Jurassic-Cretaceous age to this unit. These paleontological data and geochronological ages, show that this formation is not Triassic (De Cserna, 1965), but rather are part of the Jurassic-Cretaceous insular arcs of the Guerrero Terrane (Campa and Coney, 1983).

Keywords: Paleontology, ammonites, Jurassic-Cretaceous, geochronology, shrimp analysis U/Pb of zircons.

1. Introducción

La secuencia estratigráfica denominada Formación Chapolapa aflora en un área del sur de Guerrero, cubierta por mapeo geológico regional a escalas 1:1000000 (INEGI, 1980), 1:500000 (CRM, 1999) y 1:250000 (INEGI, 1991; CGN, 1998; Campa UMF, Mapa del sur de México escala 1:250000, (UAG). Varios trabajos han sido enfocados al fechamiento de los intrusivos y/o de las rocas metamórficas basales a dicha unidad (De Cserna, 1965; De Cserna *et al.*, 1974; Guerrero-García, 1975; Guerrero-García *et al.*, 1978; Morán-Zenteno, 1992; Herrmann *et al.*, 1994; Ducea *et al.*, 2004). Entre las tesis dedicadas a entender la Formación

Chapolapa, hay que destacar aquellas de Sabanero-Sosa (1990), quien hizo un estudio geológico-estructural de la parte central del Estado de Guerrero, la de Robinson (1991) quien realizó un estudio geocronológico de los terrenos de basamento del sur de México, así como la tesis de doctorado de García-Díaz (2004) quien realizó un estudio regional del área.

Recientemente el geólogo Carlos Uriel García Hernández descubrió, durante sus exploraciones mineras, un conjunto de cuatro amonitas en la filita de la Formación Chapolapa en las cercanías de San Roque (Figura 1). En el presente trabajo se estudian estas amonitas desde un punto de vista bioestratigráfico y se realizan dos fechamientos absolutos

de rocas metavolcánicas de la Formación Chapolapa. La combinación de los nuevos datos bioestratigráficos y geocronológicos contribuyen a precisar el alcance cronoestratigráfico de la Formación Chapolapa y con ello mejorar nuestra comprensión del conjunto de arcos insulares del Jurásico-Cretácico que integran el Terrero Guerrero.

2. Antecedentes

De Cserna (1965) escribió en el prólogo de su publicación “Reconocimiento Geológico en la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, estado de Guerrero” dos comentarios que, aunque suelen pasar desapercibidos por los lectores, queremos destacar pues,

en nuestra opinión, son importantes:

1. en la página 5 señala que el geólogo norteamericano Carl Fries, durante la celebración del 20 Congreso Geológico Internacional celebrado en México en 1956, planteó “la posibilidad de estudiar la Sierra Madre del Sur, entre Chilpancingo y el Puerto de Acapulco”.
2. en la misma página indica que el geólogo inglés George Martin Lees le escribió que “le agradeceré sus puntos de vista en pro o en contra de un Pacífico permanente hacia el Poniente de la costa occidental de México”.

De ambos comentarios se puede interpretar como la estrategia exploratoria para avanzar en el conocimiento geológico básico del territorio de México en aquel

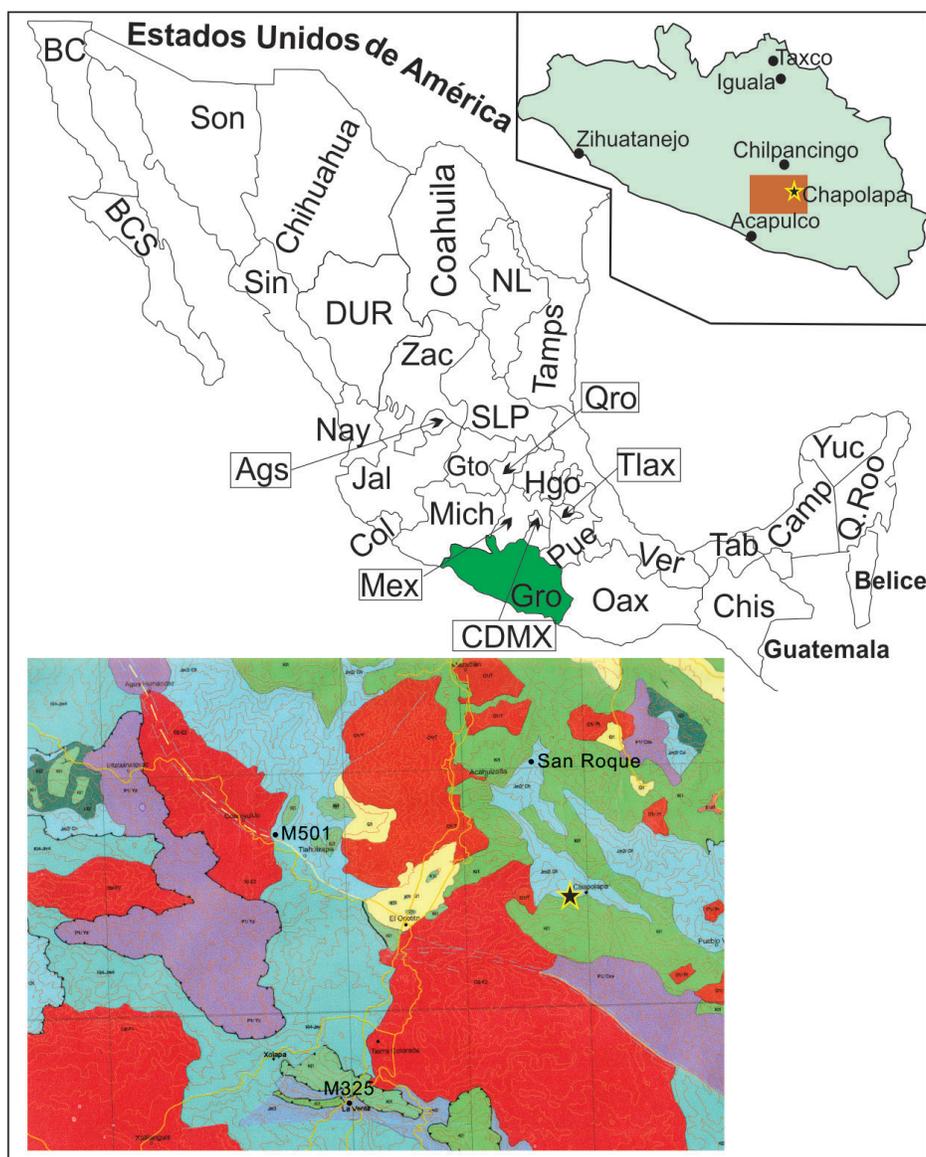


Figura 1. Ubicación del área de estudio y localización de las muestras estudiadas: San Roque, M325 y M501. La estrella indica la localidad de Chapolapa que da nombre a la unidad litoestratigráfica objeto de estudio.

entonces, estaba influenciada por las necesidades europeas y norteamericanas. Y también que el estado del arte en México era primario o básico con enormes vacíos, algunos de los cuales subsisten hasta hoy, debido a que la exploración geológica está encaminada principalmente a la búsqueda y saqueo de recursos naturales. Otro antecedente del siglo pasado que no puede dejar de ser mencionado es un informe inédito con excelentes mapas y secciones de Jenny (1933) mismo que fue traducido y publicado en español por Guzmán (1950). De Cserna (1965) no los menciona como antecedentes en su introducción. Tampoco menciona en el texto la importante aportación paleontológica de clasificación de amonitas de Burckhardt (1919 – 1921) si bien si cita este trabajo en sus referencias dado que es importante en la estratigrafía de la región, pues trata sobre amonitas de la Formación Mexcala del Cretácico tardío. Dichas omisiones dan cuenta del estado del conocimiento y desconocimiento geológico mundial en la posguerra del siglo XX, esto es, hace más de medio siglo, tanto en Europa como en Estados Unidos de América. De esta manera, la exploración geológica base para encontrar recursos naturales explotables fue sistematizada apenas entonces por De Cserna (1965) en la Sierra Madre del Sur, a lo largo de la carretera México-Acapulco en el tramo de Chilpancingo a Acapulco, con la propuesta de una estratigrafía especulativa, la cual no consideró datos paleontológicos ni geocronológicos, de tal forma que la edad triásica propuesta para la Formación Chapolapa, la cual ha subsistido hasta años recientes, era endeble y debatible desde sus inicios. Posteriormente en los años 70 del siglo pasado, Campa realiza su tesis de Maestría (Campa, 1975) en el área de Taxco y posteriormente, con sus observaciones y análisis, elabora otros mapas diferentes de los mapas de Fries (1960) y de De Cserna (1965), y extiende sus investigaciones hacia Tierra Caliente y el Sur del estado de Guerrero para su tesis de Doctorado (Campa Uranga, 1979) bajo la dirección de Marc Tardy, Jean Aubouin y Peter Coney. Aplicó la metodología de la naciente aloctonía propuesta por la tectónica de placas y tectónica de terrenos estratotectónicos, y descubre que las supuestas rocas metamorfozadas de bajo y alto grado, no son paleozoicas o proterozoicas, sino que corresponden a conjuntos de rocas mesozoicas intensamente deformadas, pues se encuentran las amonitas en esquisto y filita, y define con otros colegas (Campa *et al.*, 1974) la Secuencia Volcánico Sedimentaria Metamorfozada de Ixtapan de la Sal, Teloloapan, Guerrero del Jurásico tardío-Cretácico temprano. Posteriormente, Campa-Uranga e Iriondo (2004) data rocas metavolcánicas con U/Pb en zircón, entre las cuales hay dos de Chapolapa, en el río Guamuchil y en La Venta (Figura 1), que fechan a las secuencias volcánicas de Chapolapa en 133.2 ± 0.7 Ma y 129.7 ± 0.8 Ma respectivamente (Hauteriviano-Barremiano). Por otra parte, Hernández-Treviño *et al.* (2004) fechan una metadacita de la Formación Chapolapa colectada en la ribera del Río Cochoapa, al oeste del poblado El Ocotito a través de zircons con el método U-Pb y la técnica TIMS en la cual obtienen 126 ± 4 Ma, la cual es similar a las anteriores

dentro del error analítico. Posteriormente, Campa-Uranga *et al.* (2012), fecharon las rocas metavolcánicas de Taxco con el método U-Pb en zircons y obtuvieron 130 ± 2.6 Ma y 136.9 ± 0.6 Ma para el Esquisto Taxco y 131.7 ± 0.85 Ma y 135.2 ± 0.9 para la Roca Verde Taxco Viejo, respectivamente, con edades correlacionables a las de las rocas volcánicas de Chapolapa. De la nomenclatura de formaciones propuestas en la estratigrafía de De Cserna (1965) en su publicación clásica, anteriormente comentada, nos enfocamos en discutir solamente a la Formación Chapolapa, propuesta originalmente como Triásica-Jurásica temprano, y correlacionada con la Roca Verde Taxco Viejo-Esquistos Taxco, los cuales afloran en el Norte de Guerrero, y que son consideradas como parte del Terreno Guerrero (Campa y Coney, 1983).

3. Evidencias paleontológicas del Sur de Guerrero, localidad de San Roque

En la localidad de San Roque (Figura 1) está expuesta una serie de rocas volcánicas plegadas y metamorfozadas, interestratificadas con niveles de filita, metarenisca arenisca-conglomerado de cuarzo, afectadas por un metamorfismo de bajo grado y clivaje penetrativo, las cuales fueron agrupadas dentro de la Formación Chapolapa originalmente definida por De Cserna (1965). El registro de amonitas de la Formación Chapolapa es muy escaso, habiéndose colectado únicamente cuatro ejemplares. Estos cuatro ejemplares de amonitas se han depositado en la Colección Nacional de Paleontología, albergada en el Museo “María del Carmen Perrilliat Montoya” del Instituto de Geología ubicado dentro del campus principal de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la Ciudad de México y poseen los números de colección IGM 4889 a IGM 4992. Las amonitas se conservan en forma de impresiones que muestran características muy similares entre sí (Figura 2). Es posible observar algunas de sus características básicas, por ejemplo, poseen unas conchas muy evolutas con una alta densidad de costulación con costillas prospiradas con un trazado fino bastante rectilíneo (Figura 2A). En el ejemplar (CC1, Figura 2B) se muestra un abrupto cambio en la ornamentación asociada con la ontogenia. En la última vuelta del ejemplar se observa una fuerte disminución de la densidad de costulación. Las costillas se vuelven más robustas y los espacios intercostales incrementan sustancialmente siendo hasta tres veces el ancho de las costillas. Estas características se pueden atribuir a la subfamilia Perisphinctinae Steinmann y Doderline, 1890 y más concretamente son identificables como *Perisphinctes* (*Perisphinctes*) sp. Los cuatro ejemplares de perisphintidos, no permiten observar la región ventral de las conchas y ello impide la identificación a nivel específico. Sin embargo, la identificación aquí realizada permite atribuir estas amonitas al Oxfordiano tardío, Jurásico tardío, dato de gran relevancia a nivel regional pues nos permite fechar parte de

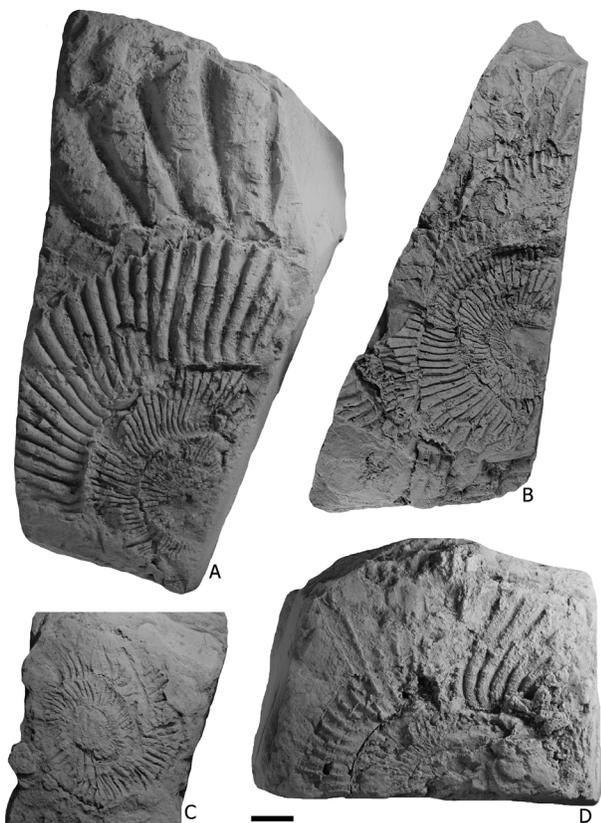


Figura 2. Fotografías de los cuatro ejemplares de amonitas que son atribuibles a *Perisphinctes* (*Perisphinctes*) sp. del Oxfordiano tardío, Jurásico tardío. A: vista lateral del ejemplar IGM 4989. B: vista lateral del ejemplar IGM 4990. C: vista lateral del ejemplar IGM 4991. D: vista lateral del ejemplar IGM 4992. La escala gráfica equivale a un centímetro.

la Formación Chapolapa como Jurásico tardío. También hay que señalar que se realizó un intento de fechar este mismo intervalo estratigráfico de la Formación Chapolapa, con una muestra procedente de un intervalo margoso, la cual fue enviada a un especialista en nanoplancton calcáreo pero la misma resultó estéril. Esto podría ser debido a dos motivos: a que la muestra enviada no hubiera tenido nanoplancton originalmente o a que el metamorfismo de bajo grado, al que ha sido sometida la Formación Chapolapa, haya destruido los microfósiles.

4. Evidencias geocronológicas

A fin de conocer la edad de las rocas metaígneas junto con las metasedimentarias que contienen las amonitas analizadas de la Formación Chapolapa, se realizó el fechamiento U/Pb en zircones con la técnica SHRIMP de dos muestras metavolcánicas provenientes de dos localidades distintas; en el cruce de la terracería rumbo a Inzcuinatoyac y el río Guamuchil y en la presa La Venta (Figura 1, M501 y M325 respectivamente). Los concentrados de zircón de las rocas fueron obtenidos empleando los métodos tradicionales de

separación mineral. Las muestras colectadas en campo (~5 kg), fueron quebradas, pulverizadas y tamizadas; la fracción igual o menor a 250 micras fue lavada y procesada magnéticamente a fin de obtener la parte no magnética, ésta última fue pasada a través de yoduro de metileno (líquido pesado de $\rho = 3.325 \text{ g/cm}^3$ a 20°C). El concentrado mineral que se consigue en la fracción más pesada es > 90 % de zircón puro. Este último concentrado se lavó intensamente con alcohol y acetona. Los análisis U/Pb fueron realizados con la técnica de microsonda iónica sensible de alta resolución con geometría inversa (Sensitive High-Resolution Ion Microprobe-Reverse Geometry: SHRIMP-RG) en la Universidad de Stanford, en California, instrumento en copropiedad con el United States Geological Survey. Los procedimientos analíticos de esta metodología son descritos con detalle por Williams (1998) y Nourse et al. (2005). Los zircones junto con fragmentos del zircón estándar fueron montados en resina epóxica, devastados hasta casi la mitad de su espesor y se fotografiaron con luz transmitida y reflejada. Además, se obtuvieron imágenes de electrones secundarios y de catodoluminiscencia de los cristales antes de su análisis (Figura 3), esas imágenes se usaron para observar las texturas internas de los zircones con objeto de evitar posibles áreas problemáticas existentes dentro de los granos que pudieran influir en el cálculo de las edades. Más detalles sobre la metodología analítica se pueden consultar en Campa-Uranga et al. (2012).

5. Muestra M-325 de metaignimbrita

Los cristales de zircón de esta roca varían de forma subhedral a euhedral, son incoloros, y presentan pequeñas inclusiones, tienen un rango de tamaño promedio de 100 – 150 μm . En las imágenes de electrones secundarios (Figura 3a) se observan cristales con superficie en gran parte homogénea y sólo con algunas irregularidades, pero con bordes moderadamente alterados (cristales i - iii). Las imágenes de catodoluminiscencia (Figura 3a) exhiben granos de zircón con núcleos grandes y homogéneos (en especial los cristales ii y iii) sobre los que se ha desarrollado un patrón concéntrico de bandas alternantes de alta y baja luminiscencia que forman un zoneamiento oscilatorio el cual corresponde a un modelo de crecimiento uniforme que es típico de ambientes magmáticos. De manera similar que en la roca metaporfídica, que se presenta a continuación, en ésta muestra se realizaron mediciones isotópicas en bordes y núcleos de cristales (Figuras 3 y 4 y Tabla 1). El total de datos reportan edades cretácicas y forman un rango restringido al Hauteriviano-Barremiano (Cretácico temprano) que va de 127.3 ± 1.6 a 134.7 ± 1.0 Ma. La edad $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ promedio ponderada es de 130.0 ± 1.2 Ma (Figura 4), la cual también se interpreta como el tiempo representativo de cristalización del protolito volcánico.

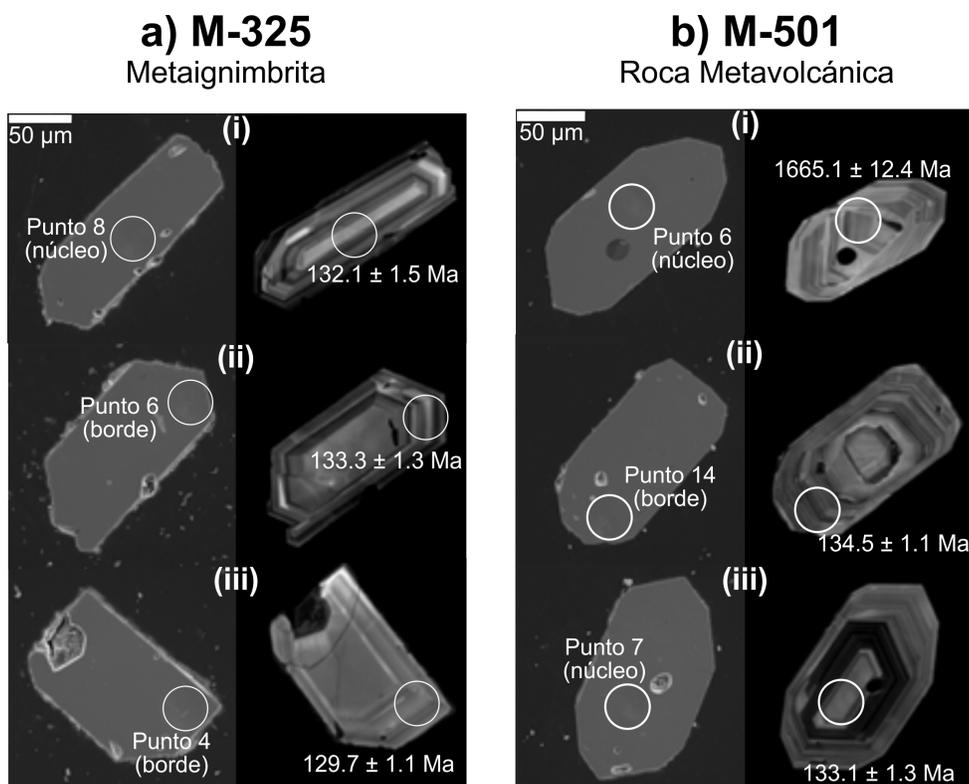


Figura 3. Microfotografías con electrones secundarios y de cátodoluminiscencia de los zirrones de las dos muestras estudiadas.

6. Muestra M-501 de metapórfido andesítico

Los zirrones de esta roca tienen forma de euhedral a subhedral y varían de incoloros a ligeramente coloreados a ámbar, con tamaño promedio de 100–200 µm. En la Figura 3b, se encuentran las imágenes de electrones secundarios y de cátodoluminiscencia de tres zirrones representativos; en las primeras se ven cristales cuyas superficies son en gran parte uniformes, pero exhiben algunas imperfecciones, mientras que en las segundas se notan cristales con núcleos de distintos tipos sobre los que se han desarrollado patrones de zoneamiento oscilatorio diferenciado. En esta muestra se realizaron 14 análisis U/Pb en bordes y núcleos de cristales (Figura 4 y Tabla 1). Doce edades abarcan un rango bien definido limitado al Hauteriviano-Barremiano (Cretácico temprano) que va de los 130.4 ± 1.8 a 135.8 ± 1 Ma. La edad $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ promedio ponderada es de 133.4 ± 1.0 Ma, y se interpreta como la edad de cristalización del protolito volcánico. Los dos análisis restantes representan edades heredadas del Paleozoico y el Precámbrico (Tabla 1).

7. Implicaciones de los nuevos datos paleontológicos y geocronológicos

Las amonitas aquí atribuidas al Jurásico tardío y los zirrones con una edad Cretácico temprano (Hauteriviano-Barremiano) sugieren que las rocas originariamente

sedimentarias son más antiguas que las rocas volcánicas, lo cual implicaría que las rocas volcánicas fechadas son más jóvenes. Sin embargo, debemos enfatizar que no hay levantamientos de columnas estratigráficas en la secuencia plegada y metamorfozada de la Formación Chapolapa, y no se ha ubicado con precisión la posición estratigráfica de las muestras de las rocas volcánicas analizadas, ni el nivel con amonitas, por lo cual es complicado analizar el significado estratigráfico de los dos grupos de edades. Es probable que el horizonte sedimentario que contiene a las amonitas esté por debajo de los materiales volcánicos. De tal manera que sólo se demuestra con estos datos que la edad de la Formación Chapolapa tiene un rango Jurásico tardío-Cretácico inferior, lo cual es coherente con edades de las amonitas del Jurásico tardío-Cretácico temprano encontradas en otras localidades del Terreno Guerrero entre Teloloapan-Ixtapan de la Sal (Campa *et al.*, 1974), y con la edad del Cretácico temprano de la Roca Verde Taxco el Viejo y del Esquisto Taxco (Campa *et al.*, 1974 y Campa-Uranga *et al.*, 2012).

Puntualizando, las posibles edades de Triásico tardío para la Formación Chapolapa (De Cserna, 1965) y de Paleozoico y Triásico supuesto originalmente por Fries (1960) para las formaciones Esquisto Taxco y Roca Verde Taxco Viejo respectivamente, que afloran unos 150 km al norte de la región de La Venta, de ninguna manera se sostienen con los datos duros aquí aportados y reportados en trabajos previos (Campa *et al.*, 1974 y Campa-Uranga

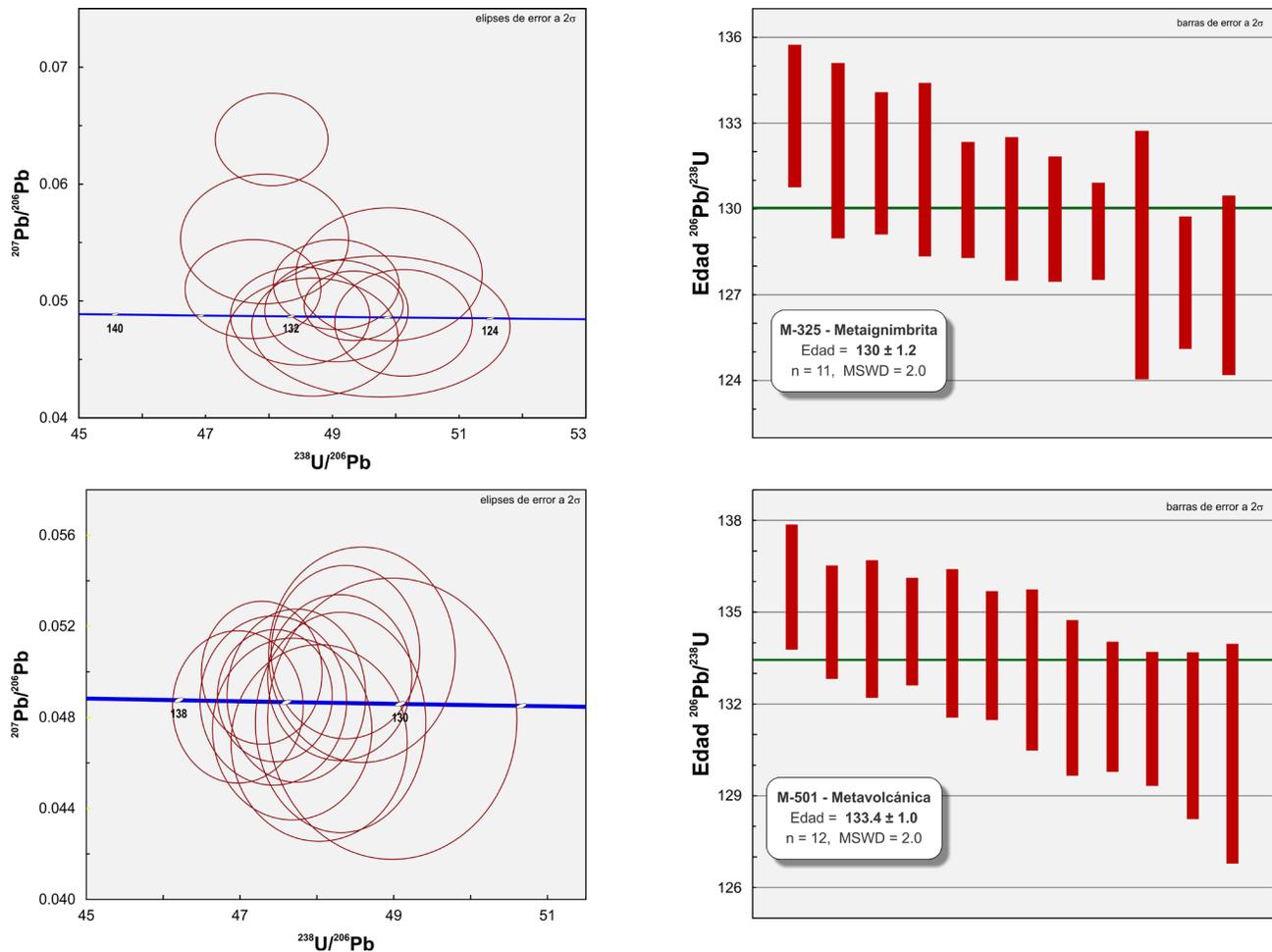


Figura 4. Gráficas de edades U-Pb obtenidas de los zircons de las dos muestras estudiadas.

et al., 2012). La correlación entre la Formación Chapolapa con el Esquisto Taxco y la Formación Roca Verde Taxco Viejo, a pesar de la distancia entre ellas, en la actualidad tiene un sólido sustento geocronológico y gracias a la presente contribución también bioestratigráfico. Las dataciones de Hernández-Treviño et al. (2004) y Campa-Uranga et al. (2012) son equivalentes dentro de los límites de error y bien podrían corresponder a una misma serie de episodios ígneos. Todos estos fechamientos se interpretan como la edad de cristalización de los protolitos volcánicos originales, posteriormente metamorfizados y deformados a escala regional como lo sugieren las edades, y la historia de deformación del Esquisto Taxco, Roca Verde Taxco Viejo y Chapolapa. Estos ensamblajes deformados y metamorfosados en condiciones de bajo grado, sirvieron de sustrato para el inicio de la sedimentación de materiales más jóvenes como sería el caso de caliza y materiales terrígenos, durante el Aptiano-Cenomaniano las cuales integran las formaciones Morelos, Cuautla y Mexcala de la Plataforma Morelos-Guerrero. La presencia de algunas edades heredadas antiguas (precámbricas y paleozoicas) hasta ahora encontradas en los núcleos de algunos zircons,

tanto en estudios precedentes como en éste, permite suponer que esos cristales fueron parcialmente asimilados del basamento cristalino en el cual los magmas que dieron lugar a los derrames de lava y flujos piroclásticos de composición intermedia que corresponden a los protolitos del Esquisto Taxco, Roca Verde Taxco El Viejo, y de la Formación Chapolapa.

8. Conclusiones

El Triásico-Paleozoico propuestos como edades para las formaciones Chapolapa, Taxco Viejo y Esquistos Taxco e Inzcuinatoyac, resultaron secuencias metasedimentarias con amonitas del Jurásico tardío y rocas metaígneas con zircons del Cretácico temprano.

Los datos aportados en la presente contribución acusan vacíos de conocimiento en la estratigrafía y diferencias de edades entre las amonitas y los zircons, dos métodos de fechamiento distintos, donde las amonitas son Jurásico tardío (Oxfordiano tardío) y los zircons indican una edad Cretácico temprano (Hauteriviano-Barremiano). La

Tabla 1. Resultados analíticos U-Th-Pb por método SHRIMP de zircons de las dos muestras de rocas metavolcánicas de la Formación Chapolapa.

M-325 Metaignimbrita												
Puntos n = 12	Pb %	U ppm	Th ppm	²³² Th/ ²³⁸ U	²³⁸ U/ ²⁰⁶ Pb*	±1σ %	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb*	±1σ %	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U#	±1σ %	Edad# Ma	±1σ Ma
M325-12	0.467	358	115	0.33	49.89058	1.21	0.05229	4.46	0.01995	0.0002	127.3	1.6
M325-9	-0.056	624	384	0.64	50.11668	0.88	0.04813	3.88	0.01996	0.0002	127.4	1.2
M325-11	-0.099	315	104	0.34	49.75882	1.68	0.04781	5.17	0.02012	0.0003	128.4	2.2
M325-1	0.121	1046	453	0.45	49.32561	0.65	0.04957	2.45	0.02025	0.0001	129.2	0.9
M325-4	0.349	721	214	0.31	49.04854	0.83	0.05140	3.07	0.02032	0.0002	129.7	1.1
M325-3	0.065	580	219	0.39	49.05460	0.95	0.04914	3.64	0.02037	0.0002	130.0	1.3
M325-5	1.910	875	283	0.33	48.03037	0.76	0.06383	2.53	0.02042	0.0002	130.3	1.0
M325-7	-0.222	376	114	0.31	48.67260	1.14	0.04690	4.41	0.02059	0.0002	131.4	1.5
M325-2	0.006	559	131	0.24	48.47905	0.93	0.04871	3.53	0.02063	0.0002	131.6	1.2
M325-8	0.833	402	169	0.43	47.91548	1.13	0.05530	4.10	0.02070	0.0002	132.1	1.5
M325-6	0.293	575	151	0.27	47.73123	0.92	0.05102	3.40	0.02089	0.0002	133.3	1.3
M325-10	0.086	1029	382	0.38	47.33194	0.71	0.04941	2.68	0.02111	0.0002	134.7	1.0
Edad ²⁰⁶Pb/²³⁸U Promedio =											130.0 ± 1.2	

M-501 Roca Metavolcánica												
Puntos n = 14	Pb %	U ppm	Th ppm	²³² Th/ ²³⁸ U	²³⁸ U/ ²⁰⁶ Pb*	±1σ %	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb*	±1σ %	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U#	±1σ %	Edad# Ma	±1σ Ma
M501-3	-0.082	258	70	0.28	48.98778	1.35	0.04798	5.25	0.02043	0.0003	130.4	1.8
M501-5	0.270	501	212	0.44	48.59274	1.02	0.05079	3.80	0.02052	0.0002	131.0	1.4
M501-8	0.282	664	266	0.41	48.38120	0.82	0.05091	3.06	0.02061	0.0002	131.5	1.1
M501-13	0.141	713	284	0.41	48.30274	0.79	0.04979	2.99	0.02067	0.0002	131.9	1.1
M501-11	-0.107	552	213	0.40	48.31633	0.94	0.04782	4.13	0.02072	0.0002	132.2	1.3
M501-7	-0.223	460	157	0.35	48.03516	0.97	0.04692	3.76	0.02086	0.0002	133.1	1.3
M501-12	0.036	755	345	0.47	47.74239	0.77	0.04899	3.17	0.02094	0.0002	133.6	1.1
M501-9	-0.148	614	227	0.38	47.68526	0.89	0.04753	3.43	0.02100	0.0002	134.0	1.2
M501-1	0.035	943	502	0.55	47.46061	0.64	0.04900	2.42	0.02106	0.0001	134.4	0.9
M501-14	0.008	741	291	0.41	47.44174	0.82	0.04878	3.11	0.02108	0.0002	134.5	1.1
M501-10	0.162	975	479	0.51	47.29137	0.68	0.05001	2.56	0.02111	0.0001	134.7	0.9
M501-2	-0.031	857	393	0.47	46.97935	0.74	0.04850	2.82	0.02129	0.0002	135.8	1.0
M501-4	1.378	225	121	0.56	17.23561	1.08	0.06481	3.86	0.05722	0.0006	358.7	4.0
M501-6	9.651	218	74	0.35	3.06564	0.72	0.18562	0.73	0.29472	0.0025	1665.1	12.4
Edad ²⁰⁶Pb/²³⁸U Promedio =											133.4 ± 1.0	

Pb = ²⁰⁶Pb Común

* Relaciones isotópicas no corregidas

²⁰⁷Pb corregido por plomo comúnEdad = Edades ²⁰⁶Pb/²³⁸UValores en negritas usados para calcular la edad ²⁰⁶Pb/²³⁸U promedio

Formación Chapolapa está sumamente plegada y ha sido afectada por metamorfismo de bajo grado, por lo cual desconocemos su espesor real y su estratigrafía completa.

A pesar de que hay control geográfico y litoestratigráfico de donde provienen las amonitas y las muestras de donde se obtuvieron los zircons, las localidades son distintas. Las edades sugieren que los horizontes de rocas metasedimentarias están debajo o están siendo atravesadas por las rocas ígneas, antes de que ambas litologías sean deformadas y metamorfozadas, tal como sucede comúnmente en este tipo de sucesiones volcánico sedimentarias.

A la luz de los nuevos datos aquí reportados para la Formación Chapolapa, se trata de una secuencia sedimentaria volcánica que se puede interpretar como una parte de las secuencias volcánico sedimentarias que caracterizan al Terreno Guerrero.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la ayuda brindada en el estudio de las amonitas por parte del Dr. José Sandoval

y el M.C. Camille Frau. También queremos agradecer al Dr. Jason Jeremiah que procesó una muestra margosa de la Formación Chapolapa para estudiar el nannoplancton, misma que lamentablemente resulto estéril. Los autores quieren agradecer las revisiones realizadas por las Dras. Ana Bertha Villaseñor y Elisa Fitz Díaz que ayudaron a mejorar el trabajo.

Referencias

- Burckhardt, C., 1919–1921, Faunas Jurásicas de Symon (Zacatecas) y faunas Cretácicas de Zumpango del Río (Guerrero): Boletín del Instituto Geológico de México, 33, 136 pp.
- Campa, M.F., 1975, Las Rocas Ígneas y Metamórficas del Área Taxco-Teloloapan, Guerrero, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de Grado de Maestría en Ciencias, 95 pp.
- Campa, M.F., Campos, M., Flores, R., Oviedo, R., 1974, La Secuencia Mesozoica Volcánica Sedimentaria Metamorfizada de Ixtapan de la Sal, Méx.-Teloloapan, Gro: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 35, 7–28.
- Campa, M.F., Coney, P.J., 1983, Tectono-stratigraphics terranes and mineral resource distributions in Mexico: Canadian Journal of Earth Sciences, 20, 1040–1051.

- Campa Uranga, M.F., 1979, Conjuntos Estratotectónicos de la Sierra Madre del Sur, Universidad Autónoma de Guerrero, Serie Técnico-Científica, N° 10, 100 pp.
- Campa-Uranga, M.F., Iriondo A., 2004, Significado de dataciones cretácicas de los arcos volcánicos de Taxco, Taxco el Viejo y Chapolapa, en la evolución de la Plataforma Guerrero Morelos (resumen), *en* IV Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra: Juriquilla, Querétaro, Sociedad Geológica Mexicana, 76.
- Campa-Uranga, M.F., Torres de León, R., Iriondo A., Premo, W.R., 2012, Caracterización geológica de los ensambles metamórficos de Taxco y Taxco el Viejo, Guerrero, México: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 64(3), 369–385.
- De Cserna, Z., 1965, Reconocimiento geológico de la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, estado de Guerrero: Boletín Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, 62, 77 pp.
- De Cserna, Z., Fries, C., Rincón-Orta, C., Westley, H., Solorio-Munguia, J., Schmitter-Villada, E., 1974, Edad Precámbrica Tardía del Esquisto Taxco, Estado de Guerrero: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, 26, 183–193.
- Ducea, M.N., Gehrels, G.E., Shoemaker, S., Ruiz, J., Valencia, V.A., 2004, Geologic evolution of the Xolapa Complex, southern Mexico. Evidence from U-Pb Zircon geochronology: Geological Society of America Bulletin, 116, 1016–1025.
- Fries, C., 1960, Geología del Estado de Morelos y de Partes Adyacentes de México y Guerrero, Región Central Meridional de México: UNAM, México, 236 pp.
- García-Díaz, L., 2004, Etude Geologique de la Sierra Madre del Sur aux environs de Chilpancingo et d'Olinálá, Guerrero: Saboya, Francia, Université de Savoie, tesis de doctorado, 148 pp.
- Guerrero-García, J.C., 1975, Contributions to paleomagnetism and Rb-Sr geochronology: Dallas, Texas, University of Texas, Tesis doctoral, 131 pp.
- Guerrero-García, J., Silver, L.T., Anderson, T.H., 1978, Estudios geocronológicos en el Complejo Xolapa: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 39, 22–23.
- Guzmán, E.J., 1950, Geología del Noreste de Guerrero: Boletín de la Asociación Nacional de Geólogos Petroleros, 2, 95–156.
- Hernández-Treviño, T., Torres de León, R., Solís-Pichardo, G., Schaaf, P., Hernández-Bernal, M., Morales-Contreras, J., 2004, Edad de la Formación Chapolapa en la Localidad del Río Cochoapa al Oeste del Ocotito, Estado de Guerrero (resumen), *en* IV Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Juriquilla, Querétaro, México, 82–83.
- Herrmann, U.R., Nelson, B.K., Ratschbacher, L., 1994, The origin of a terrane: U/Pb zircon geochronology and tectonic evolution of the Xolapa complex (southern Mexico): Tectonics, 13, 455–474.
- Jenny, H., 1933, Geological Reconnaissance Survey of the Northern part of the State of Guerrero, Geol. Rept. No. 418 Zona Norte, Petróleos Mexicanos (inédito).
- Morán-Zenteno, D.J., 1992, Investigaciones isotópicas de Rb-Sr y Sm-Nd en rocas cristalinas de la región de Tierra Colorada-Acapulco-Cruz Grande, Estado de Guerrero: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y de Posgrado, Tesis de doctorado, 186 pp. (inédita).
- Nourse, J.A., Premo, W.R., Iriondo, A., Stahl, E.R., 2005, Contrasting Proterozoic basement complexes near the truncated margin of Laurentia, northwestern Sonora–Arizona international border region, *in* Anderson, T.H., Nourse, J.A., McKee, J.W., Steiner, M.B. (eds.), The Mojave-Sonora Megashear Hypothesis: Development, Assessment, and Alternatives: Geological Society of America Special Papers, 393, 123–182.
- Robinson, K.L., 1991, U ± Pb Zircon Geochronology of Basement Terranes and the Tectonic Evolution of Southwestern Mainland Mexico: San Diego State University, Tesis de Maestría, 114 pp.
- Sabanero-Sosa, H., 1990, La ruptura del extremo austral de la plataforma Guerrero–Morelos determinada por la acreción constructiva–transformante del Terreno Xolapa: México, Instituto Politécnico Nacional, Tesis de Licenciatura, 126 pp.
- Steinmann, G., Doderlein, L., 1890, Elemente der Palaontologie: Leipzig, W. Engelmann, 848 pp.
- Williams, I.S., 1998, U-Th-Pb geochronology by ion microprobe, *en* McKibben, M.A., Shanks, W.C., Ridley, W.I. (eds.), Applications of Microanalytical Techniques to Understanding Mineralizing Processes: Reviews in Economic Geology, 7, 1–35.

Manuscrito recibido: Febrero 20, 2017.

Manuscrito corregido recibido: Junio 10, 2017.

Manuscrito aceptado: Junio 11, 2017.