

BIOESTRATIGRAFIA BASADA EN RADIOLARIOS DEL TRIASICO EN EL NOROESTE DE LA PENINSULA DE VIZCAINO, BAJA CALIFORNIA SUR

Víctor M. Dávila-Alcocer¹ y
Emile A. Pessagno Jr.²

RESUMEN

Los radiolarios extraídos de rocas provenientes de la cima de la ofiolita Sierra de San Andrés (miembro volcánico) y de la Formación San Hipólito (miembro toba Puerto Escondido) que afloran en la costa occidental de la Península de Vizcaíno, Baja California Sur, permitieron reconocer dos nuevas localidades del Triásico Superior y confirmar la presencia de una tercera localidad, la cual ya había sido considerada por varios autores por las similitudes litológicas.

El conjunto de radiolarios extraído de calizas interestratificadas con lavas almohadilladas, pertenecientes a la cima de la ofiolita Sierra de San Andrés, nos permite asignarle una edad del Carníaco(?) tardío al Nórico medio; mientras que los radiolarios extraídos de areniscas tobáceas y otras gradaciones de las rocas volcano-sedimentarias que constituyen el miembro toba Puerto Escondido nos permitieron asignar a la base de esta unidad una edad del Nórico medio-tardío.

ABSTRACT

Radiolarian assemblage from the top of the Sierra San Andrés ophiolite (volcanic member), and from the Puerto Escondido tuff member of the San Hipólito Formation in the western coast of the Vizcaíno Peninsula, Baja California Sur, allowed us to recognize two new Upper Triassic localities and confirmed the presence of a third locality which was suggested by other authors due to lithologic similarities.

The radiolarian assemblage yielded by limestone strata interlayered with pillow lavas from the top of the ophiolite complex permitted us to assign a late Carnian(?) to middle Norian age.

Radiolarian tuffaceous sandstones and other volcano-sedimentary rocks from the Puerto Escondido tuff member have yielded an assemblage herein referred to the middle-late Norian age.

INTRODUCCION

En estudios regionales, varios investigadores han observado similitudes entre las características litológicas generales de las formaciones mesozoicas expuestas en la Península de Vizcaíno y aquéllas del oeste de California, razón por la cual se ha sugerido que la península podría ser la prolongación de las rocas que afloran en las "Cordilleras Costeras de California". Sin embargo, este hecho aún es materia de discusión debido a la interrupción geográfica que representa la "Provincia del Borde Continental de California", lo que aunado a la escasez o, en muchos casos, a la ausencia de grupos fósiles bioestratigráficamente significativos, han dado como resultado la falta de control estratigráfico. Motivados por tales circunstancias y a invitación de un grupo de investigadores de la Universidad de Santa Bárbara, California, bajo la dirección del Dr. James Boles, en 1979 los autores del presente estudio iniciaron un proyecto cuyos objetivos iniciales fueron brindar el control estratigráfico

para el Mesozoico de la Península de Vizcaíno, con base en estudios de radiolarios. En este estudio se presentan los primeros resultados de dicho proyecto, dando a conocer dos nuevas localidades del Triásico marino e ilustrando los radiolarios fósiles bioestratigráficamente significativos que se encontraron en ellas (Figura 1). Se consideró conveniente presentar el estudio bioestratigráfico concerniente al Jurásico y Cretácico en dos futuros artículos, debido a que los radiolarios recuperados se encuentran en mejor estado de conservación y son más diversos.

El presente estudio y los trabajos sedimentológicos de Barnes (1982) forman una importante contribución, no sólo para la geología triásica de la Península de Vizcaíno, sino también para la historia tectónica del cinturón orogénico del Pacífico, del cual dicha península es la mayor exposición en su extremo meridional hasta ahora conocida.

Las áreas estudiadas (Punta Quebrada y Morro Hermoso) en este artículo se localizan en la parte occidental de la Península de Vizcaíno (Figura 1), formando parte del cinturón orogénico que bordea la costa pacífica de América del Norte. Respecto al origen de esta faja orogénica que corre desde Alaska hasta Baja California Sur, se han postulado algunos modelos (de Cserna,

¹ Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 México, D.F.

² Program for Geosciences, University of Texas at Dallas, P.O. Box 688, Richardson, Texas 75080, E.U.A.

1970; Jones *et al.*, 1976; Rangin, 1978). La información tectónica (de Cserna *op. cit.*) y estratigráfica sobre el Triásico en Baja California Sur es limitada y únicamente ha sido reportada de Punta San Hipólito (Pessagno *et al.*, 1979) debido principalmente a la deficiencia en el registro fósil de las rocas sedimentarias en esta región.

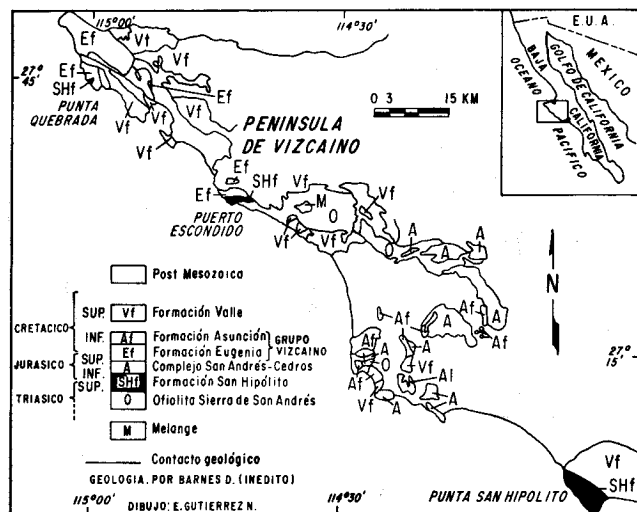


Figura 1.- Mapa de localización que muestra las dos áreas estudiadas en el occidente de la Península de Vizcaíno.

Las rocas mesozoicas que afloran en la Península de Vizcaíno constituyen un complejo ofiolítico asociado tectónicamente a terrenos de arco insulares; situación favorable para el estudio e interpretación de las secuencias de sedimentos depositadas en aguas profundas asociadas con la formación de dichos arcos. Debido a la complejidad estratigráfica y estructural de estos terrenos, es necesario utilizar estudios bioestratigráficos detallados, y en el caso particular de la Península de Vizcaíno, se escogieron áreas clave que aportaran nuevos datos para intentar comprender sus relaciones con aquellas rocas mesozoicas del occidente de California.

En las dos últimas décadas, se ha demostrado el valor estratigráfico que los radiolarios pueden tener en la interpretación geológica de muchos cinturones orogénicos alrededor del mundo (Pessagno, 1976, 1977a, 1977b; McLaughlin y Pessagno, 1978; DeWever *et al.*, 1979; Pessagno y Poisson, 1981). En tales áreas, los radiolarios han sido objeto de extensos estudios bioestratigráficos, haciendo posible el estudio de las rocas sedimentarias asociadas con la antigua corteza oceánica.

Entre los cinturones orogénicos, en los cuales la investigación estratigráfica se ha apoyado en los radiolarios, están los de Japón, Italia, Grecia, Rumania, Omán, U.R.S.S. y el borde occidental de América del Norte. En este último lugar, se ha determinado la aloctonía de algunos terrenos (de Cserna, 1970) y propuesto la existencia de varias microplacas, las que por acreción podrían explicar la asociación de rocas oceánicas y de arcos insulares en una estrecha y casi continua banda

a lo largo de la costa del Pacífico (Jones *et al.*, 1976; Jones *et al.*, 1978; Rangin, 1977, 1978; Hopson *et al.*, 1981). Como parte de ésta, la Península de Vizcaíno se localiza en la porción central de Baja California, a la altura del Paralelo 28°, formando el extremo noroccidental del Estado de Baja California Sur. Esta península representa una unidad estratigráfica y tectónica importante de América del Norte, debido a que cuenta con los afloramientos más grandes y meridionales de rocas mesozoicas asociadas con la antigua corteza oceánica de esa región.

Los objetivos de este artículo son el dar a conocer dos nuevas localidades del Triásico marino e ilustrar la fauna de radiolarios bioestratigráficamente significativa que fue encontrada en esta secuencia.

ESTRATIGRAFIA

En Baja California Sur las rocas con afinidad oceánica, representadas por la ofiolita Sierra de San Andrés (Moore, 1979) y por su cobertura sedimentaria, la Formación San Hipólito, forman afloramientos esporádicos a lo largo de la costa occidental de la Península de Vizcaíno y se encuentran rodeadas al oriente por varios complejos volcano-plutónicos del Jurásico-Cretácico (Rangin, 1978) que se extienden hasta los Estados de Sonora y Sinaloa en el continente. En esta región tan amplia, Rangin (*op. cit.*) consideró la existencia de tres complejos volcano-plutónicos: (a) El Complejo de San Andrés-Cedros, (b) El Complejo Alisitos-Batolito Peninsular y (c) El Complejo de Sonora, de los cuales sólo el primero aflora en el área estudiada.

Las dos unidades litoestratigráficas involucradas en este estudio son la Formación San Hipólito y la ofiolita Sierra de San Andrés. La primera fue definida por Mina (1957) y ha sido objeto de varios estudios, entre los que destacan el estudio petrológico de Finch y Abbott (1977) y el bioestratigráfico de Pessagno y colaboradores (1979) en Punta San Hipólito, única localidad triásica conocida en Baja California Sur hasta antes del presente artículo. Subyaciendo a la Formación San Hipólito se encuentra una secuencia de rocas ultrabásicas a la que Moore (1979) denominó informalmente ofiolita Sierra de San Andrés y en cuya cima Finch y Abbott (*op. cit.*) reportaron probables microfósiles triásicos (*Halobia?* sp. o *Daonella?* sp.) y la presencia de radiolarios calcificados.

El trabajo bioestratigráfico que se presenta está basado en el contenido de radiolarios de la cima de la ofiolita Sierra de San Andrés y de aquellas rocas referidas anteriormente por la mayoría de los autores como la parte basal de la Formación Eugenia, o como Formación Morro Hermoso (Rangin, 1976).

Con objeto de localizar los horizontes portadores de radiolarios, se muestrearon sistemáticamente tres

secciones estratigráficas a las que en lo sucesivo se denominan como: Sección Punta Quebrada (Figura 2), Sección Arroyo Hermoso (Figura 3) y Sección Puerto Escondido (Figura 4).

Estas secciones se caracterizan por estratos cuyo contenido fósil es escaso, con regular o mala conservación, o bien por la ausencia tanto de microfósiles como de macrofósiles. Aún los radiolarios han sido afectados por los procesos diagenéticos, razón por la cual no es raro que los ejemplares que aquí se ilustran muestren un esqueleto reemplazado por limonita o por otros minerales. Estudios preliminares por rayos X muestran que el esqueleto está comúnmente constituido por un mineral rico en aluminio, reemplazando al sílice original. Este hecho es la razón por la cual el ácido empleado para su extracción llega a destruirlos. Sin embargo, y a pesar

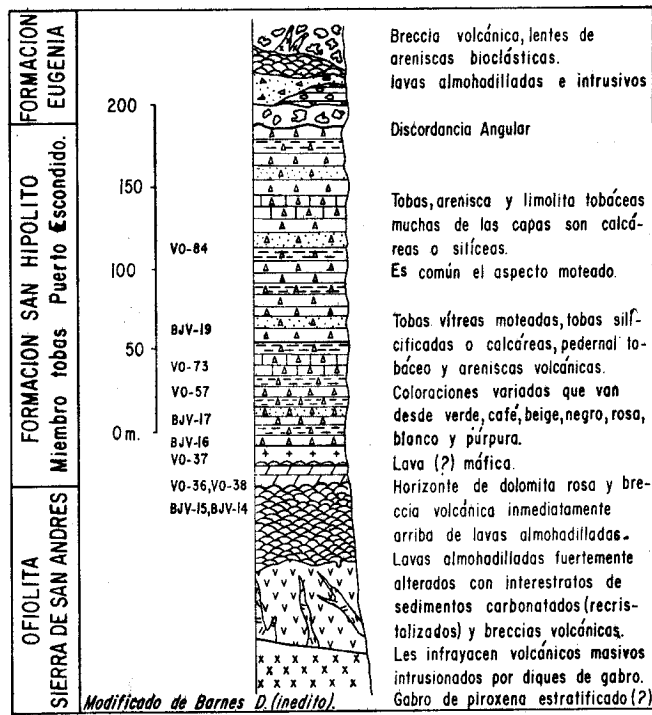


Figura 2.- Sección estratigráfica del Arroyo Puerto Escondido.

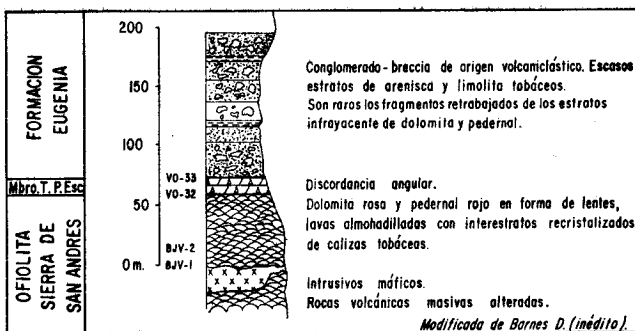


Figura 3.- Sección estratigráfica de la que se tomaron muestras en Punta Quebrada.

del reemplazo sufrido, los radiolarios conservan rasgos suficientes para establecer su edad precisa.

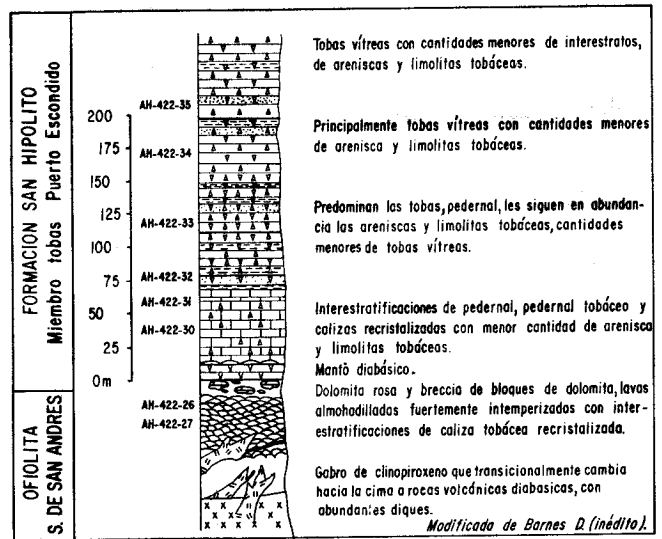


Figura 4.- Sección estratigráfica estudiada que aflora en Arroyo Hermoso.

LITOESTRATIGRAFIA

En las áreas estudiadas, la secuencia triásica expuesta es litológicamente divisible de la base a la cima en dos unidades: ofiolita Sierra de San Andrés y Formación San Hipólito (miembro toba Puerto Escondido). Se ha interpretado la primera como representativa de una antigua corteza oceánica (Moore, 1979), mientras que la segunda como su cobertura sedimentaria (Finch y Abbott, 1977).

OFIOLITA SIERRA DE SAN ANDRES

Antecedentes, litología y relaciones estratigráficas.- Moore (1976) introdujo el término ofiolita Sierra de San Andrés para designar a aquellas rocas ígneas ultramáficas y máficas que infrayacen a la Formación Eugenia y que sobreyacen estructuralmente a un "mélange" de serpentinita en la parte occidental de la Sierra de San Andrés. Tanto Moore (1979) como Rangin (1976) consideraron que el contacto entre el complejo ofiolítico y la Formación Eugenia era concordante, llevando inclusive a Rangin (*op. cit.*) a definir la Formación Morro Hermoso. Moore (1979) diferenció en la secuencia ofiolítica Sierra de San Andrés tres grandes asociaciones litológicas, que de la base a la cima fueron nombradas como: miembro de harzburgita, complejo plutónico y miembro volcánico de composición máfica.

De manera general, puede decirse que la ofiolita constituye una prominencia topográfica angosta que disminuye en altura hacia el noroeste, cuya parte central está formada por un "mélange" de serpentinita.

Las muestras recolectadas en la cima del miembro volcánico de esta unidad, en las secciones de Punta Quebrada y Arroyo Hermoso, presentaron radiolarios fósiles factibles de identificar. Dichas muestras provienen de las calizas y de calizas tobáceas moderadamente recristalizadas que se encuentran interestratificadas con lavas almohadilladas.

En el presente estudio, el límite superior de la ofiolita fue marcado inmediatamente debajo de un horizonte de dolomita de color rosa perteneciente a la Formación San Hipólito que, de acuerdo con Barnes (1982), parece persistir en varias localidades.

Puesto que la cima del miembro volcánico de la ofiolita se caracteriza por la interestratificación de calizas y lavas almohadilladas, y considerando la alteración espilitica y otros cambios mineralógicos detectados por Moore (1979) sección abajo, se sugiere que el ambiente de depósito y en particular este tipo de alteración sean el resultado de metamorfismo en un valle dorsal axial, sin implicar necesariamente que haya sido formado sobre una dorsal oceánica. Por otra parte, la presencia de rocas calcáreas con escasos microfósiles de concha carbonatada delgada asociados a una microfauna de esqueleto silíceo abundante (radiolarios y esponjas, principalmente) sugiere un depósito cercano al nivel de compensación de los carbonatos.

Edad.- El análisis de los radiolarios recobrados de la cima de la ofiolita Sierra de San Andrés (Dávila y Pessagno, 1981) permite asignar una edad del Triásico Tardío (Cárnico tardío(?)/Nórico temprano a Nórico medio-tardío). Esta edad ha sido corroborada por métodos geocronométricos (U/Pb) por Barnes y Mattison (1981), quienes obtuvieron una edad de 220 Ma para la ofiolita.

FORMACION SAN HIPOLITO

Antecedentes.- La Formación San Hipólito (Mina, 1957), en el extremo meridional de la Punta San Hipólito, está constituida por 1,800 m de sedimentos divididos en dos miembros; el superior está compuesto por 1,000 m de rocas calcáreas y el inferior se caracteriza por capas de pedernal y arenisca, con un espesor de 800 m. Posteriormente, Finch y Abbott (1977) dividieron esta formación en cuatro miembros a los que denominaron de la base a la cima como Miembro de Pedernal, Miembro de Caliza, Miembro de Brecha y Miembro de Arenisca, con un espesor total de 1,400 m. Asimismo, establecieron la posibilidad de que el contacto entre las lavas almohadilladas correspondientes a la ofiolita Sierra de San Andrés y el Miembro de Pedernal de la Formación San Hipólito fuera concordante.

El estudio llevado a cabo por Rangin (1976) en la Punta Morro Hermoso lo condujo a definir una formación con ese mismo nombre, compuesta por rocas sedimentarias tobáceas que en las capas superiores contienen lentes calcáreas esporádicos portadores de amo-

nititas titonianos; por lo que esta secuencia fue correlacionada con las rocas volcanogénicas basales que afloran en Punta Quebrada, concluyendo que infrayacía concordantemente a la Formación Eugenia en ambas localidades. Con base en datos litoestratigráficos y bioestratigráficos, Barnes (1982) sugirió que el término Formación Morro Hermoso propuesto por Rangin (*op. cit.*) fuese abandonado, proponiendo a su vez el miembro toba Puerto Escondido para la Formación San Hipólito, que incluiría aquellas rocas triásicas aflorantes en las áreas de Punta Quebrada y Morro Hermoso.

Litología y relaciones estratigráficas.- En las tres secciones estudiadas (Figuras 2, 3 y 4), la Formación San Hipólito está representada únicamente por el miembro toba Puerto Escondido. Dicho miembro litológicamente se caracteriza por ser transicional con la ofiolita Sierra de San Andrés, siendo este contacto de carácter concordante.

La base de la Formación San Hipólito está marcada por un horizonte de dolomita rosa acompañado por la desaparición de las lavas almohadilladas. Le sobreyace una secuencia de pedernales bien estratificados con radiolarios, los cuales sección arriba se interestratifican con calizas grises, tobas de grano fino, areniscas tobáceas y limolitas. Partiendo del contacto con las lavas almohadilladas, entre los 20 y 50 m de espesor, la unidad se compone de tobas vítreas finamente laminadas a masivas, moteadas y de varios colores, con cantidades menores de tobas calcáreas o silíceas, areniscas tobáceas y limolitas. Hacia la parte media y superior, la unidad presenta tonos particulares de color beige, café y naranja, correspondiendo generalmente a tobas vítreas de grano fino y raramente moteadas.

La localidad tipo del miembro toba Puerto Escondido (Barnes, 1982) es precisamente la sección descrita en este estudio bajo el nombre de Sección Puerto Escondido. En esta localidad, así como en la Sección Punta Quebrada (Figura 2), el contacto superior está marcado por una discordancia angular, mientras que en la Sección Arroyo Hermoso (Figura 3) este contacto se encuentra cubierto. Dicho miembro se considera correlacionable con el Miembro de Pedernal propuesto por Finch y Abbott (1977) en Punta San Hipólito.

BIOESTRATIGRAFIA

El uso de radiolarios en estudios bioestratigráficos de la Serie Triásica Superior se inició en la última década; el primer estudio de mayor importancia fue publicado por Kozur y Mostler (1972). A partir de entonces, el interés por este grupo de microfósiles se acrecentó y han sido objeto de estudio en diversas partes del mundo. Por ejemplo, DeWever y colaboradores (1979) estudiaron los radiolarios triásicos en rocas de Turquía, Grecia y Sicilia; Dumitrica y colaboradores (1980) lo hicieron en Italia y Rumania; Nakaseko y Nishimura (1979) en Japón; Pessagno y Blome (1980) en

Oregon y Columbia Británica, Canadá, y Blome (1983, 1984) en la porción centro-oriental de Oregon, E.U.A.

Uno de los trabajos con más trascendencia para el estudio del Triásico en la Península de Vizcaíno es el de Pessagno y colaboradores (1979), el cual fue efectuado en la localidad tipo de la Formación San Hipólito. A la fecha, Pessagno y colaboradores (*op. cit.*) han propuesto un zoneamiento para la parte superior o cima del Cárnico y la parte inferior del Nórico superior de Punta San Hipólito, válida también para el borde occidental de América del Norte. Blome (1984) modificó e introdujo mayor detalle al zoneamiento de Pessagno por lo que los resultados obtenidos aquí se relacionan con el zoneamiento de Blome.

En los estratos mesozoicos de la Península de Vizcaíno, varios autores reportan la presencia de amonitas, pelecípodos, foraminíferos y radiolarios. Sin embargo, únicamente estos últimos son lo suficientemente abundantes y están bien conservados para permitir estudios bioestratigráficos detallados. Estos microfósiles se introdujeron hasta hace poco como una de las herramientas estratigráficas, y la razón de ello, a pesar de su abundancia relativa y persistencia a lo largo de la escala de tiempo geológico (Paleozoico a Reciente), fue la carencia de una técnica adecuada para extraerlos de pedernales y rocas silicificadas. Actualmente, con las técnicas desarrolladas simultáneamente por Dumitrica (1970) y Pessagno y Newport (1972), así como refinamientos posteriores a ellas por Pessagno y colaboradores en la Universidad de Texas en Dallas, este grupo fósil es recomendable en el estudio de secuencias como aquéllas que afloran en la Península de Vizcaíno.

MATERIAL DE TRABAJO

Se recolectaron 23 muestras en las tres secciones estudiadas (Figuras 2, 3 y 4), distribuidas de la manera siguiente: 11 muestras en la Sección Puerto Escondido, cuatro en Punta Quebrada y ocho en la Sección Arroyo Hermoso. De ellas, las series VO y AH422 corresponden a muestreos realizados por el Dr. D. Barnes, mientras que la serie BJV fue recolectada por los autores del presente estudio.

Los radiolarios en mejor estado de conservación (muestras BJV-16 y BJV-17) correspondieron a la parte basal del miembro toba Puerto Escondido, en la sección del mismo nombre; mientras que los radiolarios de la Sección Punta Quebrada (muestra BJV-1) y de la Sección Arroyo Hermoso (muestra AH422-26) provienen de la cima de la ofiolita Sierra de San Andrés.

DISTRIBUCION DE LOS RADIOLARIOS INDICE EN LAS SECCIONES ESTRATIGRAFICAS ESTUDIADAS (FIGURAS 5 Y 6)

Sección Punta Quebrada.- En la muestra BJV-1 se observó la presencia de *Capnodoce primaria* Pessagno.

Acompaña a esta especie un conjunto de radiolarios de conservación moderada, entre los cuales se reconocieron *Capnuhosphaera tricornis* DeWever, *Paleosaturnalis tenuispinosus* Donofrio y Mostler, así como los géneros *Canoptum* y *Loffa*. Este conjunto, delineado por la presencia de *Capnodoce primaria* así como varias especies de *Loffa* y *Capnodoce*, define por sí solo la Zona de *Capnodoce*. Sin embargo, no fue posible definir la subzona.

En el intervalo entre la muestra BJV-1 y VO-32 sólo se obtuvieron restos de radiolarios mal conservados, imposibilitando toda identificación. Sólo de la muestra VO-33 se extrajo un ejemplar del género *Capnuhosphaera* y escasos fragmentos limolitizados con mala conservación. A pesar de lo anteriormente expuesto, se considera que la muestra VO-33 aún pertenece al Triásico Superior.

Sección Puerto Escondido.- En las muestras de pedernal negro BJV-16 y BJV-17, pertenecientes a la ofiolita Sierra de San Andrés, recolectadas por los presentes autores, 15 y 30 m arriba de las lavas almohadilladas, se identificaron radiolarios y conodontos del Triásico Tardío.

En la muestra BJV-16 se observó la presencia de *Capnuhosphaera mexicana* Pessagno y *Capnuhosphaera lenticulata* Pessagno, asociadas al siguiente conjunto: *Sarla vetusta* Pessagno, *Capnodoce venusta* Pessagno, *Sarla* sp. cf. *S. prietoensis* Pessagno, *Icrioma tetracistrum* DeWever, y los géneros *Loffa*, *Gorgansium*, *Acanthocircus*, *Pseudoheliodiscus*, *Betraccium*, así como formas transicionales entre *Capnodoce* y *Gorgansium*. Se detectó la presencia de conodontos con poca abundancia en esta muestra. Este conjunto faunístico es representativo de la Zona de *Betraccium*, Subzona de *Pantanellium silberlingi*.

La muestra BJV-17 se coloca en forma similar a la muestra BJV-16 en la Zona de *Betraccium*, Subzona de *Pantanellium silberlingi* por la presencia de los géneros *Capnodoce*, *Sarla*, *Pseudoheliodiscus*, *Novobis*, *Loffa*, *Cantalum* y conodontos.

Sección Arroyo Hermoso.- En dos muestras de caliza interestratificadas con las lavas almohadilladas (AH422-26 y 27) se encontraron radiolarios del Triásico Tardío: Cárnico tardío(?) y Nórico temprano a Nórico medio-tardío.

Los radiolarios más significativos fueron: *Icrioma tetracistrum*, *Sarla* spp., *Paronella norica* Kozur y Mock, *Crucella triassicum* Kozur y Mostler, *Pantactinocarpus tetracanthus* Dumitrica, *Triassocampe* sp. y escasos ejemplares de *Loffa* sp.

Sección arriba, la conservación de los radiolarios no fue muy buena, permitiendo sólo reconocer en la muestra AH422-30 algunos ejemplares de *Capnodoce* sp. Este hecho le asigna una edad similar a las dos anteriores. Los escasos ejemplares de *Betraccium* sp. en la muestra AH422-31 determinan una edad más ambigua: Triásico Tardío (Nórico).

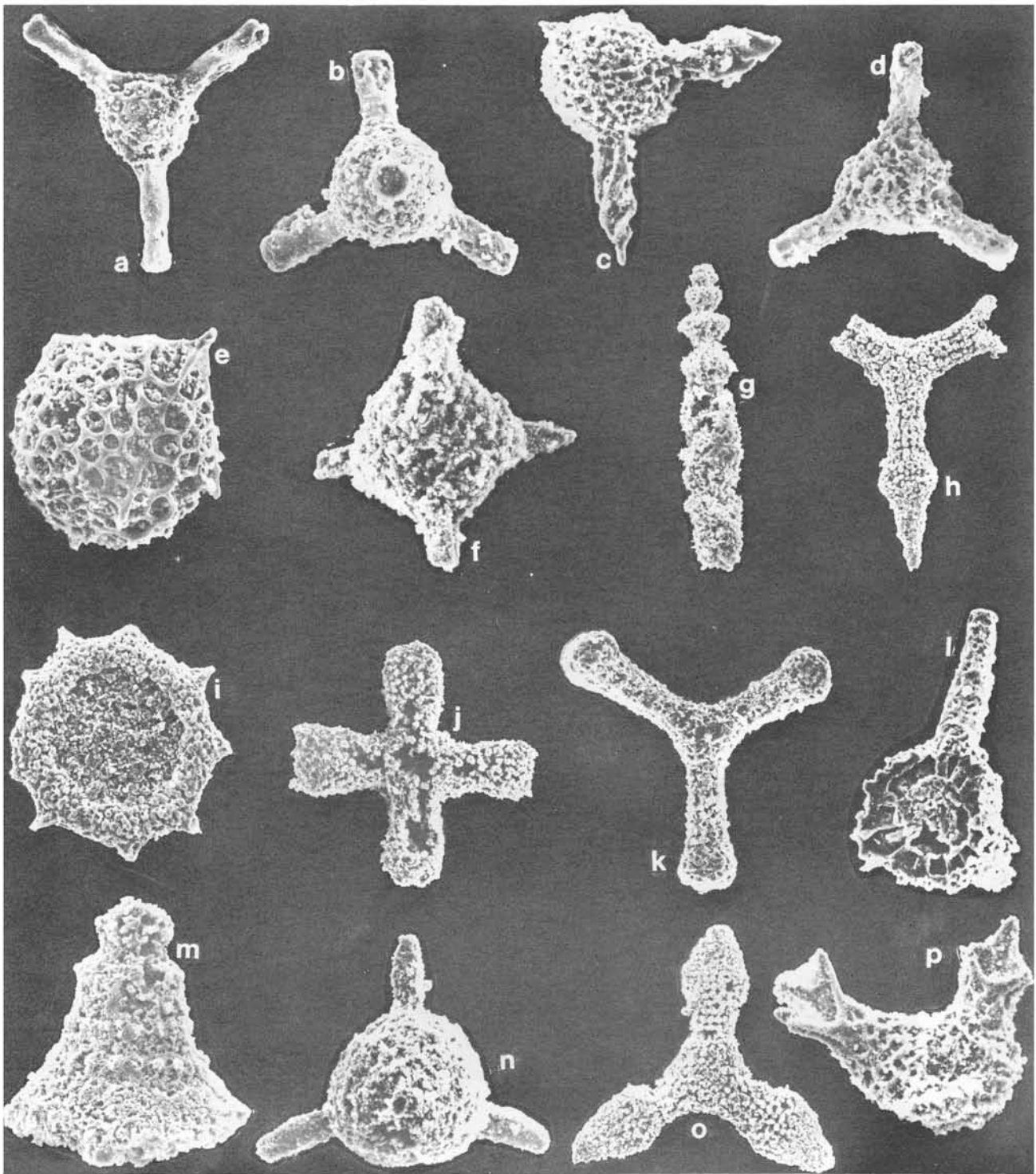


Figura 5.- Fotomicrografías de espumeláridos (con excepción de g y m) del Triásico Superior de la Península de Vizcaino, Baja California (tomadas con microscopio electrónico de barrido). La longitud de la escala que aparece en el margen superior derecho es igual al número de micras citadas para cada ilustración. a - *Capnodoce primaria* Pessagno. Localidad: Punta Quebrada. Escala = 75 micras. b - *Loffa* sp. A. Localidad: Punta Quebrada. Escala = 60 micras. c - *Betraccium* sp. A. Localidad: Puerto Escondido. Escala = 100 micras. d - *Capnodoce* sp. aff. *C. anapetes* DeWeber. Localidad: Punta Quebrada. Escala = 67 micras. e - *Pentactinocarpus tetracanthus* Dumitrica. Localidad: Arroyo Hermoso. Escala = 86 micras. f, n - *Loffa* sp. B. Localidad: Puerto Escondido. Escala en f = 60 micras. n = 86 micras. g - *Triassocampe* (molde). Localidad: Arroyo Hermoso. Escala: 10 micras. h - *Paronella* sp. A. Localidad: Arroyo Hermoso. Escala = 150 micras. i - *Orbiculiforma* sp. A. Localidad: Arroyo Hermoso. Escala = 120 micras. j - *Crucella triassicum* Kozur y Mostler. Localidad: Arroyo Hermoso. Escala = 109 micras. k - *Paronella norica* Kozur y Mock. Localidad: Arroyo Hermoso. Escala = 100 micras. l - *Capnodoce* sp. (estructura interna). Localidad: Punta Quebrada. Escala = 67 micras. m - Naselárido no descrito. Localidad: Arroyo Hermoso. Escala = 75 micras. o - *Paronella* sp. B. Localidad: Arroyo Hermoso. Escala = 150 micras. p - *Icrioma tetracistrum* DeWeber. Localidad: Puerto Escondido. Escala = 109 micras.

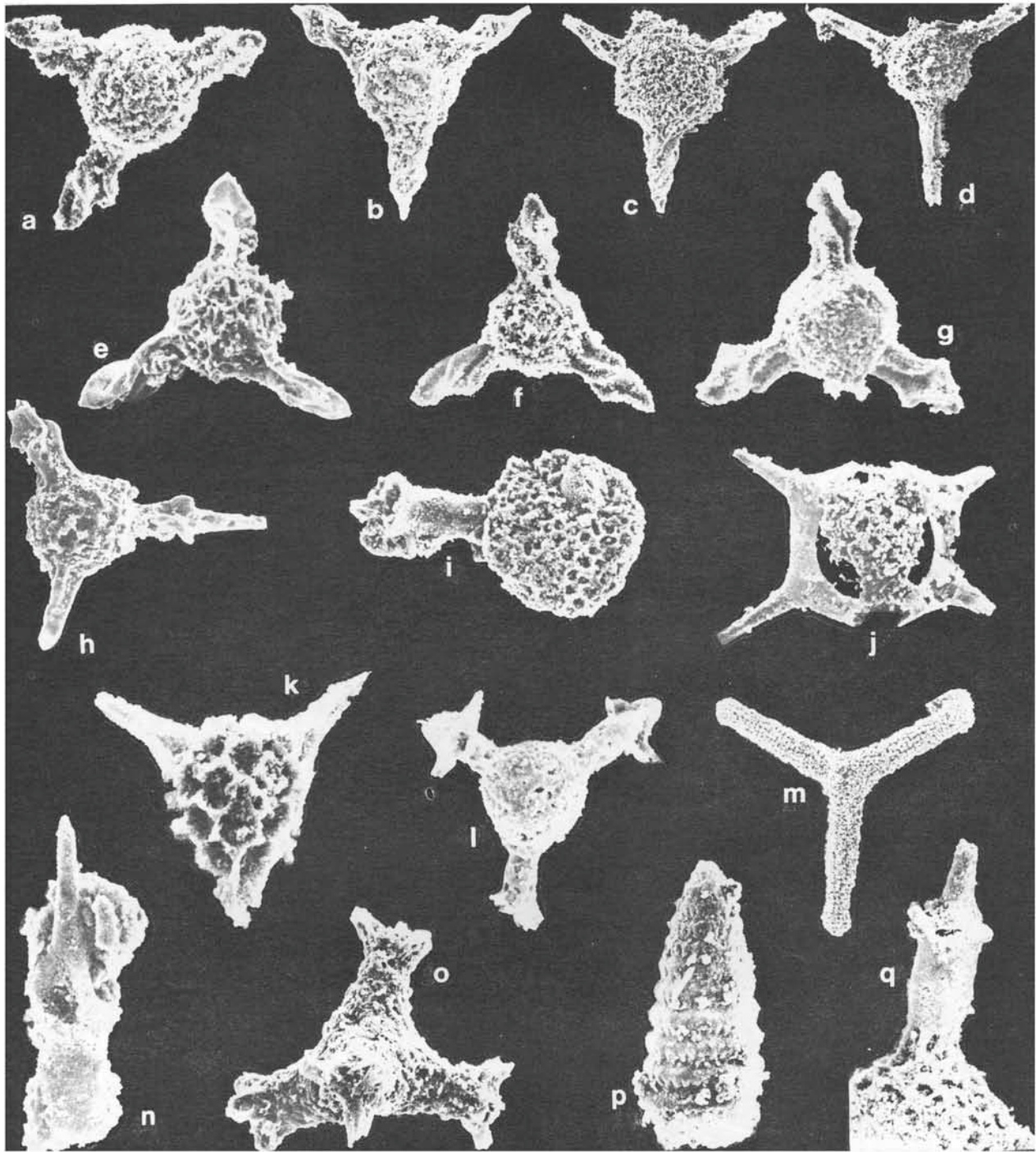


Figura 6.- Fotomicrografías de espumeláridos (con excepción de p) del Triásico Superior de la Península de Vizcaíno, Baja California (tomadas con microscopio electrónico de barrido). La longitud de la escala que aparece en el margen superior derecho es igual al número de micras citadas para cada ilustración. a, g - *Sarla* sp. aff. *S. vetusta*. Localidad: Puerto Escondido. Escala en a y g = 100 micras. b - *Sarla* sp. A. Localidad: Arroyo Hermoso Escala = 120 micras. c - *Sarla* sp. B. Localidad: Arroyo Hermoso. Escala = 196 micras. d - *Capnodoce* sp. Obsérvese la naturaleza hueca de la espina superior derecha. Localidad: Arroyo Hermoso. Escala = 100 micras. e - *Sarla* sp. C. Obsérvese que la espina inferior derecha no exhibe torsión. Localidad: Punta Quebrada. Escala = 75 micras. f - *Sarla vetusta* Pessagno. Localidad: Puerto Escondido. Escala = 100 micras. h - *Sarla* sp. D. Obsérvese que la espina inferior es trirradiada y sin torsión. Localidad: Arroyo Hermoso. Escala = 109 micras. i, q - *Capnuhosphaera lenticulata* Pessagno. Localidad: Puerto Escondido. Escala en i = 120 micras. q = 200 micras. j - *Palaeosaturnalis tenuispinosus* Donofrio y Mostler. Localidad: Punta Quebrada. Escala = 86 micras. k - *Gorgansium*(?) sp. A. Se supone que la naturaleza de la tercera espina (rota) es hueca. Localidad: Puerto Escondido. Escala = 51 micras. l - *Capnuhosphaera tricornis* DeWeber. Localidad: Punta Quebrada. Escala = 60 micras. m - *Paronella* sp. C. Localidad: Arroyo Hermoso. Escala = 200 micras. n - *Capnuhosphaera mezicana* Pessagno. Localidad: Puerto Escondido. Escala = 75 micras. o - *Icrioma tetracistrum* DeWeber. Localidad: Arroyo Hermoso. Escala = 75 micras. p - *Canoptum* sp. A. Localidad: Punta Quebrada. Escala = 93 micras.

CONCLUSIONES

Con base en las determinaciones micropaleontológicas que se presentan, se puede concluir que en el área de Morro Hermoso, las secciones estudiadas en las localidades de Puerto Escondido y Arroyo Hermoso son del Triásico Tardío. Asimismo, para una tercera sección localizada en Punta Quebrada, se confirma una edad similar que había sido considerada por otros autores con base en semejanzas litológicas. Para la base del miembro toba Puerto Escondido se establece una edad del Nórico medio-tardío, y se considera que la cima de la ofiolita Sierra de San Andrés pudiera ser del Cárnico(?) tardío a Nórico medio.

Tomando en cuenta que el cambio litológico entre la cima de la ofiolita Sierra de San Andrés y la base de la Formación San Hipólito (miembro toba Puerto Escondido) es transicional, se considera la existencia de un contacto concordante entre ambas unidades litoestratigráficas.

Bioestratigráficamente, se puede afirmar que en dichas unidades están contenidas las zonas de *Capnodoce* y *Betraccium*, Subzona de *Pantanellium silberlingi*. Puesto que la fauna descrita para el miembro toba Puerto Escondido es semejante a la observada por Pessagno y colaboradores (1979) en el Miembro de Pedernal de la Formación San Hipólito, se considera que ambos miembros son cronoestratigráficamente correlacionables.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos hacer patente nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron al desarrollo de esta investigación. Muy especialmente, al Dr. David Barnes por permitirnos el acceso a su información, así como por su inapreciable ayuda en el campo. Al Dr. James Boles, por invitarnos a participar en el proyecto que él y un grupo de estudiantes de la Universidad de California en Santa Bárbara llevaban a cabo en la Península de Vizcaíno. Al Departamento de Geociencias de la Universidad de Texas en Dallas, por las facilidades prestadas para hacer uso de sus instalaciones y equipo; y, finalmente, al Dr. Jaime Barceló y al M. en C. José Luis Rodríguez, por la revisión crítica del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Barnes, D. A., 1982, Basin analysis of volcanic arc-derived Jura-Cretaceous sedimentary rocks, Vizcaíno Peninsula, Baja California Sur, Mexico: Santa Bárbara, Univ. California, disertación doctoral, 249 p. (inédita).

Barnes, D. A., y Mattison, J. M., 1981, Late Triassic-Early Cretaceous age of eugeoclinal terranes, Western Vizcaíno Peninsula, Baja California Sur, Mexico: Geol. Soc. America, Abstr. with Programs, v. 13, p. 43 (resumen).

Blome, C. D., 1983, Upper Triassic Capnuhosphaeridae and Capnodocinae (Radiolaria) from east-central Oregon: Micropaleontology, v. 29, p. 11-49, lám. 1-11.

—1984, Upper Triassic Radiolaria and radiolarian zonation from western North America: Bull. Am. Paleontology, v. 85, 88 p.

Cserna, Zoltan de, 1970, Mesozoic sedimentation, magmatic activity and deformation in northern Mexico: in Seewald, K., and Sundeen, D., eds., The geologic framework of the Chihuahua Tectonic Belt. Midland, West Texas Geol. Soc., p. 99-117.

Dávila-Alcocer, V. M., y Pessagno, E. A., Jr., 1981, Rocas triásicas en el NW de la Península de Vizcaíno, Baja California, México: Geol. Soc. America, Abstr. with Programs, v. 13, p. 51 (resumen).

DeWever, Patrick, Sanfilippo, A., Riedel, W. R., y Gruber, Bernhard, 1979, Triassic radiolarians from Greece, Sicily and Turkey: Micropaleontology, v. 25, p. 75-110.

Dumitrica, Paulian, 1970, Cryptocephalic and cryptothoracic Nassellaria in some Mesozoic deposits of Romania: Revue Roumaine Géologie, Géophysique, et Géographie, Ser. Géologie, v. 14, p. 45-124, lám. 1-21.

Dumitrica, Paulian, Kozur, Heinz, y Mostler, Helfried, 1980, Contribution to the radiolarian fauna of the Middle Triassic of the southern Alps: Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, v. 10, p. 1-46.

Finch, J. W., y Abbott, P. L., 1977, Petrology of a Triassic marine section, Vizcaíno Peninsula, Baja California Sur: Sediment. Geology, v. 19, p. 253-273.

Hopson, C. A., Mattinson, J. M., y Pessagno, E. A., Jr., 1981, Coast Range Ophiolite, Western California: in Ernst, W. G., ed., The geotectonic development of California. Englewood Cliffs, Nueva Jersey Prentice-Hall, Rubey, v. 1, p. 419-510.

Jones, D. L., Blake, M. C., Jr., y Rangin, Claude, 1976, The four Jurassic belts of northern California and their significance to the geology of the southern California borderland: in Howell, D. G., ed., Aspects of the geologic history of the California continental borderland. Am. Assoc. Petroleum Geologists, Misc. Pub. 24, Pacific Sect., p. 343-362.

Jones, D. L., Blake, M. C., Jr., Bailey, E. H., y McLaughlin, R. J., 1978, Distribution and character of upper Mesozoic subduction complexes along the west coast of North America: Tectonophysics, v. 47, p. 207-222.

- Kozur, Heinz, y Mostler, Helfried, 1972, Beiträge zur Erforschung der mesozoischen Radiolarien. Teil I; Revision der Obserfamilie Coccodiscacea Haeckel 1862 emend. und Beschreibung ihrer triassischen Vertreter: Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, v. 2, p. 1-60.
- McLaughlin, R. J., y Pessagno, E. A., Jr., 1978, Significance of age relations above and below Upper Jurassic ophiolite in the Geysers-Clear Lake region, California: U. S. Geol. Survey, Jour. Research, v. 6, p. 715-726.
- Mina, Federico, 1957, Bosquejo geológico del territorio sur de la Baja California: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, v. 9, p. 139-269.
- Moore, T. E., 1976, Structure and petrology of the Sierra de San Andrés ophiolite, Vizcaíno Peninsula, Baja California Sur, Mexico: San Diego, State University, tesis de maestría, X p. (inérita).
- 1979, Geologic summary of the Sierra de San Andrés ophiolite: in Abbott, P. L., y Gastil, R. G., eds., Baja California Geology. San Diego, Geol. Soc. America, Ann. Meeting, Field trips 10, 12, 13 y 26, p. 95-106.
- Nakaseko, Kojiro, y Nishimura, Akiko, 1979, Upper Triassic Radiolaria from southwest Japan: Osaka University, College of General Education, Science Reports, v. 28, p. 61-109.
- Pessagno, E. A., Jr., 1976, Radiolarian zonation and stratigraphy of the Upper Cretaceous portion of the Great Valley Sequence, California Coast Ranges: Micropaleontology, Spec. Paper 2, p. 1-95, lám. 1-14.
- 1977a, Upper Jurassic Radiolaria and radiolarian biostratigraphy of the California Coast Ranges: Micropaleontology, v. 23, p. 56-113, lám. 1-12.
- 1977b, Lower Cretaceous Radiolaria and radiolarian biostratigraphy of the Great Valley Sequence and Franciscan Complex, California Coast Ranges: Cushman Found. Foram. Research, Spec. Pub. 15, p. 1-87.
- Pessagno, E. A., Jr., y Newport, R. L., 1972, A technique for extracting Radiolaria from radiolarian cherts: Micropaleontology, v. 18, p. 231-234, lám. 1.
- Pessagno, E. A., Jr., y Blome, C. D., 1980, Upper Triassic and Jurassic Pantanelliinae from California, Oregon and British Columbia: Micropaleontology, v. 26, p. 225-273.
- Pessagno, E. A., Jr., y Poisson, A., 1981, Lower Jurassic Radiolaria from the Gümüslü Allochthon of southwestern Turkey (Taurides Occidentales): Min. Res. Explor. Inst. Turkey, Bull. 92, p. 47-69, lám. 1-15.
- Pessagno, E. A., Jr., Finch, J. W., y Abbott, P. L., 1979, Upper Triassic Radiolaria from the San Hipólito Formation, Baja California: Micropaleontology, v. 25, p. 160-197.
- Rangin, Claude, 1976, Le complexe ophiolitique de Basse-Californie, une paleocroûte océanique écaillée (Peninsula de Vizcaino, Baja California, Mexique): Bull. Soc. Géol. France, ser. 7, v. 18, p. 1677-1685.
- 1977, Sur un trait tectonique majeur de la bordure continentale pacifique; la dispositif franciscain en Basse Californie (Mexique): Soc. Géol. France, Comp. Rend. Sommaire, fasc. 4, p. 227-230.
- 1978, Speculative model of Mesozoic geodynamics, central Baja California to northeastern Sonora (Mexico): in Howell, D. G., y MacDougall, K. A., eds., Mesozoic paleogeography of the western United States. Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists, Pacific Sec. Symp., p. 85-106.