

03095



# Universidad Nacional Autónoma de México

7

---

UNIDAD DE CICLOS PROFESIONALES  
Y DE POSGRADO  
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
Posgrado en Ciencias de la Tierra

BIOESTRATIGRAFIA DEL PÉRMICO EN SONORA  
Y CONSIDERACIONES PALEOBIOGEOGRAFICAS

295773

## T E S I S

que para obtener el grado de  
DOCTORA EN CIENCIAS (GEOLOGIA)

presenta

OLIVIA PÉREZ RAMOS

2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mis padres Rubén y Guadalupe*

## AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento a la Universidad de Sonora y las autoridades administrativas que me permitieron iniciar mis estudios de Doctorado en la UNAM y concluir éste trabajo, incluyendo la beca otorgada por el Programa Nacional de Superación Académica de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y al Programa del Mejoramiento al Profesorado (PROMEP), de la Secretaría de Educación Pública, a través del Departamento de Desarrollo Académico que dirige la M. en C. María Magdalena González Agramón.

También agradezco el apoyo financiero y administrativo al Proyecto CONACYT 3520, para llevar a cabo el trabajo de campo y la compra de equipo necesario para mis estudios.

La autora agradece al Dr. Merlynd Nestell como primer asesor en el estudio de la paleontología de éste estudio, incluyendo su ayuda en el uso del laboratorio y fotografías de los ejemplares descritos, así como al Dr. John Wickham Director del Departamento de Geología en la Universidad de Arlington, Texas, en Estados Unidos, por su confianza y ayuda administrativa durante el desarrollo de ésta investigación, incluyendo al personal a su cargo que me permitieron sin obstáculos una comunicación continua a distancia.

Expreso un profundo agradecimiento como primer asesor al Dr. Rogelio Monreal no sólo por su tiempo prestado a mi trabajo en las correcciones del manuscrito sino también durante la preparación de los exámenes predoctorales y a la Dra. Elena Centeno por su apoyo y recomendaciones para dichos exámenes. Hago extensiva a los miembros del Jurado: Dra. Gloria Alencaster, Dr. Ismael Ferrusquia, Dr. Carlos González, Dra. Blanca Buitrón y Dra. Elena Centeno por sus observaciones y sugerencias, que me permitieron mejorar notablemente el manuscrito así como por la revisión final de éste trabajo.

También dirijo un sincero agradecimiento a mis maestros, compañeros y personal administrativo, en el Posgrado de Ciencias de la Tierra en el Instituto de Geofísica y Geología en Universidad Autónoma de México incluyendo a los coordinadores: Dr.

Francisco Ramón Zuñiga, Dr. Gerardo Carrasco Núñez y Dr. Gustavo Tolson, que en diferentes formas me ayudaron para iniciar y concluir éste trabajo.

Agradezco de una manera especial a los maestros, Dr. Guillermo Salas, Géol. Juan J. Palafox y Géol. Ismael Minjarez Sosa, como coordinadores del Departamento de Geología en la Universidad de Sonora así como al personal a su cargo, que durante su administración me proporcionaron las facilidades para mis estudios en el doctorado.

Extensas gracias al M. en C. Rafael Rodríguez, Géol. Ismael Minjarez y a los alumnos Iván Yáñez, Pascual Martínez, Efraín Domínguez y Humberto Salgado, por su asesoría y colaboración en el trabajo de campo, así como al Géol. Jesse Urrutia por su ayuda en la preparación de las secciones orientadas; al Dr. Luigi Radelli por su valiosa cooperación y atinadas observaciones en la revisión crítica de éste manuscrito.

También mi agradecimiento al Géol. Héctor Salazar por su ayuda en las ilustraciones y medidas de los fusulínidos representados en tablas por computadora, y trabajo de campo, así como al Géol. Carlos Duarte en la fotografías de las muestras macroscópicas con microfauna; Géols. Porfirio Sosa, Miguel Orozco, Oscar Franco y Saúl Peña por su colaboración en la captura e impresión de las láminas.

A mis familiares Pérez Ochoa, Pérez Ramos y Vázquez Ramos en la Ciudad de México, infinitas gracias por su apoyo durante mi estancia en la Universidad y por supuesto a mi mamá Lupita, mis hermanos Rubén, Roberto, Carmela y Lupita, por su confianza y solidaridad durante todos mis estudios.....y finalmente a Dios que hizo posible todo esto.

*La libertad es una aventura sin fin, en la cual arriesgamos nuestras vidas y mucho más, por unos momentos que no se pueden medir con palabras o pensamientos. Libertad de volar en ese infinito. Libertad de disolverse, de elevarse, de ser como la llama de una vela, que aun al enfrentarse a la luz de un billón de estrellas permanece intacta, por que nunca pretendió ser más de lo que es: la llama de una vela.*

*Don Juan Matus.*

## CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN.....	6
INTRODUCCION.....	10
Localización.....	14
Objetivos.....	14
Trabajos previos.....	16
Metodología.....	20
Marco Geológico Regional.....	21
<i>Tectonismo y Sedimentación en Norteamérica durante el Paleozoico.....</i>	<i>21</i>
<i>Paleozoico en Sonora.....</i>	<i>31</i>
ESTRATIGRAFIA.....	37
El Antimonio.....	37
<i>Estratigrafía.....</i>	<i>37</i>
<i>Edad.....</i>	<i>39</i>
<i>Ambiente de Depósito.....</i>	<i>39</i>
Sierra Santa Teresa y Cerro Prieto.....	44
<i>Estratigrafía.....</i>	<i>44</i>
<i>Edad.....</i>	<i>47</i>
<i>Ambiente de Depósito.....</i>	<i>48</i>
Sierra Martínez.....	52
<i>Estratigrafía.....</i>	<i>52</i>
<i>Edad.....</i>	<i>54</i>
<i>Ambiente de Depósito.....</i>	<i>54</i>
Cerro Las Rastras.....	58
<i>Estratigrafía.....</i>	<i>58</i>
<i>Edad.....</i>	<i>59</i>
<i>Ambiente de Depósito.....</i>	<i>59</i>
Cerro Picacho Colorado, Cobachi.....	62
<i>Estratigrafía.....</i>	<i>62</i>
<i>Edad.....</i>	<i>64</i>
<i>Ambiente Depósito.....</i>	<i>64</i>

PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA DE LOS FUSULINIDOS.....	70
BIOESTRATIGRAFIA.....	73
CONSIDERACIONES PALEOBIOGEOGRAFICAS.....	79
PALEONTOLOGIA SISTEMÁTICA.....	87
DISCUSION.....	120
CONCLUSIONES.....	125
BIBLIOGRAFIA.....	127
Lista de figuras.....	136
Lista de tablas.....	138
Lista de laminas.....	139
LAMINAS .....	141
APENDICE I Medidas de los fusulínidos.....	156
APENDICE II Descripciones petrograficas.....	170

## RESUMEN

Un estudio de Paleontología Sistemática de microfauna de fusulínidos en las áreas centro y oeste de Sonora demostró afinidades paleogeográficas con las especies del Pérmico Inferior (Wolfcampiano-Leonardiano) de Norteamérica, incluyendo California y Texas, noreste de Sonora, sureste de México, Centro, Sudamérica y Asia (Indochina y Japón) y Canadá. Los géneros dominantes fueron: Parafusulina, Skinnerella, Cuniculinella y Toriyamaia en Cerro Prieto y Sierra Santa Teresa; aunque también están presentes Parafusulina, Eoparafusulina y Schwagerina en Sierra Martínez, Cerro Las Rastras y Cerro Cobachi-Picacho Colorado.

Se estableció una correlación bioestratigráfica de edad Leonardiana en las áreas Sierra Martínez y Cerro Cobachi-Picacho Colorado centro de Sonora, en base a la presencia de Parafusulina cf. P. multisepta, con afinidades paleogeográficas relacionandas con California.

En el área de Cerro Las Rastras, se asignó como de edad Wolfcampiana en base a la presencia de diferentes especies de Eoparafusulina, similares a las descritas en California y Texas, incluyendo E. cf. E. mendenhalli la cuál se comparó con la originalmente descrita en Alaska.

La colección más extensa y completa de fusulínidos del Pérmico Inferior se encontró en Cerro Prieto y Sierra Santa Teresa, este de Hermosillo, las cuáles mostraron afinidades no sólo con Norteamérica, incluyendo Sonora y sureste de México, sino también con ligeras influencias asiáticas.

De acuerdo a éste estudio se confirma la influencia de los terrenos tectónicos de la Cordillera al oeste de Norteamérica, así como del cinturón Marathon-Ouachita de Texas hacia el Estado de Sonora y también con ligera influencia de China y Japón.

La fauna de edad Pérmica de la Provincia McCloud en California, se considera endémica, desarrollada en un terreno volcánico sedimentario; en donde islas de arco se acrecieron al margen oeste de Norteamérica durante el Mesozoico. La fauna McCloud forma parte de los terrenos alóctonos, en la Cordillera oeste de Norteamérica.

La fauna de fusulínidos de las áreas estudiadas en el centro y oeste de Sonora, probablemente también se originaron de forma similar a las faunas de la Provincia McCloud, donde rocas circundantes fueron acrecionadas al margen de Norteamérica, incluyendo tal vez bloques con ligeras influencias asiáticas.

La fauna descrita en las áreas de estudio en general incluyó: foraminíferos, equinodermos y briozoarios principalmente, en menor proporción: braquiópodos, restos algáceos, ostrácodos, moluscos, corales y trilobitas; los cuáles se presentaron generalmente en calizas, calizas arenosas y calizas con pedernal incluyendo texturas grainstones y packstones con ligero aporte de clásticos lo cual indica una depositación en mares someros de plataforma.

## SUMMARY

A systematic study of Permian fusulinid faunas from several areas in west-central Sonora shows the species present have paleogeographic affinities with similar permian species (Wolfcampian-Leonardian) from western North America faunas in California and Texas with lesser extent in northeast Sonora, southeast Mexico, Central and South America and Asia (Indochina and Japan) and Canada. The genera Parafusulina, Skinnerella, Cuniculinella and Toriyamaia dominate the faunas in Cerro Prieto and Sierra Santa Teresa but Parafusulina, Eoparafusulina and Schwagerina are also present in Sierra Martínez, Cerro Las Rastras and Cerro Cobachi-Picacho Colorado.

It was established a biostratigraphic correlation of Leonardian in age in Sierra Martínez and Cerro Cobachi-Picacho Colorado areas central Sonora, in base of the presence of Parafusulina cf. P. multisepta, with paleogeographic affinities to California.

It was assigned in Cerro Las Rastras area as Wolfcampian in age in base of different species of Eoparafusulina similar to described in California and Texas, including E. cf. E. mendenhalli, which was compared with the same described in Alaska.

The largest and most extensive collection is of Late Early Permian (Wolfcampian-Leonardian) age in Cerro Prieto y Sierra Santa Teresa areas east of Hermosillo, which showed affinities not only with North America, including northeast Sonora and southeast Mexico also with slight asiatic influences.

It is confirm, according to this study, the influence of tectonic terranes from the Cordillera, west of North America, as well as the Texas Ouachita-Marathon belt into the Sonora State, including slight asiatic influences.

Permian faunas of the McCloud limestone in California are considered to have been endemic to island arcs which were located relatively near to the western North American margin and were accreted to North America during Mesozoic. These rocks are now considered to be part of the allochthonous terranes which make up much of the western North America Cordillera.

The Permian fusulinacean faunas of west-central Sonora probably also originated in a geologic setting similar to the McCloud faunas of similar age, and the

surrounding rocks were accreted to the North American margin in a similar manner to those of the McCloud Limestone, including may be slight influence of asiatic blocks.

The fauna described in the study areas included: Foraminifera, echinoidal, bryozoa and brachiopods fragments as well algae, ostracods, molluscs, corals and trilobites fragments in lesser proportions, which were found in limestones calcareous sandstones and cherty limestones in usually in grainstone-packstone textures indicating deposition in a platform shallow marine water.

## INTRODUCCION

Las unidades más abundantes del Paleozoico Superior que afloran en el Estado de Sonora, pertenecen principalmente al Pérmico, el cuál se encuentra ampliamente distribuído en las áreas noreste y central del Estado (Fig. 1); sin embargo, los estudios bioestratigráficos, de nomenclatura estratigráfica y reconstrucción paleogeográfica de rocas de ésta edad, han estado sujetos a controversia por diferentes motivos:

1.- En general los estudios estratigráficos del Pérmico no se han publicado o han sido archivados como "información confidencial", por empresas particulares y gubernamentales.

2.- En los trabajos bioestratigráficos sólo se hace mención de los géneros y a veces las especies encontradas, las cuáles han sido identificadas en el extranjero.

3.- Un gran número de rocas paleozoicas han sido consideradas de origen alóctono.

4.- La mayor parte de la información sobre rocas de edad pérmica en Sonora se encuentra en tesis nacionales o en el extranjero, de las cuáles sólo algunas se han publicado. Además los géneros y especies únicamente se han mencionado sin proveer de descripciones sistemáticas.

Todo esto ha colaborado para que todavía no se haya establecido, de una manera adecuada, la bioestratigrafía y la paleogeografía del Pérmico en Sonora.

La evolución geológica del noroeste de México, ha sido influenciada a través del Precámbrico y Paleozoico por la interacción de placas tectónicas a lo largo de los márgenes del sistema Cordillerano hacia el oeste y sistema Ouachita hacia el este del cratón norteamericano, por lo que los análisis tectónicos inherentes a las áreas afectadas incluyendo Sonora han sido muy complejos.

Es importante considerar que el margen cordillerano está formado por fragmentos continentales y oceánicos incluyendo: islas de arco, montículos carbonatados, crestas de islas separadas y restos de corteza oceánica, los cuáles sugieren, de acuerdo a estudios tectónicos, paleontológicos y de paleomagnetismo (Dickinson, 1977, 1981; Jones,

1990; Ortega, 1994; Ross, 1983; Stevens, 1985; Irving, 1979), que algunos de ellos se encuentran estrechamente relacionados a la Cordillera y cratón de Norteamérica; sin embargo otros fragmentos, principalmente oceánicos son de origen todavía incierto debido a que se ubican miles de kilómetros hacia el oeste de Norteamérica separados del continente por amplias cuencas oceánicas, consecuentemente para llevar a cabo estudios de paleogeografía en éstas áreas implica conocer las afinidades paleobiogeográficas principalmente a través de un análisis de conjuntos faunísticos.

En lo que se refiere a la evolución de los terrenos paleozoicos existen dos hipótesis, las cuáles consideran que la paleogeografía de Sonora central estuvo relacionada a eventos tectónicos distintos:

I) Como áreas tectónicamente desplazadas del cinturón Cordillerano de Norteamérica, de Nevada y California principalmente hacia el oeste de Sonora durante el Jurásico, por medio de fallas de desplazamiento lateral izquierdo (Megacizalla Mojave-Sonora) (Figs 1 y 2) (Silver y Anderson, 1974; Bartolini, 1988; Poole y Madrid, 1986; Peiffer, 1987; Stewart et al., 1990; Gastil et al., 1991).

El cinturón orogénico cordillerano, presenta serias dificultades en cuanto a su delimitación y continuidad en la porción suroeste de Norteamérica y noroeste de México. El curso de éste cinturón relacionado con la configuración del cratón de Norteamérica, está definido por zonas de transición entre plataformas continentales representadas por ambientes de plataforma y cuencas adyacentes. Estas zonas de transición, cuenca y plataforma, delimitan el margen continental paleozoico de Norteamérica.

Los sedimentos depositados en la periferia del cratón han sido deformados y transportados a través de grandes fallas de cabalgadura hasta la plataforma continental del miogeosinclinal de Norteamérica, durante dos eventos tectónicos conocidos como orogénias Antler y Sonoma. La trayectoria de éstos eventos se presenta en la porción central de Nevada hasta el sureste de California, en donde queda truncado y desfasado por un sistema de fallas (Figs. 2 y 4).

El modelo de la falla Mojave-Megashear inicialmente propuesto por Anderson y Silver (1974), ha sido considerada como el concepto más controversial dentro del marco tectónico en Sonora, ya que sugiere una aparente ruptura y separación de rocas

del Precámbrico Tardío y secuencias paleozoicas de aguas someras y profundas de Norteamérica incluyendo Nevada y California, hacia el Estado de Sonora (Fig. 7 A).

Según los autores arriba mencionados los estudios geocronológicos y de campo, indican que la zona limitada por ésta falla presenta rocas plutónicas del Jurásico Medio, por lo que se considera que las rocas afectadas por desplazamientos a lo largo del megashear son de edad Jurásica, aunque desplazamientos más antiguos no están excluidos.

De acuerdo con Poole (1988), Stewart et al (1990), Taylor et al (1991), Gastil et al (1991) y Stevens et al (1992) entre otros, indican que la distribución y tipo de sedimentos de mio y eugeosinclinal sugieren fueron transportados tectónicamente del margen suroeste de Norteamérica pero su orientación en el área central del Estado, permiten suponer fueron modificadas por fallamiento inverso.

Por otro lado Stanley y González (1995), proponen un desplazamiento lateral izquierdo de casi 1000 km a lo largo del cratón norteamericano del Jurásico de Nevada hacia el noroeste de Sonora, en base a similitudes bioestratigráficas, sugiriendo que la falla Mojave-Megashear podría ser uno de los sistemas de falla para que se llevara a cabo tal desplazamiento.

Sin embargo, también es posible considerar que éste límite es inferido, ya que cabe la posibilidad de que el cratón de Norteamérica haya sido continuo hasta los límites con California y Sonora y que sobre éste cratón ocurriera la acreción de terrenos alóctonos de diferente origen (Fig. 7 B).

2) Los terrenos paleozoicos representan la continuación de la orogenia Ouachita del sureste de Texas, y cuya probable conexión con el sistema cordillerano ocurriría en Sonora (Peiffer y Rangin, 1979; Peiffer, 1987) (Fig. 3).

Según Peiffer-Rangin (1979), la orientación estructural este-oeste y los estratos silíceos del Paleozoico Inferior de la Sierra Cobachi, Sonora permiten suponer la continuidad de éste cinturón con la del Maratón Ouachita, más que con la Cordillera paleozoica del oeste de Norteamérica.

Los estudios del Paleozoico llevados a cabo por Peiffer (1987), fueron principalmente en base a asociaciones faunísticas, relaciones litológicas y estructurales con Sonora, sin presentar los suficientes datos paleontológicos para demostrar la continuidad o

probable conexión Ouachita-Sonora, por lo que aún se considera una hipótesis no demostrada.

En ambos casos las influencias del cinturón Cordillerano y Ouachita hacia Sonora se basan principalmente en evidencias tectónicas y litológicas.

Las secuencias de rocas pérmicas en Sonora son ricas en microfauna, en éste caso fusulínidos, los cuáles permiten establecer, de una manera más objetiva y directa, líneas filogenéticas evolutivas y buscar su probable relación no sólo con Norteamérica, sino también con otras regiones.

En Sonora los estudios bioestratigráficos del Pérmico han sido en general basados en conjuntos faunísticos e identificación de fusulínidos (Dunbar, 1939; Menicucci et al., 1982; Peiffer, 1987), algunos de los cuáles han sido resumidos en un catálogo con descripciones básicas (Brunner, 1984). Aunque fué presentado por Peiffer (1987) el más completo estudio bioestratigráfico del Paleozico, en lo que respecta al Pérmico en el Estado, la autora reporta diferentes géneros y especies de fusulínidos para establecer solamente la edad de las rocas.

Pérez (1992) presenta por primera vez un estudio de correlación bioestratigráfica de fusulínidos del Pérmico Inferior y Medio con el sureste de Arizona y centro de Sonora, en el cuál se reconocen especies de fusulínidos similares a las de California, oeste de Texas y centro y sud América; sin embargo, éste trabajo (Pérez op.cit) se considera incompleto ya que todavía existen afloramientos ricos en microfauna que permiten la posibilidad de abrir otras fuentes de información para continuar su estudio y así establecer de una manera más clara y precisa, las posibles conexiones marinas no sólo con el resto de América, sino también con otros continentes.

El presente proyecto de investigación, presenta una revisión más detallada y amplia de la taxonomía de fusulínidos del centro de Sonora, con el objetivo de determinar, con mayor precisión la distribución de éstos foraminíferos. Este estudio espera contribuir a entender el probable origen de los terrenos paleozoicos en Sonora.

## LOCALIZACION

Se estudiaron 5 secciones localizadas en las regiones noroeste y central de Sonora. La primera sección se encuentra en el Cerro Los Monos 50 km, oeste de Caborca y 250 km al noroeste de Hermosillo, en la región de El Antimonio (Fig.1). En el área central este del Estado el estudio se llevó a cabo en tres localidades incluyendo: 1) Sierra Martínez, a 136 km al este de Hermosillo, 2) Cerro Las Rastras localizado 100 km al este de Hermosillo y 3) Picacho Colorado, en el área de Cobachi a 116 km al SE de Hermosillo (Fig.1).

En el área central oeste del Estado, el área de estudio se localiza en Cerro Prieto y la Sierra Santa Teresa, localizados a 20 km al sureste de Hermosillo y a 3 km de la fábrica de Cementos del Yaqui (Fig.1). En ésta localidad no se midió sección, y el muestreo se llevó a cabo sobre el trayecto de terracería que corta las rocas del Pérmico.

## OBJETIVOS

El objetivo de éste estudio es tratar de establecer la zonación bioestratigráfica del Pérmico Inferior (Wolfcampiano-Leonardiano) y hacer una correlación bioestratigráfica de las áreas en estudio, basado en la Taxonomía y alcance de las especies de los fusulínidos encontrados, en secciones medidas localizadas en el noreste y centro de Sonora; incluyendo las probables influencias tectónicas y ambientales que determinaron cambios en el desarrollo de las especies descritas en las secuencias estratigráficas en estudio. Además de establecer las probables afinidades biogeográficas globales y aloctonia de la microfauna del Pérmico Inferior de Sonora.

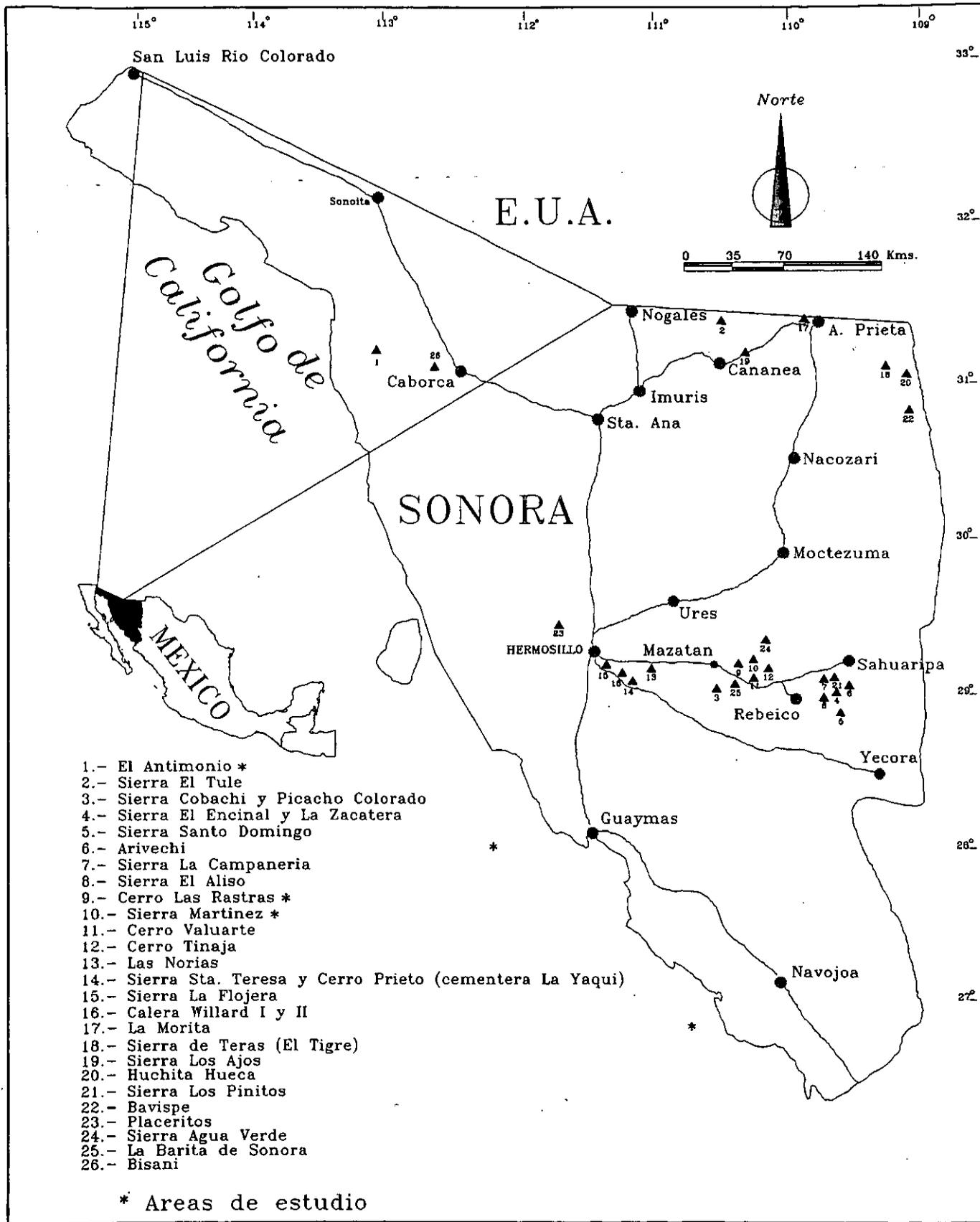


Figura 1. Mapa de Localización de las áreas mencionadas en el texto, incluyendo las áreas de estudio

## TRABAJOS PREVIOS

En Sonora se han realizado varios estudios bioestratigráficos del Pérmico, por diferentes autores en base a fusulínidos los cuáles se subdividen en A) las relacionadas con las áreas de estudio y B) en otras áreas.

### A) Relacionadas con las áreas de estudio:

King (1939), reportó del centro de Sonora, una sección geológica del Cerro Las Tinajas, localizadas al sur del Cerro Cobachi, (Fig. 1), calizas pérmicas en discordancia angular sobre mármoles y cuarcitas cámbricas (Dumble, 1900). El mismo autor reporta en el área La Casita al oeste del Cerro Cobachi y en el mismo Cerro Cobachi, calizas masivas del Ordovícico en contacto por falla con rocas del Pérmico que con tienen abundantes fragmentos de crinoides y fusulínidos, incluyendo especies de Parafusulina, semejantes a las especies descritas en la Formación Leonard, al oeste de Texas.

Stoyanow (1942) reconoce por primera vez en el área la mina El Antimonio al noroeste de Sonora, estratos del Pérmico Medio denominados "Capas Monos" por Keller (1928). Posteriormente, Cooper y Arellano (1946), Copper (1953) y Dunbar (1953) describen en calizas detríticas la presencia de Parafusulina antimoniensis Dunbar, del Guadalupeano. González-León (1997) reporta en clastos del Triásico formas microséricas de P. antimoniensis (identificadas por C. Stevens).

Noll, (1981) en un estudio estructural y estratigráfico de la Sierra Cobachi reporta la presencia de unidades paleozoicas alóctonas, donde el Ordovícico de plataforma se encuentra en contacto por falla inversa con el Ordovícico-Pérmico de cuenca. El mismo autor menciona la presencia de fusulínidos pertenecientes al Pérmico Inferior (Leonardiano), incluyendo Parafusulina sp. y probable Skinnerina del Pérmico Medio (Guadalupiano).

Menicucci et al (1982), en un estudio sobre diferencias de sedimentación Permo-Triásica, en Sonora central, menciona diferentes géneros y especies de fusulínidos pertenecientes al Wolfcampiano-Leonardiano en algunas localidades de Sonora incluyendo: Cerro Las Rastras, Los Chinos, Cerro Martínez, Cerro Valuarte y Cerro Tinaja (Fig. 1).

Peiffer (1987), en un estudio inédito realizó el estudio bioestratigráfico más completo del Paleozoico en Sonora. Dicho estudio presenta las secciones estratigráficas de las áreas noreste y central de Sonora, con la descripción de la microfauna observada incluyendo: Sierra El Tule, Cerro La Morita, Sierra Santa Teresa, Sierra Martínez, Cerro Las Rastras, Cerro La Tinaja, Cerro Cobachi, Cerro Valuarte, Sierra Los Pinitos y Calera Willard (Fig. 1).

Peiffer (1987), reporta varias especies de fusulínidos en sedimentos de plataforma de algunas localidades: 1) en el cerro La Morita aflora la secuencia Pérmica (Wolfcampiano-Leonardiano) más completa reportada en el noreste de Sonora; 2) En la Sierra Santa Teresa menciona diferentes géneros de fusulínidos incluyendo: Parafusulina, Cuniculinella, Eoparafusulina, Pseudofusulinella, Schwagerina, Staffella, Schwagerina, Pseudofusulina y Dunbarinella, conjunto faunístico determinado como del Wolfcampiano; 3) En la Sierra Martínez incluye los géneros: Parafusulina sp. Cuniculinella calyx Thompson and Wheeler o Parafusulina imlayi Dunbar, así como schwagerinidos del Wolfcampiano-Leonardiano; 4) En el Cerro Cobachi reporta los géneros Parafusulina y P. sonoraensis Dunbar del Leonardiano; y 5) en el Cerro Las Rastras describe la presencia de: Chalartoschwagerina, Schwagerina, Cuniculinella, Pseudofusulina, y Occidentoschwagerina del Wolfcampiano.

Montijo y Terán, (1988), en un estudio sobre la geología del área de Rebeico, donde incluyen a la Sierra Martínez, proponen el término informal Serie Martínez para una secuencia detrítico-carbonatada de plataforma, que dividen en Unidad Inferior sin fósiles y de probable edad Cámbrico-Ordovícico (Menicucci, 1975), y Unidad Superior con un rango de edad del Devónico medio (?) al Pérmico inferior con presencia de fusulínidos.

Stewart y Amaya (1993), en un estudio preliminar estratigráfico y estructural de la Sierra Santa Teresa reportan una secuencia de rocas paleozoicas de más de 2000 m de espesor que cabalga a rocas sedimentarias y volcánicas del Mesozoico.

Stewart et al (1997), en un estudio estratigráfico y geológico de la Sierra Santa Teresa, divide a las rocas paleozoicas en 7 unidades que van en edad del Carbonífero al Pérmico, y asigna su unidad 6 de aguas someras al Pérmico (Leonardiano) en contacto gradacional con la unidad 7 del Pérmico (Guadalupeño) de aguas profundas. La unidad 6

se asignó al Leonardiano en base a la presencia de Parafusulina spissisepta, Parafusulina sp., Schwagerina crassitectoria y S. aff. S. guembeli y la unidad 7, al Guadalupiano en base a Parafusulina sp. aff. P. böesei.

De acuerdo con el autor Stewart et al. (op. cit.) la unidad 7 se correlaciona litológicamente con los estratos de la Sierra La Flojera, localizada 12 km al noroeste de la Sierra Santa Teresa, que muestran fusulínidos retrabajados del Wolfcampiano con la presencia de Schwagerina yuonquisti, con un espesor de 100 m (Stewart et al 1990, 1997).

## **B) Otras áreas:**

Imlay (1939) y Dunbar (1939), describen en la Sierra Hachita Hueca, en el área de El Tigre y Mina Pilares de Teras, noreste de Sonora, una secuencia Pérmica formada por calizas con pedernal con presencia de Parafusulina (Leonardiano), incluyendo: P. sonoraensis y P. skinneri, considerados por Dunbar (op cit) como pertenecientes a una provincia faunística diferente a las de México y el oeste de Texas.

Tovar (1969), correlaciona sus unidades III, IV y V de la Sierra de Teras, noreste de Sonora, con las formaciones Earp, Colina y Scherrer del Pérmico Inferior (Wolfcampiano-Leonardiano) del sureste de Arizona, en base a estudios de microfauna.

Hewett (1978) y Schmidt (1978) reportan del Cerro El Encinal y La Zacatera, centro este de Sonora, calizas arenosas del Wolfcampiano-Leonardiano en base a la presencia de fusulínidos, incluyendo: Parafusulina, Schwagerina, Monodiexodina y Cuniculinella. Dichos autores correlacionan las rocas de ésta área con una secuencia de calizas del noreste de Sonora y sureste de Arizona, utilizando el término informal de formación El Tigre para estratos del Pérmico Inferior, en áreas central-este de Sonora. Sin embargo Minjarez y Torres (1987) proponen utilizar más bien el término Grupo Santo Domingo para la secuencia Pérmica de las áreas de El Encinal y La Zacatera, argumentando que el espesor y la variedad en litología permiten dividirla en diferentes formaciones.

Brunner (1984) presenta un catálogo general de fusulínidos en México, donde ilustra y describe algunos géneros y especies de Sonora, basado en las descripciones

tipo de publicaciones originales o que han sido incluidas en un catálogo general de foraminíferos (Ellis and Messina, 1940).

Araux y Vega (1985), mencionan en un estudio geológico de la Sierra La Campaneria, Sonora central la Formación El Venado, constituida por areniscas, lutitas y mármoles con la presencia de Parafusulina sp. del Leonardiano.

Minjarez y otros (1985), en un estudio estratigráfico del área de Sahuaripa en el (cerro El Palmar) centro-oriente de Sonora, reportan Schubertella, Schwagerina y Parafusulina del Wolfcampiano-Leonardiano.

González-León (1986), reporta en un estudio del Paleozoico de la Sierra del Tule, noreste de Sonora una sección de 140 m de espesor de rocas sedimentarias del Pérmico Inferior, con fusulínidos, incluyendo los géneros Schwagerina y Schubertella, de edad Wolfcampiana, la cuál correlaciona con la Formación Earp (Virgiliano-Wolfcampiano) y tal vez la Formación Colina de las Montañas Mule, Arizona, en Norte América.(Hayes & Landis 1964 in: González op.cit.).

Minjarez y Torres (1987), indican en un estudio geológico del área Bacanora-Arivechi en el centro-este de Sonora, que en la Sierra Santo Domingo se encuentran estratos del Leonardiano Inferior con Schwagerina crassitectoria.

Vega y Araux (1987), reportan en un estudio estratigráfico del Paleozoico en el Rancho Las Norias, calizas con la presencia de Parafusulina sp. del Leonardiano.

Bartolini (1988), en un estudio estructural y estratigráfico de la Sierra el Aliso, en Sonora central, reporta la presencia de turbiditas con un conglomerado con intraclastos de caliza y pedernal con fusulínidos de los géneros: Schwagerina, Parafusulina, Schubertella, Triticites y Pseudoschwagerina del Wolfcampiano, los cuáles el autor los consideró como foraminíferos transportados de una plataforma a una cuenca. La probable localización de ésta plataforma incluye: la Sierra de la Campanería, Cerro Las Rastras, Cerro Martínez, Cerro Valuarte o Cerro Tinaja (Fig. 1). Esta unidad se encuentra en contacto por falla inversa con lutitas de edad Ordovícica (Bartolini. op.cit).

Pérez (1992), en un estudio de Paleontología Sistemática de fusulínidos establece por primera vez en México zonas bioestratigráficas y una correlación estratigráfica del Pérmico Inferior, incluyendo el Wolfcampiano, Leonardiano y

Guadalupeano del sureste de Arizona, y tres secciones en el área este y oeste de Sonora, incluyendo Arivechi, y caleras Willard I y II (Fig.1).

Ochoa y Sosa (1993), en un estudio geológico-estratigráfico de la Sierra Agua Verde en Mazatán (Fig. 1), describen la Formación Tuntundé con Schwagerina sp. del Pérmico Inferior (Leonardiano).

## METODOLOGÍA

Las secciones medidas y muestreo se llevaron a cabo con cinta y brújula. Las muestras se colectaron a diferentes intervalos considerando cambios litológicos, principalmente. Las muestras se identificaron utilizando la clasificación textural para rocas carbonatadas de Dunham (1962) y la clasificación de Folk (1974) para su estudio petrográfico, el cuál incluyó 100 secciones delgadas.

También se elaboraron aproximadamente 800 secciones orientadas para la identificación y descripción de los fusulínidos. Se eligieron los mejores cortes axiales y longitudinales para tomar las medidas respectivas, las cuáles se incluyen en el Apéndice I. Esta metodología es similar a la utilizada por Pérez (1992), en su estudio de los fusulínidos del sureste de Arizona y Sonora.

La orientación de las secciones y fotografías de los fusulínidos se realizaron en el laboratorio de Geología de la Universidad de Texas en Arlington, bajo la supervisión del Dr. Merlynd Nestell.

Para llevar a cabo la identificación de las especies encontradas, se comparó su morfología, estructura y medidas correspondientes con otras previamente reportadas, determinándose, tan objetivamente como fué posible semejanzas y diferencias.

## MARCO GEOLOGICO REGIONAL

### *Tectonismo y Sedimentacion en Norteamérica durante el Paleozoico*

De acuerdo a estudios estratigráficos y paleontológicos se presentan cuatro elementos tectónicos en Norteamérica: 1) Los terrenos alóctonos de la Cordillera, 2) El cinturón Sonoma de cuencas asociadas, 3) Las zonas estables del cratón desde Nevada hasta Texas y 4) el cinturón Marathon-Ouachita (Figs. 4, 6 A y B).

1) Los terrenos alóctonos de la Cordillera. El cinturón Cordillerano está constituido por diferentes secuencias que varían en su marco tectónico y depositacional, proporcionando un registro sedimentológico de los eventos del Paleozoico Tardío que afectaron el borde oeste de Norteamérica. (Dickinson, 1981; Miller et al, 1992).

Las rocas paleozoicas hacia el margen oeste de Norteamérica son alóctonas con respecto a la plataforma paleozoica, y probablemente representan los remanentes de cuencas oceánicas profundas y arcos de islas volcánicas acrecionados durante el Paleozoico y Mesozoico (Coney, et al., 1980; Ross y Ross, 1983; Miller et al, 1992; Howell et al., 1987; Jones, 1990) (Fig. 6 B)

El cinturón orogénico Antler, definido por King (1975), se extiende en una dirección NE-SW desde el estado de Idaho hasta el sureste de California a través del estado de Nevada (Fig. 4). Dicho cinturón está constituido por grandes secuencias eugeosinclinales formadas por lutitas, pedernales, calizas, cuarcitas y argilitas con fauna de graptolitos, conodontos y radiolarios del Paleozoico Inferior (King, 1975).

Durante la orogenia Antler, islas de arco volcánicas convergen hacia el continente acompañadas de un cabalgamiento y fallamiento en gran escala, observándose sus efectos en las Montañas Roberts de Nevada hacia Idaho al oeste de Norteamérica (Dickinson, 1977) (Figs. 4 y 5)

El evento tectónico asociado a la orogenia Antler del Devónico Superior-Misisípico y Pensilvánico se atribuye a la subducción de una placa oceánica bajo el cratón de Norteamérica, desarrollándose como resultado una serie de arcos volcánicos paralelos al

margen continental, activos hasta el Pérmico (Dickinson, 1977; Hannah y Moore, 1986; Stewart et al, 1986).

2) El cinturón Sonoma de cuencas asociadas. La orogenia Sonoma forma parte de la deformación del alóctono Golconda, en el borde oeste del cratón donde varios terrenos oceánicos fueron acrecionados (Trexler, et al 1991) (Figs. 4 y 5)

El cinturón orogénico Golconda que se extiende desde el centro del estado de Nevada hasta el SE del estado de California (secuencia Havallah), está representado por pedernales, argilitas, calizas, cuarcitas y conglomerados; además de lavas toleíticas, sulfuros masivos, depósitos de Fe y Mn y turbiditas volcanoclásticas, que estructuralmente corresponden a una sección muy deformada, de edad Devónico Superior a Pérmico Superior, y que fué cabalgada y transportada tectónicamente de oeste a este, hacia Sonoma durante el Triásico (Dickinson, 1977; Brueckner & Sydney, 1985; Miller et al 1992) (Figs. 5 y 6 A).

- La orogenia Sonoma del Pérmico-Triásico en Norteamérica (Stewart et al., 1986; Coney et al., 1980) coincide con la Orogenia Sonorana de Fries (1962) en Sonora, la cuál se refiere a una época de levantamiento y fallamiento que destruyó por completo el patrón de sedimentación del Paleozoico Tardío en el Estado. (Fries op.cit.).

De acuerdo con Ross (1983), el terreno Sonoma, con sedimentos del Devónico, Carbonífero, Pérmico y Triásico Medio presenta areniscas volcánicas y lutitas con carbonatos de aguas someras y una fauna única de fusulínidos, semejante a la reportada del Lago Shasta, norte de California, pertenecientes al Pensilvánico y Pérmico Inferior y Medio (Wolfcampiano-Leonardiano) (Skinner & Wilde, 1965) y que permite ubicarla dentro de la Provincia McCloud (Ross, 1983), considerada como de origen alóctono (Ross, op cit; Stevens, 1990) (Fig. 6 A).

La provincia McCloud incluye los terrenos: Klamath este, Sonoma, Grindstone y Bilk Creek del oeste de la cordillera norteamericana (Fig. 6 A). Esta provincia se reconoce por la presencia de terrenos tectónicos desplazados formados por sedimentos de fondo oceánico, montículos carbonatados y fragmentos de islas volcánicas que aparentemente fueron derivados de la parte oriental de la Pantalasia. La mayor parte de

éstos sedimentos pertenecen al Carbonífero Superior y Pérmico incluyendo schwagerínidos y parafusulinas (Ross, 1995).

La Formación McCloud está representada principalmente por calizas masivas y limosas con pedernal y limolitas o lutitas limosas que fueron formadas en una plataforma carbonatada y depósitos de cuenca con la presencia de calcarenitas y calizas limosas (secuencias Bouma) con aporte volcánico (Demirmen, 1965; Skinner & Wilde, 1965; Irwin, 1977; Miller, 1989).

Skinner & Wilde (1965) reconocen en la Formación McCloud 8 zonas faunísticas (A-H) basadas en fusulínidos, desarrolladas en un margen de plataforma hacia el este con calizas claras, las cuáles gradúan hacia el oeste y noroeste a calizas oscuras de estratificación gruesa y delgada con limolitas y lutitas limosas consideradas como depósitos de cuenca, con un espesor máximo de 2330 m.

La fauna de la Formación McCloud incluye: corales, fusulínidos, braquiópodos, moluscos, equinodermos y briozoarios, conjunto faunístico de aguas cálidas y someras; aunque también se reporta fauna retrabajada en una pendiente o rampa carbonatada con aporte de volcanoclásticos (Miller; 1987; 1989).

La edad de la Caliza McCloud se asignó en base a la presencia de corales y fusulínidos del Pérmico Inferior (Skinner & Wilde, 1965; Wilson, 1982; Stevens, 1983). Los géneros de fusulínidos del reconocidos fueron principalmente: Schwagerina, Pseudoschwagerina, Eoparafusulina, Staffella, Cuniculinella, Chalartoschwagerina y Parafusulina (Skinner & Wilde op.cit.).

La base de la Caliza McCloud se encuentra en contacto interdigitado con la Formación Baird, con sedimentos de plataforma y turbiditas de origen volcanoclástico (Misisípico-Pensilvánico? Pérmico Temprano). La cima de la Formación McCloud se encuentra en contacto discordante con la Formación Nosoni, la cuál consiste en lutitas, pizarras, areniscas, pedernal, rocas piroclásticas, algunas caspas de calizas y conglomerados, con un espesor de 270 a 1900 m. La edad de la Formación Nosoni se asignó como del Guadalupiano, en base a la presencia de fusulínidos de formas avanzadas (15 a 35 mm de largo) del Género Parafusulina.

Por otro lado, Magginetti et al (1988) en un estudio bioestratigráfico del Grupo Owens Valley en el área este-central de California, describen faunas del Wolfcampiano y Leonardiano, en contacto discordante con rocas del Pensilvánico Inferior y la cima en discordancia angular con sedimentos del Triásico Temprano.

El Grupo Owens Valley incluye las formaciones Darwin Canyon, Conglomerado Mesa, Osborne Canyon y Keeler Canyon con más de 3500 m de espesor con la presencia de: calizas, calizas limosas con pedernal y conglomeráticas; en la mayor parte de las secciones se presentan calizas bioclásticas con secuencias Bouma y signos de retrabajo de fauna, con gran diversidad de fusulínidos, braquiópodos, corales y esponjas.

De acuerdo con Magginetti et al (op.cit.) el Grupo Owens Valley, con excepción de la unidad Conglomerado Mesa, el cuál se desarrolló en un ambiente de plataforma de aguas someras, fué depositado en general en un ambiente de turbiditas o sedimentos transportados de su lugar de origen; sin embargo fué posible agruparlos en unidades litológicas y rangos en edad.

Magginetti et al (1988), considera que la fauna del área este de California se desarrolló en plataformas inestables de carbonatos adyacentes a cuencas profundas, hacia el sureste del margen continental norteamericano y un endemismo fué provocado en las plataformas y cuencas ecológicamente aisladas. La fauna descrita contiene elementos de la región Texas-Cordillerana, así como del este de las Montañas Klamath (Fig. 6).

3) Las zonas estables de cratón desde Nevada hasta Texas. En Norteamérica, en la región cordillerana incluyendo los estados de Nevada y California se han descrito rocas sedimentarias marinas de aguas someras y de cuenca del Pérmico (Thompson, 1946; Robinson, 1961; Slade 1961). Robinson & Slade (1961), describen en Elko County, Nevada ortocuarcitas calcáreas de la Formación Hogan del Pensilvánico Superior (Virgiliano) en contacto discordante con calizas con pedernal de la Formación Pequop del Pérmico Inferior (Wolfcampiano-Leonardiano), con un espesor de 737 m y cuya edad es asignada en base a fusulínidos semejantes a los descritos en la sección tipo del Wolfcampiano de Texas (Dunbar & Skinner, 1937; Thompson, 1954).

De acuerdo con Robinson & Slade (op. cit.) indican que la Formación Pequop comprende una de las secciones más completas del Wolfcampiano, semejante a las

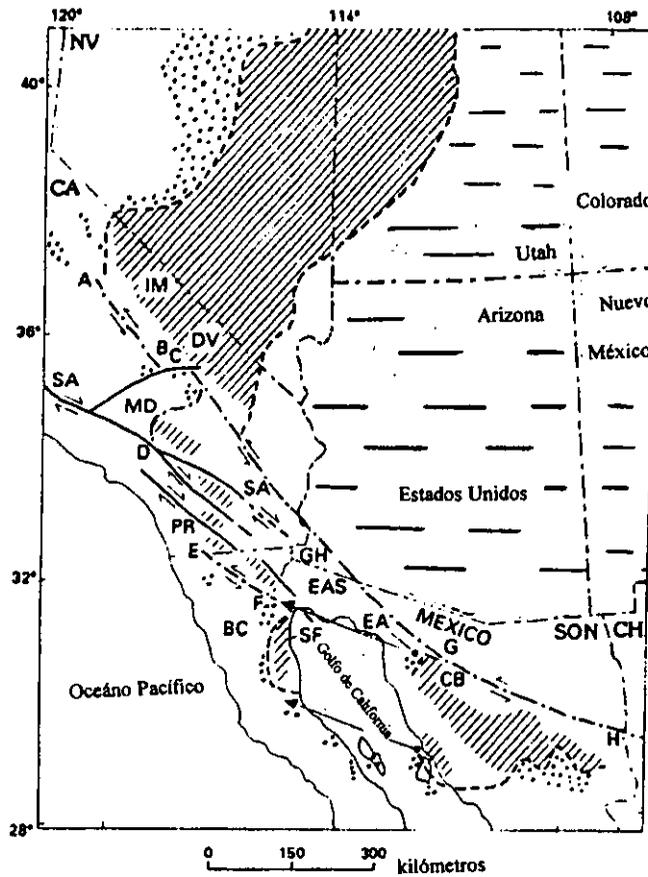
descritas al oeste de Texas, por lo que debe considerarse como un área de referencia de rocas de tipo miogeosinclinal del oeste de los Estados Unidos (Dunbar & Skinner, 1937; Thompson, 1954) (Fig. 6B).

4) El cinturón Marathon-Ouachita. Hacia el borde sureste de Norteamérica, el Cinturón Marathon-Ouachita, presenta una intensa deformación la cuál está representada por grandes cabalgaduras convergencia hacia el noroeste, transportadas tectónicamente sobre y hacia el cratón de Norteamérica. (Flawn et al., 1961; Dickinson, 1981), y ocurrida durante el Paleozoico tardío (Pensilvánico Tardío-Pérmico Temprano).

Secuencias turbidíticas y estratos silíceos del Paleozoico, así como lineamientos estructurales permiten suponer una continuidad o extensión del cinturón orogénico Ouachita en el noroeste de México, a través de Chihuahua (Peiffer/Rangin, 1979; Sedlock et al., 1993); sin embargo Bridges (1965), considera que los sistemas Cordillerano y Ouachita no se conectan en México, ya que el cinturón Ouachita termina abruptamente en el área de la Mina Plomosas en Chihuahua (Fig. 4); sin embargo, según Urrutia (1981), existen evidencias paleomagnéticas que sugieren existió una continuidad entre el cinturón orogénico Cordillerano y los estados de Nevada y Chihuahua.

La cuenca del Marathon está formada por sedimentos plegados del Paleozoico Inferior al Pensilvánico y Pérmico. Estos son depósitos de lutitas, areniscas, calizas y conglomerados, con abundancia en fusulínidos, cefalópodos y braquiópodos de facies someras de las formaciones Lenox Hills y Neal Ranch del Pérmico inferior (Wolfcampiano), ésta última en contacto discordante con calizas del Pensilvánico; conjunto bien representado en las Montañas Glass al oeste de Texas (Ross, 1963) (Fig. 4).

Sin embargo; aunque no se hayan descrito rocas o afloramientos que muestran una conexión directa de faunas de fusulínidos del suroeste con el sureste de Norteamérica, diferentes estudios (Robinson 1961; Slade, 1961; Magginetti et al., 1988; Ross, 1963) indican que los sedimentos del Wolfcampiano, Leonardiano y Guadalupeano del área de Nevada y California muestran influencia de Texas, lo cuál sugiere que mares pérmicos del este de Norteamérica invadieron también las áreas donde se depositaron los sedimentos de la Cordillera paleozoica hacia el Oeste.



**Leyenda**

-  Eugeosinclinal y estratos profundos a moderadamente profundos, incluye las rocas pérmicas de El Antimonio.
-  Estratos de miogeosinclinal
-  Estratos de cratón de plataforma
-  --- Facies o límites cabalgantes del margen continental Paleozoico inferido en su límite aproximado, antes del cabalgamiento Paleozoico o Mesozoico entre los estratos de miogeosinclinal y eugeosinclinal.
-  → Falla deslizante de rumbo del Cenozoico Tardío-rama y guión cuando es inferida, la flecha muestra la dirección del movimiento.
-  ⇔ Falla de desplazamiento horizontal (Falla Mojave-Sonora) hipotética del Paleozoico o Mesozoico. Las flechas indican la dirección relativa del movimiento.
-  → Desplazamiento inferido del Cenozoico Tardío del sistema de fallas San Andrea y sistemas de falla en el Golfo de California. El círculo indica la posición original, la flecha la posición después del desplazamiento.

**Fig. 2** Mapa del oeste de los Estados Unidos y norte de México mostrando la distribución de facies del Proterozoico Superior y rocas paleozoicas, posible falla deslizante de rumbo lateral derecho del Pérmico o Mesozoico y falla lateral derecho del Cenozoico Tardío. Símbolos A,B,C,D,E,F,G y H son puntos de fallas hipotéticas; Az Arizona; BC Baja California; CA California; CB Caborca; CO Colorado; CH Chihuahua; DV Valle de la Muerte; EA El Antimonio; EAS Ejido Aquiles Serdán; GH Montañas Gila; MI Montañas Inyo; DM Desierto Mojave; NM Nuevo México; NV Nevada; PR Sistema Peninsular; SA falla de San Andrés; SN San Felipe; SON Sonora; UT Utah. La distribución de facies en Baja California y en el Sistema Peninsular después de Gastil y Miller (1984). La posición original de rocas en Baja California y Sistema Peninsular de California en relación con Sonora es incierta.

tomado de Stewart et al (1990)

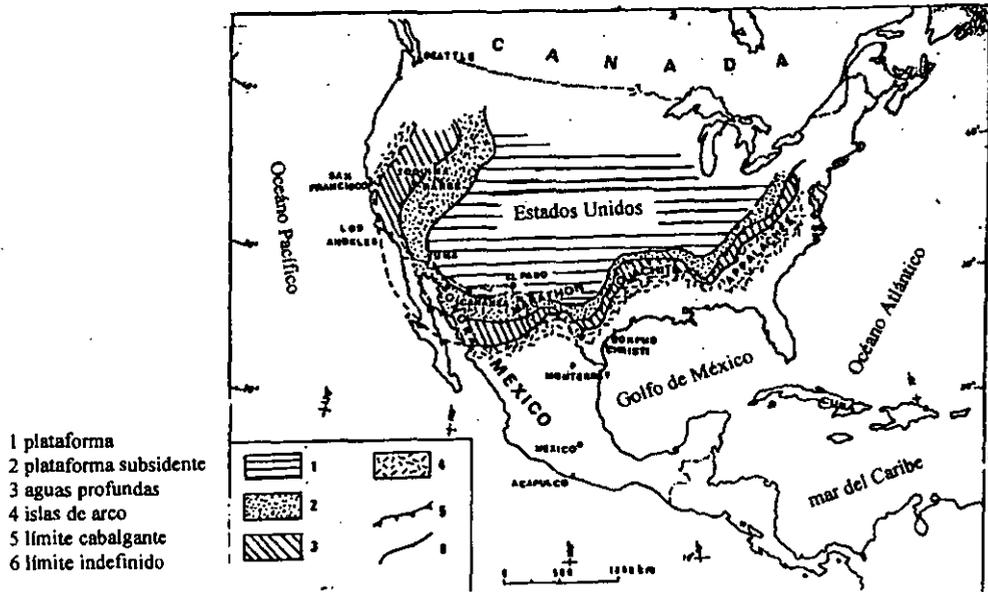


Fig. 3 Reconstrucción del cinturón orogénico de Norteamérica, mostrando la continuidad orogénica Ouachita-Appalachiano con el cinturón Cordillerano, incluyendo Sonora.

tomado de Peiffer (1987)

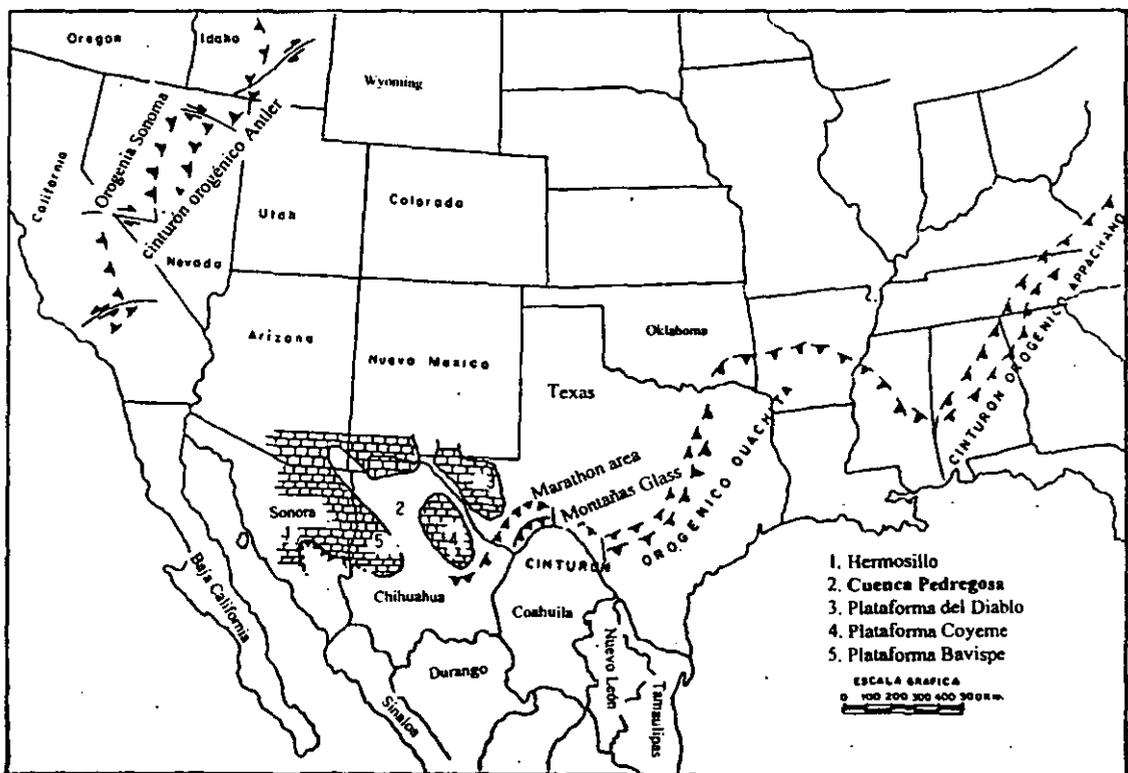


Fig. 4. Esquema de elementos Tectónicas para el Paleozoico (modificado de Noll, 1981; Tovar, 1952)

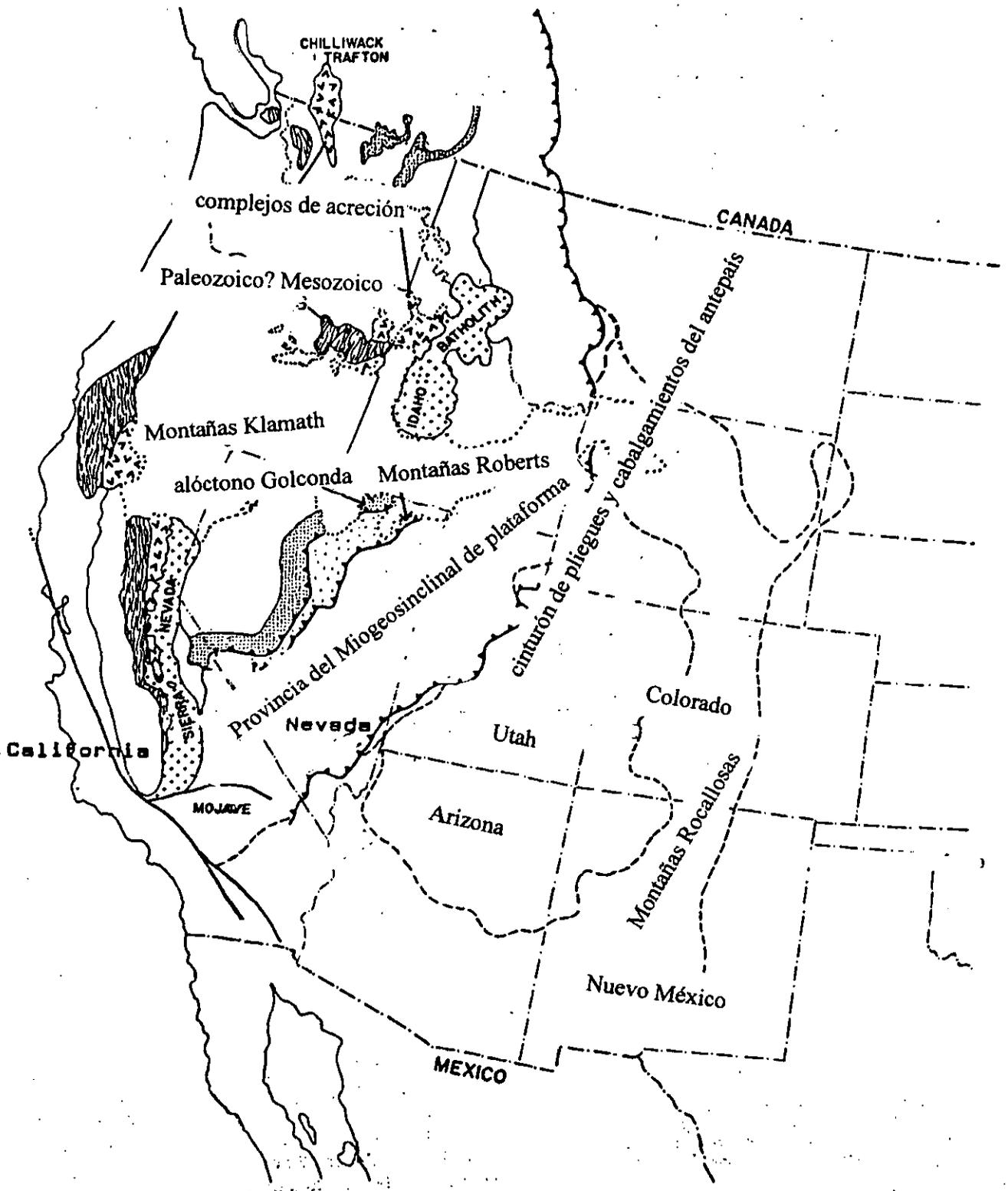


FIG. 5 Provincias paleozoicas tectónicas de la cordillera oeste de los Estados Unidos, incluyendo rocas intrusivas y cubierta Mesozoica-Cenozoica (punteado en gris o en negro).

(tomado de Miller et al, 1992)

FIG. 6A . Cordillera oeste de Norteamérica mostrando los márgenes cratónicos y miogeosinclinal del Paleozoico Tardío, los principales terrenos de acreción que incluyen porciones intactas de las secciones carbonatadas fosilíferas y melage Mesozoico y terrenos separados de bloques, fragmentos y litostromas de rocas con fauna del Paleozoico Tardío. Terrenos paleozoicos intactos son: Terreno Eastern (E) y sus subdivisiones; Terreno Quesnelia (Q); Terrenos Cache Creek (C); Terreno Stikinia (St); **Terreno Sonomia(o Klamatha este) (S)**; Terreno Cascada Norte (NC); Terreno Alexander (A) y Terreno Wrangellia (W). Terrenos mesozoicos con olistostomas de rocas del Paleozoico Tardío y/o zonas de melage con fragmentos y bloques del Paleozoico Tardío incluyen: Terreno Peninsular (P), Terreno San Juan (SJ), Oregon central (O), Seven Devils (SD), Terrenos North Fork y Hay Fork (NH), Terreno oeste Calaveras (wCal), Montañas El Paso y Desierto Mojave (SC), El Antimonio (EA), y Terreno oeste de Isla de Cedros (CI).

(tomado de Ross y Ross 1983)

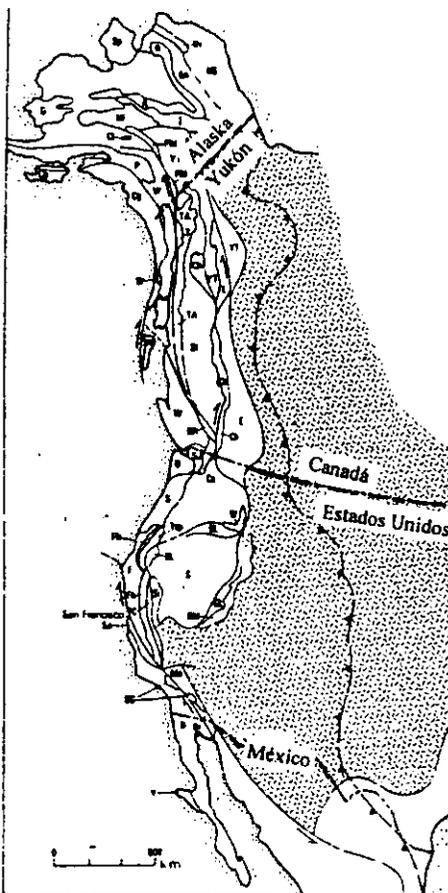
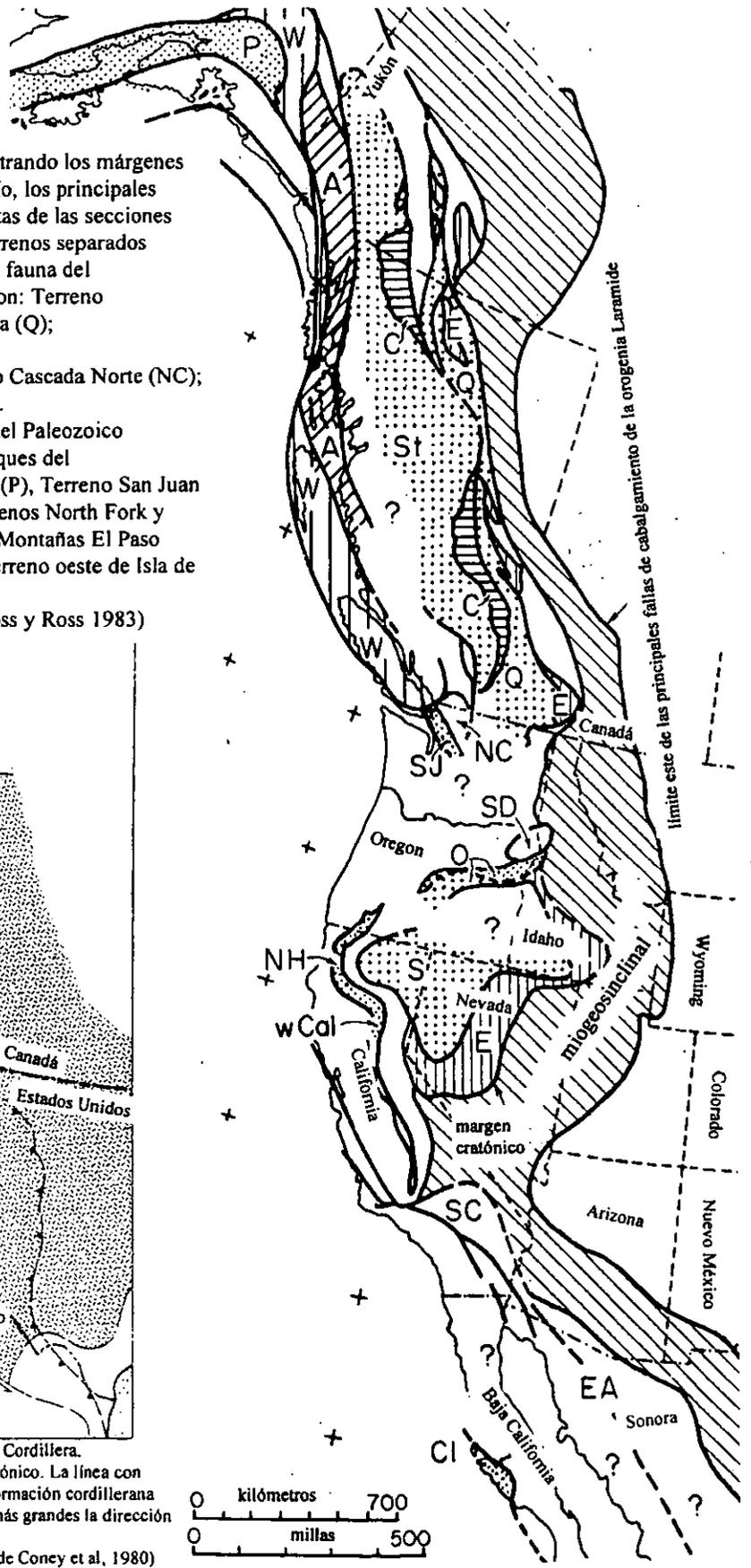


Fig. 6B - Mapa que muestra los terrenos alóctonos de la Cordillera. Las líneas cortas se refieren al basamento cratónico. La línea con flechas cortas muestra el límite este de la deformación cordillerana Mesozoico-Cenozoico. La línea con flechas más grandes la dirección del principal movimiento de desplazamiento. (tomado de Coney et al, 1980)



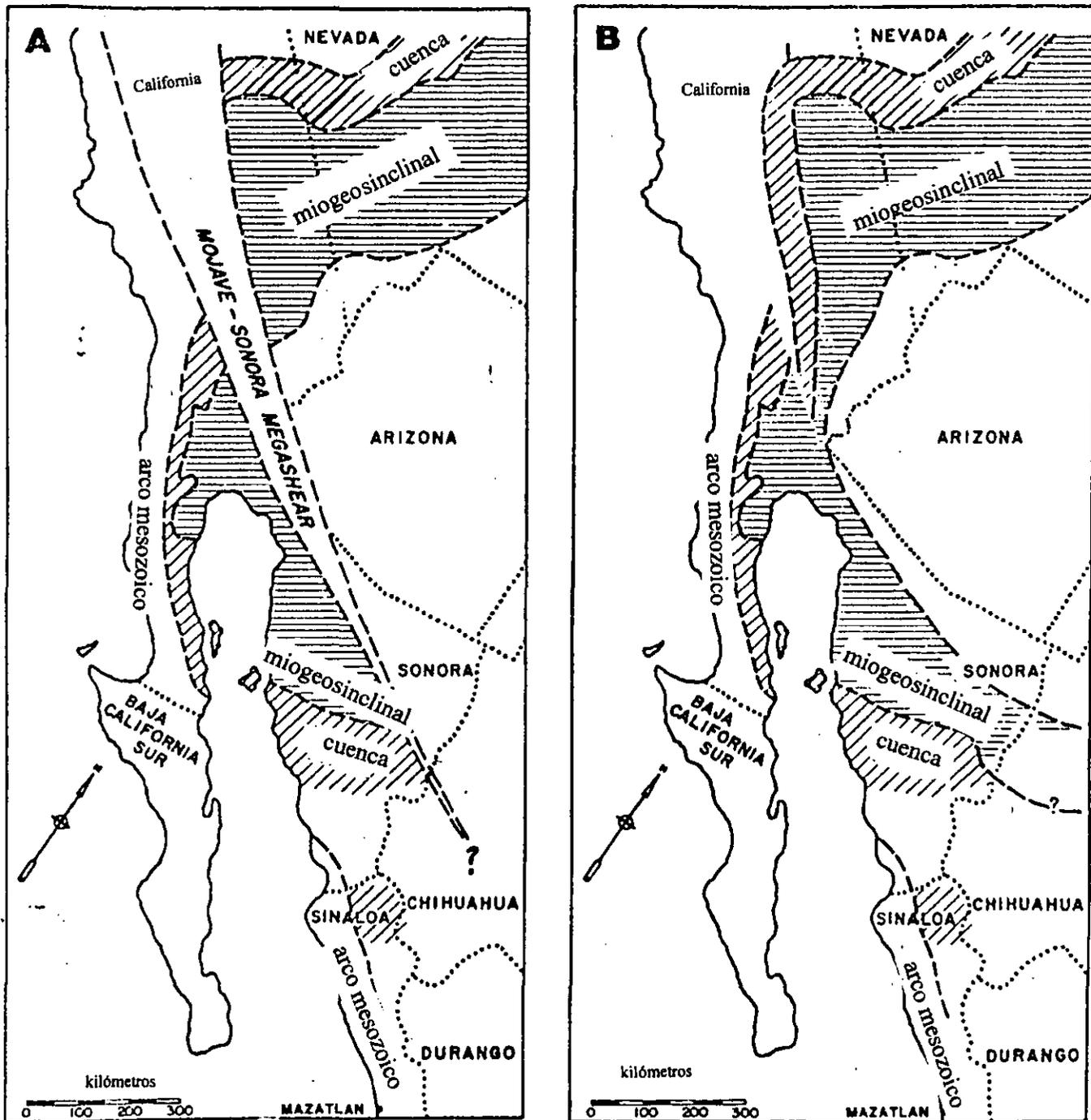


FIG. 7 A) Implicaciones tectónicas regionales de las facies de miogeosinclinal y eugeosinclinal (aguas profundas) que limitan las áreas de California y México incluyendo la hipótesis Mojave-Sonora Megashear (después de Dickinson, 1981). B) Se muestran las mismas facies sin incluir el megashear. Ninguno de los dos diagramas han sido corregidos para un desplazamiento a lo largo de la falla de San Andrés.

(tomado de Gastil et al, 1991)

## ***Paleozoico en Sonora.***

De acuerdo a diferentes estudios estratigráficos y tectónicos Poole & Madrid (1986) Poole et al., (1988, Poole & Amaya 2000 a y b, Peiffer (1987), Radelli et al., (1987), Stewart et al., (1990), Gastil (1991), el Paleozoico en Sonora está representado principalmente por dos dominios paleogeográficos:

- 1) Estratos de miogeosinclinal de sedimentos clásticos y carbonatados en aguas marinas, de ambiente somero, localizado hacia el noreste, noroeste y centro del Estado
- 2) Estratos de eugeosinclinal con sedimentos clásticos y silíceos de grano fino en aguas profundas o moderadamente profundas, localizado hacia el centro del Estado.

1) Miogeosinclinal. Las rocas de miogeosinclinal en Sonora se encuentran bien representadas en Caborca (Fig. 1) con la presencia del Proterozoico Tardío y Cámbrico con un espesor de más de 3,000 m de sedimentos clásticos y carbonatados, (Stewart et al 1984) y hacia el oeste de Caborca en el área del Bísani (Fig. 1), se reportan sedimentos de plataforma del Ordovícico, Silúrico, Devónico y Misisípico (Brunner, 1984). De acuerdo con Stewart et al (1984), las rocas del Paleozoico Inferior en Caborca, se consideran litológicamente similares a las descritas en California y Nevada.

Los sedimentos del Paleozoico al noreste del Estado, incluyendo las áreas de la Sierra El Tule y Los Ajos (González-León, 1986; Peiffer, 1987), se presentan como una secuencia de plataforma del Cámbrico al Pérmico con excepción del Silúrico, con espesores de más de 1000 m en contacto discordante con sedimentos del Conglomerado Glance del Cretácico Inferior (González-León op cit.). En la Sierra de Teras y El Tigre, (Fig. 1), Imlay (1939), describe una secuencia permo-carbonífera de calizas con nódulos de pedernal con abundancia en fusulínidos y braquiópodos, con un espesor de 1850 m en contacto superior con areniscas del Cretácico.

En Bavispe, (Fig. 1) Tovar (1969), describe calizas con abundancia en microfauna incluyendo fusulínidos de los géneros: Schwagerina, Monodiexodina, Schubertella, Pseudoreichelina y Staffella del Pérmico Inferior (Leonardiano-Wolfcampiano) desarrollados en un ambiente de plataforma marina; que corresponden a las unidades III, IV y V, con un espesor de 971 m.

Se considera que la secuencia de carbonatos del Paleozoico Superior del noreste de Sonora puede ser parte del margen de la plataforma de la cuenca Pedregosa rodeada o conectada hacia el sur por un segmento del cinturón Ouachita (Armin, 1987) (Fig. 4).

La Cuenca Pedregosa se localiza cerca del margen sureste de Norteamérica durante el Paleozoico Tardío. Episodios de erosión y transporte de clásticos sobre la cuenca Pedregosa causaron las intercalaciones de lutita, limolita y carbonatos característicos del Grupo Naco (Pensilvánico-Pérmico), al sureste de Arizona, las cuáles se consideran correlacionables litológica y bioestratigráficamente con el área noreste de Sonora desarrollados en un ambiente marino de plataforma que bordeaba la cuenca Pedregosa, incluyendo las secuencias de la Sierra El Tule, en el Cerro La Morita y Los Ajos, al noreste de Sonora (González, 1986; Peiffer, 1987).

Por otro lado, hacia el noroeste de Sonora, al oeste de Caborca (Fig. 1), Cooper et al (1953) describen en la Formación Los Monos, un depósito de calizas bioclásticas en aguas consideradas como de plataforma o moderadamente profundas del Pérmico Medio (Guadalupiano) con la presencia de Parafusulina antimonioensis Dunbar, la cuál se considera semejante a la descrita en los terrenos alóctonos de las Montañas Klamath (Ross & Ross, 1983), por lo que es posible que la microfauna descrita en la Formación Los Monos pertenezcan a los mismos terrenos.

2) Eugeosinclinal. En contraste, hacia el centro del Estado de Sonora se describen sedimentos del Paleozoico de miogeosinclinal y de eugeosinclinal.

Las localidades del Paleozoico de plataforma más importantes estudiadas se encuentran en la figura 1, incluyendo: Sierra Agua Verde (Ochoa y Sosa, 1993), Sierra López (Sterwart, et al, 1990), Las Norias (Vega y Araux, 1987), y Placeritos (Poole, et al 2000 a) con espesores que varían de 1900 m en las Norias a 3600 m en Sierra Agua Verde, las cuáles están representadas principalmente por calizas masivas, dolomías, en estratos delgados y gruesos, calizas arenosas, capas de pedernal y en menor proporción areniscas de grano medio a fino, con estratificación cruzada, lutitas, lutitas calcáreas y en general con abundancia en fauna marina, incluyendo: trilobitas, braquiópodos, equinodermos,

moluscos, briozoarios fusulínidos, corales y fragmentos algáceos. (Stewart, et al 1990; Ochoa y Sosa, 1993; Poole et al, 2000; Vega y Araux, 1987).

Los espesores de los sedimentos del Pérmico de plataforma en el Estado varían de los 30 m en Las Norias, 1019 m en las Sierras El Encinal y La Zacatera, 1200 m Sierra Martínez y 1500 m en la Sierra Santo Domingo, sugiriendo la existencia durante el Pérmico de bancos calcáreos y plataformas marinas extensas principalmente hacia la parte central este del Estado.

Las áreas con depósitos de cuenca en Sonora central están representadas como zonas de transición o límites plataforma-cuenca, los cuáles se encuentran descritos en: las áreas de la mina La Barita, (Poole et al, 1988; Poole & Amaya, 2000 b); Cobachi, (Noll, 1981); Las Rastras, (Peiffer, 1987; Poole & Amaya, 2000); Sierra Martínez (Montijo y Terán, 1988); El Encinal y La Zacatera (Schmidt 1978 y Hewett 1978) y Sierra La Campaneria (Formación Minas), (Vega y Araux, 1985); Sierra El Aliso, (Bartolini, 1988), Sierra La Flojera (Stewart, et al 1990) y Sierra Santa Teresa (Stewart et al, 1997) (Fig. 1).

De acuerdo con Poole et al (1988); Poole y Amaya (2000b), en el área de la Barita, hacia el sureste de Hermosillo (Fig. 1), se presentan aproximadamente 1000 m de espesor de sedimentos de cuenca del Ordovícico al Pérmico, con excepción del Silúrico, incluyendo sedimentos turbidíticos de grano fino, con pedernal, lodolita y lutita; conodontos, radiolarios, fósiles traza y graptolitos (Ordovícico). Esta secuencia se encuentra en contacto por falla inversa y/o cabalgando, sobre los sedimentos de plataforma del Cámbrico? Ordovícico al Pérmico con excepción del Silúrico; dicho cabalgamiento está expuesto en la Sierra Martínez, (Montijo y Terán, 1988), Cerro Las Rastras (Peiffer, 1987) y en el Cerro Cobachi (Noll, op. cit.), (Fig. 1).

Los sedimentos de plataforma en éstas áreas, están representados por calizas, calizas arenosas, con pedernal con abundancia en fauna marina y en menor proporción areniscas y lutitas calcáreas, con espesores que varían de 380 m en el Cerro Las Rastras Peiffer (1987) a 1200 m en la Sierra Martinez (Montijo y Terán, 1988).

Los contactos estratigráficos de las secuencias de cuenca y plataforma, en éstas áreas son difíciles de observar, ya que generalmente los sedimentos de cuenca se

encuentran en fallas inversas sobre los depósitos de plataforma, menos plegados (Peiffer, 1987).

De acuerdo con Poole & Madrid (1988), Poole & Amaya-Martínez (2000 b), las rocas de cuenca del centro de Sonora, se correlacionan con los depósitos de eugeosinclinal al sureste de Texas, debido a similitudes litológicas, rasgos sedimentarios y marcos depositacionales.

Según Poole (op.cit.) y Poole y Amaya Martínez (op.cit.) las rocas paleozoicas del Estado incluyendo las áreas de la Sierra Martínez, Las Rastras, La Barita y Cerro Cobachi, se encuentran afectadas por la orogenia Ouachita-Marathon, que originó una colisión hacia el borde sureste del cratón de Norteamérica, dando lugar al llamado Alóctono de Sonora (Orogenia Sonorana), donde las secuencias de cuenca del Paleozoico, fueron plegados, cabalgados fallados y yuxtapuestos sobre los de plataforma, durante el Paleozoico Tardío.

En la Sierra El Aliso, 130 km al sureste de Hermosillo, Bartolini (1988) describe rocas del Ordovícico, Devónico, Misisípico, Pensilvánico (?) de eugeosinclinal y calizas turbidíticas con fusulínidos del Pérmico (Wolfcampiano). Los contactos entre estas rocas son por falla, por lo que las relaciones estratigráficas en esta área, han sido difíciles de establecer (Bartolini op.cit). En este caso el autor (Bartolini op. cit) indica que la secuencia arriba mencionada, se compara con la descrita en sedimentos de eugeosinclinal del Ordovícico en Nevada.

En las Sierras de El Encinal, La Zacatera y La Campaneria, Schmidt (1978) y Hewett (1978) y Vega y Araux (1985) describen a la Formación Minas-México de edad Pérmica (Wolfcampiano) con 1000 m de espesor con presencia de clásticos de grano fino, incluyendo limolitas turbidíticas y fósiles traza de aguas profundas (Nereites) (Stewart et al, 1990), en contacto sedimentario con sedimentos del Pérmico de plataforma (Formación La Cueva).

De acuerdo con Stewart (1990), en la Sierra La Flojera, 10 km al sureste de Hermosillo, se presenta una secuencia de 100 m de espesor de calizas masivas consideradas como depósitos de plataforma, con la presencia de Schwagerina youngquisti del Pérmico Inferior (Wolfcampiano). Esta misma secuencia se encuentra cubierta por un paquete de

sedimentos clásticos de cuenca, incluyendo: limolitas, areniscas limosas, limolitas clacáreas, así como secuencias turbidíticas y fósiles traza (Nereites), con 290 m de espesor (Stewart op.cit.).

Según Stewart, (1990, 1997), en la Sierra Santa Teresa, y en la Sierra El Encinal (Fig. 1), se presentan las únicas secciones del Pérmico en Sonora hasta ahora descritas, donde rocas de aguas someras, se encuentran en contacto transicional con rocas de aguas profundas incluyendo: calizas limosas, areniscas limosas y calcarenitas con fragmentos de crinoides y fusulínidos no identificables.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, parece indicar que las rocas paleozoicas del centro del Estado de Sonora han sido afectadas por diferentes eventos tectónicos que han dificultado todo intento de establecer una evolución tectónico-sedimentaria; ya que las zonas de transición o límites de plataforma-cuenca están, ya sea en contacto por fallas de cabalgadura, erosionados ó en contacto con intrusivos, o cubiertos (Noll, 1981; Peiffer, 1987; Radelli et al, 1987; Bartolini, 1988; Poole & Madrid, 1988 y Stewart et al., 1990).

Menicucci, (1975) y Radelli et al., (1987), mencionan las relaciones de los depósitos de rocas paleozoicas de cuenca en Sonora central, como cuerpos alóctonos que sobreyacen a las secuencias de plataforma del Pérmico, incluyendo el Cerro Las Rastras, Sierra La Campanería, Cerro Cobachi y Sierra Martínez (Fig. 1).

De acuerdo con Radelli et al (1987, 1993) cuerpos alóctonos, que incluyen las llamadas napas de Soyopa, Los Chinos y San Antonio, constituidos por depósitos de cuenca paleozoica en el centro de Sonora, han sido emplazados sobre sedimentos de plataforma del Pérmico Inferior durante el Triásico Inferior.

Rangin (1978), indica que el área septentrional en el Estado no muestra deformaciones mayores, mientras que el área central presenta fuertes plegamientos y zonas de transición cuenca-plataforma; incluyendo además las secuencias Cámbrico (?)-Ordovícico, detrítico-carbonatada muy deformada, cubierta en discordancia por una Carbonífero-Pérmica de tipo plataforma.

Peiffer (1987) considera que los sedimentos de tipo eugeosinclinal en el centro de Sonora han sido tectónicamente afectados por el cinturón orogénico Marathon-

Ouachita y el desplazamiento del cinturón orogénico Antler-Sonoma del sistema cordillerano (Silver & Anderson, 1974; Anderson y Silver, 1979).

El desplazamiento hacia el suroeste de fragmentos del cinturón orogénico Antler-Golconda desde la porción central del Estado de Nevada hasta el centro de Sonora se atribuye a la falla Mojave-Sonora (Figs. 2 y 7A).

De acuerdo con Sedlock et al, (1993); Ortega et al, (1994), la colisión de Norteamérica con Gondwana está definida por la orogenia Ouachita-Marathon al sureste de Norteamérica el cuál continúa hacia el norte de México hasta el Estado de Chihuahua, interrumpida por la megacizalla Mojave-Sonora.

Es evidente que aunque se han llevado a cabo diferentes estudios tectónicos y estratigráficos del Pérmico en Sonora, problemas estructurales y deficiencia en estudios paleontológicos, no han permitido esclarecer los probables orígenes de los terrenos paleozoicos en el Estado o posibles correlaciones bioestratigráficas con otras áreas, por lo que se consideró necesario, en éste trabajo llevar a cabo un estudio a detalle en secciones medidas con presencia de fusulínidos, fósiles índice del Paleozoico Superior, (Pensilvánico-Pérmico), característicos de ambiente marino somero, que permitiera establecer afinidades biogeográficas con otras áreas.

## ESTRATIGRAFIA

Para llevar a cabo los objetivos arriba mencionados, se consideraron principalmente los trabajos reportados por Dunbar, (1953), Noll, (1981), Menicucci et al., (1982), Peiffer, (1987), Montijo y Terán, (2988), Pérez (1992) y Stewart et al., (1997); por lo que se eligieron afloramientos donde prevalecía abundancia en microfauna; sin embargo, problemas tectónicos y estructurales no permitieron establecer secciones completas.

Los afloramientos del Pérmico estudiados en éste trabajo se encuentran en las áreas de: El Antimonio, Sierra Santa Teresa, Cerro Prieto, Sierra Martínez, Cerro Las Rastras y Picacho Colorado (Fig. 1), la mayoría de las cuáles corresponden a secciones parciales. A continuación se describen las secuencias estratigráficas expuestas en cada una de las áreas de estudio. La lista de especies mencionadas y áreas de estudio con la asociación faunística se encuentran en las Tablas I y IV (ver lista de tablas, pag. 138).

### EL ANTIMONIO

*Estratigrafía.* Las rocas del Paleozoico Superior que afloran en el noroeste del Estado se localizan en el Cerro Los Monos, a 50 km al oeste de Caborca y 2.5 km al este de lo que fué el campamento minero de El Antimonio (Figs. 1 y 8A). Esta secuencia originalmente descrita por Cooper y Arellano (1946) y Cooper (1953), fué denominada por Alvarez (1949) como Formación Los Monos con un espesor aproximado de 500 m, que incluyen lutitas rojas y areniscas con lentes de caliza con abundancia en braquiópodos y en menor proporción corales, moluscos, esponjas y briozoarios.

La parte superior de la Formación Los Monos consiste en calizas bioclásticas con abundancia en fósiles, incluyendo braquiópodos, briozoarios, moluscos y horizontes de fusulínidos gigantes (Cooper, 1953). González-León (1988) propone para ésta parte de la sección calizas de origen marino somero, pero Stewart (1990) considera a éstos depósitos como un flujo de detritos en aguas moderadamente profundas.

La edad de éstos sedimentos se asignó en base a la gran abundancia en fauna, incluyendo el braquiópodo Waagenoconcha montpelierensis, el cefalópodo Waagenoceras y la presencia de un horizonte con Parafusulina antimonioensis Dunbar, 1953, la cuál permitió asignar éstas capas como del Pérmico Medio (Wordiano-Guadalupiano) (Cooper, 1953). La Formación Los Monos se encuentra en contacto discordante con areniscas, limolitas y capas delgadas de calizas de la Formación Antimonio (Pérmico Superior-Jurásico Inferior) (González-León, 1980; Stanley & González-León, 1995; Lucas, et al., 1997).

El área de estudio se encuentra en general plegada y fuertemente fallada, mostrando algunas capas intercaladas de fusulínidos, sin embargo únicamente se consideró para éste trabajo el área donde se encuentra el horizonte con fusulínidos, que corresponde a la parte superior de la Formación Los Monos, entre la Zona de Anidanthus (2) y Zona de Dictyoclostus (Cooper, 1953). La sección medida se encuentra en el Cerro El Molino a un lado de la mina El Molino y 20 m al noroeste de la llamada Casa Moreno. La secuencia tiene un rumbo NE-SW y un echado de 45° al sur. Se midió un espesor total de 140 m aproximadamente (Figs. 8 B y 9 A).

En la base de la sección dominan limolitas rojizas en superficie fresca y presentan un color violáceo y oscuro al intemperismo. Se encuentran fracturadas y en estratos delgados y gruesos de 1 a 3 y 5 cm de espesor, alternando con capas arcillo-arenosas, ligeramente calcáreas y sin fósiles. Encima de éstas se encuentra un horizonte, de más de 1 m de espesor de calizas arenoso-limosas, en estratos de 2 a 5 y hasta 8 cm de espesor de color gris y muy fracturadas, las cuáles intemperizan a color rojizo y anaranjado claro y oscuro, debido a la presencia de óxidos de Fe. Estas calizas corresponden a grainstones-packstones con gran abundancia en fusulínidos, briozoarios, equinodermos y algunos moldes completos de braquiópodos (Figs. 9B, 10A y 10B).

Hacia la parte media de la sección se presentan calizas ligeramente arenosas en estratos medianos de 1 a 5 y 10 cm de espesor, muy fracturadas con gran abundancia en braquiópodos bien preservados y fragmentos de equinodermos. Encima de éstas se observa un paquete de calizas alternando con limolitas o areniscas de grano fino y hacia la cima calizas en estratos gruesos de 50 cm a más de 1m de espesor, con la presencia de moldes de

braquiópodos bien preservados. En general la litología de la sección muestra un color rojizo debido a la presencia de óxidos de hierro.

En el estudio petrográfico de las calizas detríticas se observaron biomicritas y bioespatitas con parches de recristalización con abundancia en cortes transversales y longitudinales de fusulínidos; incluyendo formas macrosféricas y en menor proporción formas microsféricas de Parafusulina antimonionensis; así como también espinas y fragmentos de braquiópodos, briozoarios, equinodermos y en menor proporción restos de moluscos y algas, así como finos cristales de cuarzo detrítico subanguloso, óxidos de Fe y escasos fragmentos de roca metamórfica; algunas calizas en general presentan una ligera dolomitización y silicificación así como vetillas de calcita espática principalmente en la parte media de la sección.

***Edad.*** La presencia de Parafusulina antimonioensis Dunbar 1953, confirma la edad Guadalupiana (Pérmico Medio), previamente establecida por Dunbar (Cooper, et al., 1953), para la sección estudiada.

***Ambiente de depósito.*** De acuerdo con la litología observada y el estudio petrográfico se sugiere un ambiente marino somero con cambios en el nivel del mar y con un aporte continuo de clásticos de grano fino.

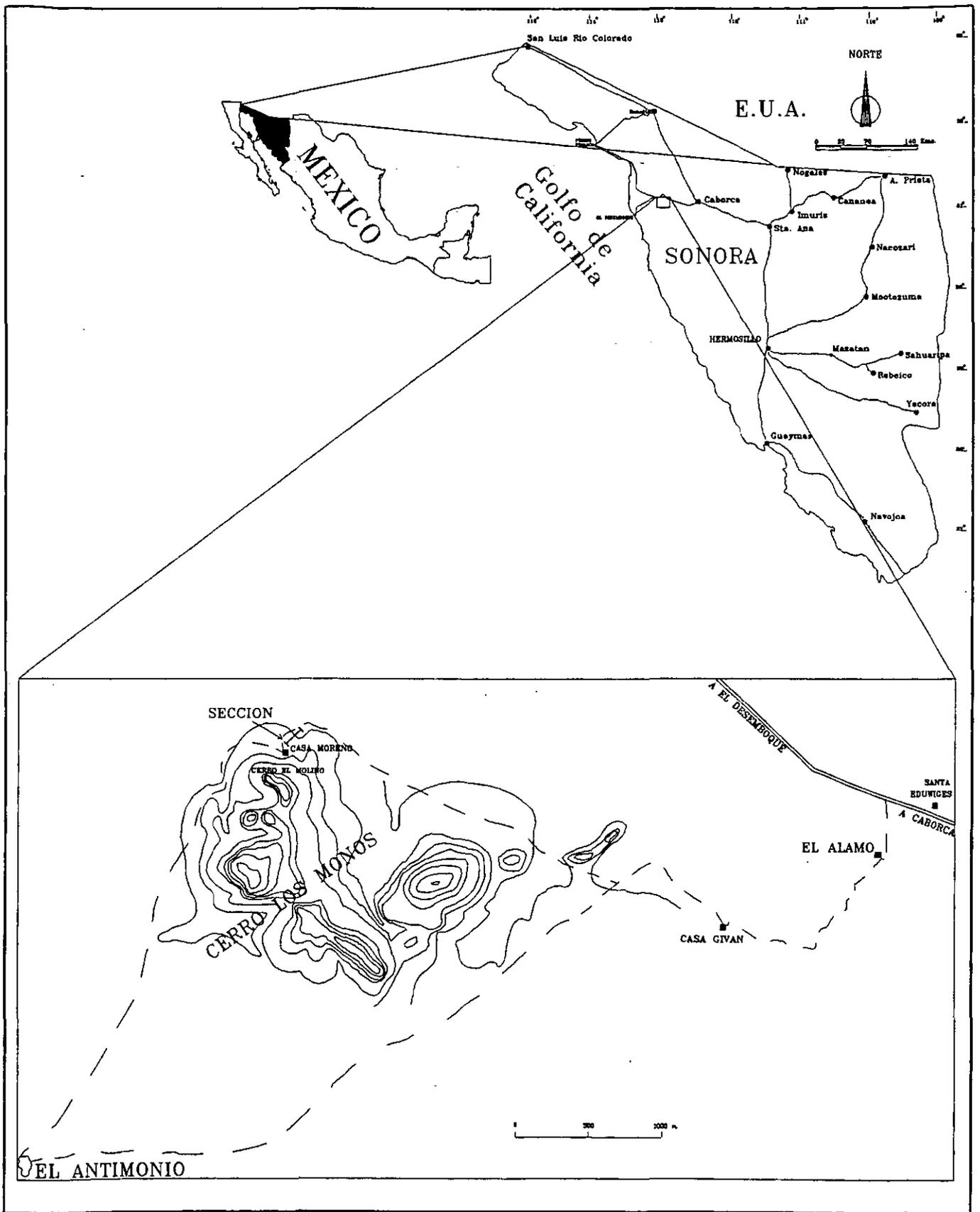


Figura 8a. Mapa de Localizacion de Cerro Los Monos y seccion en el Cerro El Molino.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA PARCIAL DE LA PARTE MEDIA DE LA FORMACION LOS MONOS (COOPER 1953), EL ANTIMONIO SONORA.

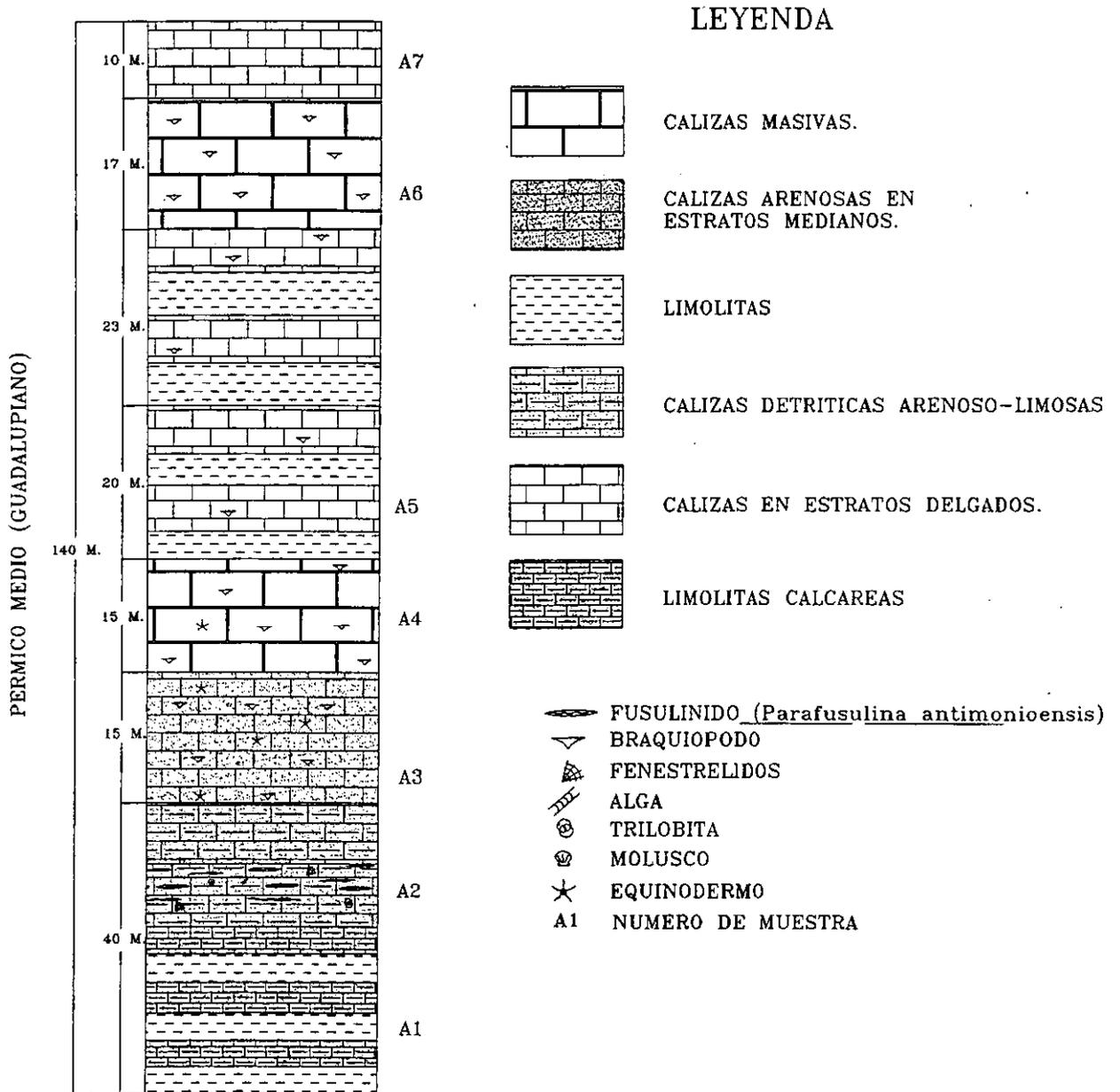


Figura 8 b.

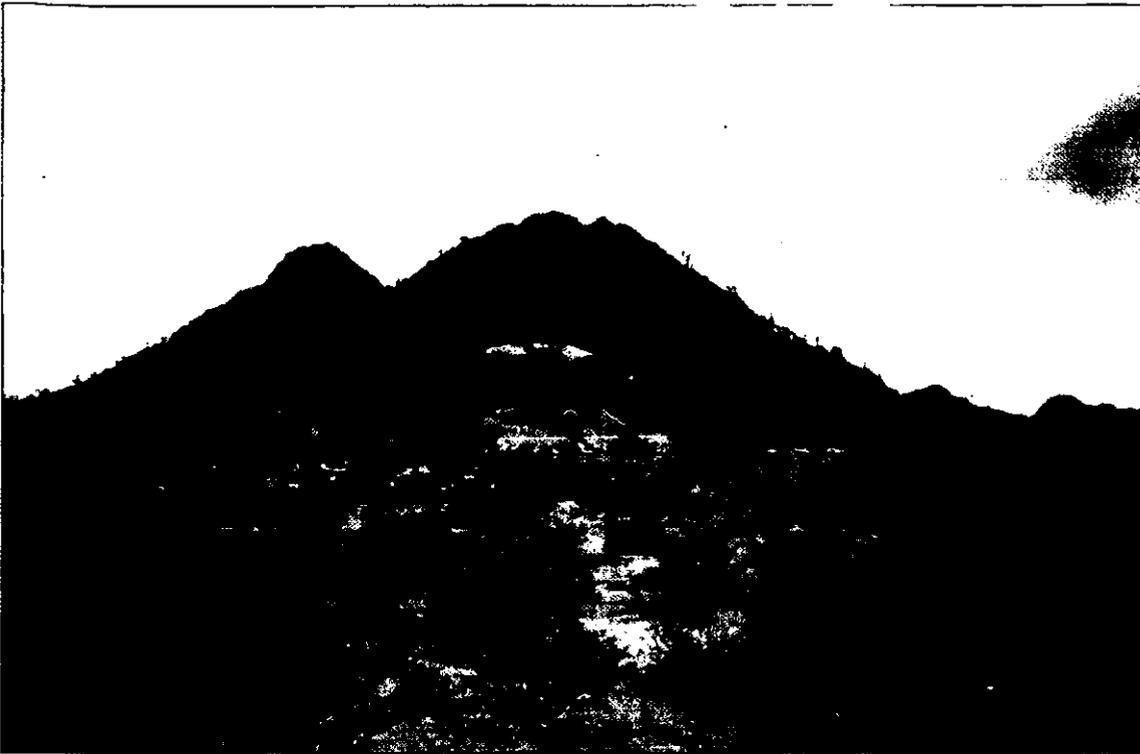


Figura 9A. Vista del área del Cerro Los Monos, 50 Km al oeste de Caborca y 2.5 km al oeste de El Antimonio. Se observa el Cerro El Molino y al frente la llamada Casa Moreno.



Figura 9B. Base de el Cerro El Molino donde se muestra la base de la sección medida con las calizas detríticas que corresponden al grainstone-packstone de fusulínidos con briozoarios. Localidad A2.

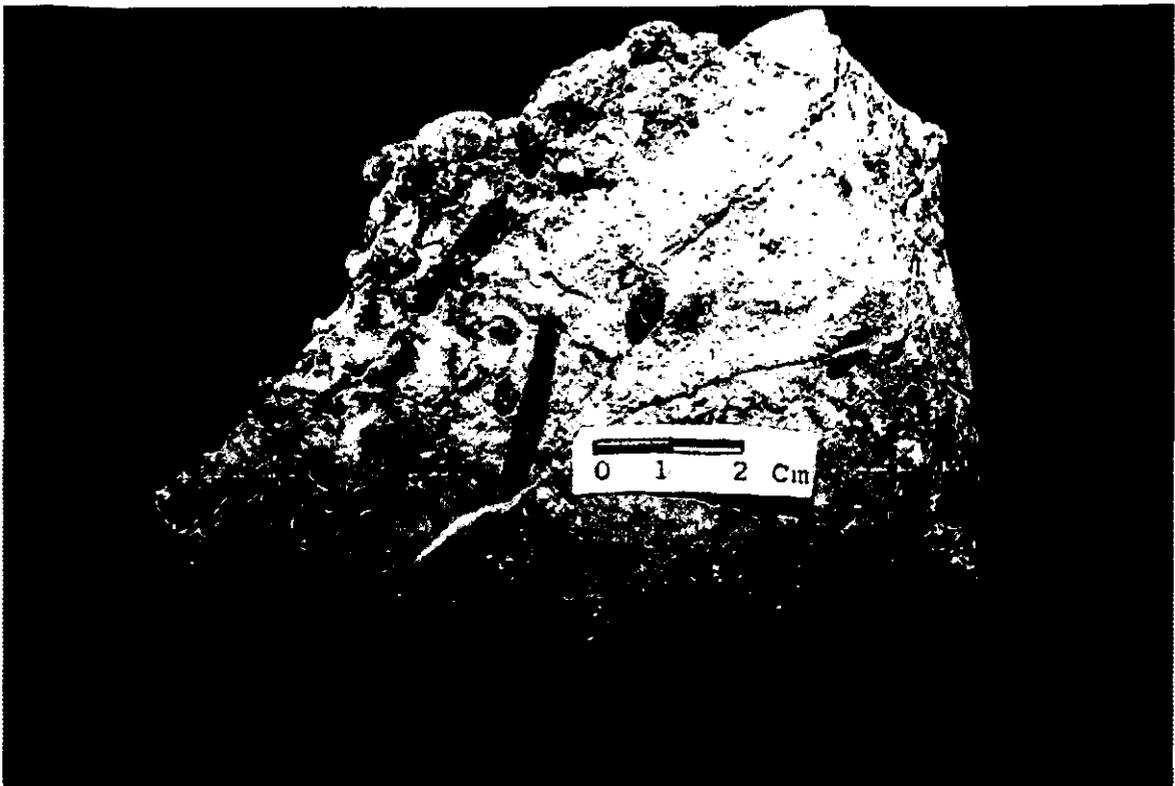


Figura 10A. Caliza Detrítica con *Parafusulina antimonioensis* Dunbar. Formas megalosféricas (especímenes pequeños, con núcleo grande). Se observa el ejemplar completo en corte longitudinal; la primera cámara o prolóculo en el centro y los depósitos secundarios de calcita a lo largo del eje axial.



Figura 10B. Misma localidad. Caliza Detrítica en cortes transversales y longitudinales de *P. antimonioensis*

## SIERRA SANTA TERESA Y CERRO PRIETO

**Estratigrafía.** La Sierra Santa Teresa se localiza 20 km al sureste de Hermosillo y 5 km al este de la fábrica de cementos El Yaqui (Figs. 11 y 12 A). Peiffer (1987) midió una sección orientada E-W en el flanco norte de la Sierra Santa Teresa consistente en calizas y calizas arenosas con nódulos y capas de pedernal, con un espesor total de 1616 m, de los cuáles 660 m corresponden a rocas del Pensilvánico en contacto por falla con rocas del Pérmico. Las calizas muestran en general abundancia en braquiópodos, crinoides, briozoarios, restos algáceos, espículas de esponja y foraminíferos y en menor proporción corales y ostrácodos. La edad de éstos sedimentos fué asignada en base a la presencia de corales de la especie Chaetetes milleporaceus (Edwards-Haime) y Lophophyllidium Grabau (Pensilvánico Inferior), y en los estratos sobreyacentes se identificaron los fusulinidos de los géneros: Endothyra, Stafella, Millerella, Parafusulina, Cuniculinella, Eoparafusulina, Schwagerina, y Dunbarinella, que indican una edad de Pérmico Inferior (Wolfcampiano) (Peiffer, 1987).

De acuerdo con Peiffer (1987), el estudio litológico de ésta área sugiere la presencia en Sonora central de una plataforma similar a la que se encuentra al noreste de Sonora.

Stewart y Amaya (1993) y Stewart et al., (1997) mencionan una falla inversa pos-Jurásica Inferior, que separa dos secuencias litológicas; una en la parte superior con sedimentos del Paleozoico Superior que sobreyacen tectónicamente a otra con estratos del Mesozoico (Triásico Superior-Jurásico Inferior). De acuerdo con los autores mencionados (Stewart op.cit), el área en general se encuentra fuertemente fallada, separando las secuencias estratigráficas, por lo que espesores reales fueron difíciles de obtener.

Stewart et al., (1997) dividen las rocas paleozoicas en la Sierra Santa Teresa, en 7 unidades, las cuáles de la 1 a la 5 corresponden a sedimentos del Misisípico Superior al Pensilvánico Medio, con un espesor total de 1496 m aproximadamente de calizas de plataforma, con abundancia en crinoides, y en menor proporción corales y braquiópodos no identificables.

Las unidades 6 y 7 de Stewart et al., (1997), corresponden al Pérmico Inferior (Leonardiano-Wolfcampiano) de aguas someras y profundas. La unidad 6 comprende calizas bioclásticas de plataforma con abundancia en crinoides, fusulínidos y lentes de pedernal, con espesores que varían de 112 y 122 m. La unidad 7 presenta un espesor aproximado de 610 m de calizas detríticas de grano medio y fino, incluyendo calizas limosas, areniscas calcáreas y limolitas limosas de cuarzo detrítico; las calcarenitas están compuestas de fragmentos de pedernal, crinoides y fusulínidos. Stewart et al. (1997), consideran esta unidad como depósitos de cuenca, y aunque el mismo autor menciona la presencia de Parafusulina sp. aff. P. boesei del Guadalupiano Inferior, correlaciona éstos sedimentos con los de la Sierra La Flojera, del Wolfcampeano, 12 km al noroeste de la Sierra Santa Teresa (Stewart, et al 1997).

En la Sierra Santa Teresa sólo se estudiaron dos secciones, en el flanco poniente de ésta Sierra, donde afloran secuencias de calizas parcialmente silicificadas con abundancia en fusulínidos, en cortes transversales y longitudinales, así como en moldes completos, silicificados. La localidad 1 se encuentra al este de Cerro Prieto a 400 m del puerto Real Viejo y El Papalote, mientras que la localidad 2 se encuentra en la base de una cruz de madera en la cima de la Sierra Santa Teresa (Fig. 11).

En el estudio petrográfico de la Sierra Santa Teresa, se observaron en general calizas de grano fino (packstone), con parches de recristalización y hematización, parcialmente silicificadas, con abundancia en fragmentos de equinodermo y foraminíferos bentónicos incluyendo paleotextuláridos y fusulínidos y en menor proporción briozoarios, braquiópodos, restos algáceos y ostrácodos.

Lo fusulínidos observados corresponden a los géneros Cuniculinella, C. sp. B (Lám. XIII); Skinnerella, S. sp. F (Lám. X); Parafusulina, representado por P. sp. J, P. sp. K (Lám. VIII); P. sp. L (Lám. X) y una especie de Toriyamaia cf. T. americana (Lám XIV).

La sección de Cerro Prieto, el cuál forma parte de la Sierra Santa Teresa, se encuentra a 3 km al noroeste de la fábrica de Cementos el Yaqui y con una elevación de casi 600 metros (Figs. 1 y 11). El estudio de ésta sección no se efectuó en secciones medidas debido al fuerte plegamiento y cambios estructurales, sin embargo se estimó un espesor aproximado de 300 m. El muestreo de la cima a la base se llevó a cabo en el camino

de terracería que pertenece a la fábrica de cemento el cuál rodea parte de la sierra, exponiendo la secuencia paleozoica (Fig. 12 B).

El área en general se encuentra fuertemente fallada y plegada. La litología expuesta desde la cima en la cantera del tajo, hasta la base del camino de terracería comprende en general estratos de calizas compactas color gris oscuro, que intemperizan a café rojizo en estratos delgados, de 1cm hasta bloques de más de 1metro de espesor, muy fracturados con nódulos y capas de pedernal. En general se presentan texturas packstone-grainstone de grano medio y grueso, con abundancia en fusulínidos y crinoides (Figs. 13 A y 13B). También se observaron calizas en estratos de 50 cm de espesor con laminaciones claras y oscuras.

Hacia la parte media del camino de terracería es común observar calizas compactas parcialmente recristalizadas de grano grueso en afloramientos de 3 a 6 metros de espesor, con horizontes arenosos y con gran abundancia en fusulínidos en cortes longitudinales y transversales, así como fragmentos de crinoides.

En las capas verticales se observan calizas con abundantes fusulínidos completos y bien preservados, o en moldes silicificados, así como encrinitas y calizas detríticas con estratificación gradual con restos de fusulínidos y otros restos biógenos.

La secuencia de Cerro Prieto en general corresponde a las calizas pérmicas de plataforma, (unidad 6), las cuáles se encuentran, en contacto gradual con la secuencia de aguas profundas, (unidad 7) que se puede observar en partes a lo largo del camino de terracería de la cementera (Stewart, 1997).

La secuencia de aguas profundas está representada por calizas grises masivas sin fauna, en bloques de 5 y 10 cm a más de un metro de espesor en contacto gradual con calizas moteadas con pedernal de 1 a 2 mm de espesor, y sobreyacido por calizas arenosas en estratos de 10 y 20 cm de espesor, y éstas a su vez, por areniscas calcáreas rojizas con gránulos de pedernal. Hacia la cima se encuentran areniscas calcáreas brechoides rojizas con abundancia en fragmentos de roca de 2 a 5 mm de longitud así como fragmentos de crinoides y fusulínidos mal preservados. También se observa hacia la parte media y final del camino una secuencia de calizas de grano grueso con fusulínidos, en contacto abrupto

con areniscas rojas de grano fino y con presencia fósiles traza del género Nereites (Stewart et al 1997).

El estudio petrográfico de las calizas de plataforma, mostró en general calciruditas biógenas, bioespatitas y biomicritas ligeramente dolomitizadas y parcialmente hematizadas con óxidos de Fe, algunas fuertemente silicificadas; la mayor parte de las calizas presentan abundancia en tallos de crinoides y fusulínidos bien preservados en cortes transversales y longitudinales con abundancia en especies nuevas como: Skinnerella sp. A, (Lám. VI); S. sp. B, S. sp. C (Lám. VII); S. sp. D, S. sp. E (Lám. IV) y S. sp. G (Lám. IX). También representantes de Parafusulina, P. sp. D, P. sp. E (Lám. IV); P. sp. F (Lám. IX); P. sp. G, P. sp. H (Lám. V); P. sp. I, , P. sp. M, P. sp. N (Lám. X). Cuniculinella sp. A (Lám. XI y XII). Otros restos biógenos incluyen: foraminíferos uniserials y biserials (paleotextuláridos); Globivalvulina, (Pen.-Pérm) (Moore, 1964); Tuberitina (Dev.-Pérm.) (Flügel, 1982), amodiscidos y calcivertélicos, restos de moluscos, briozoarios y en menor proporción braquiópodos, trilobitas y ostrácodos (Tabla I).

También se encontraron a través de toda la sección pérmica de plataforma restos algáceos, incluyendo Tubiphytes, (Carbonífero-Jurásico) que indica límites de plataforma interna y externa (Flügel, 1982), algas dasycladaceas y algunos oncolitos.

**Edad.** La edad de éstos sedimentos se asignó en base a la presencia de conodontos y algunos fusulínidos (Stewart et al 1997.). El conjunto faunístico descrito en éste estudio, corresponde a la unidad 6 de Stewart (1997) y está representado por los géneros Cuniculinella, Parafusulina y Toriyamaia.

Especies del Género Cuniculinella Skinner & Wilde, 1965 han sido descritas en sedimentos del Wolfcampiano de California (Skinner & Wilde, 1965). Las especies descritas en ésta colección consideradas como Parafusulina muestran características morfológicas y tamaño moderado semejantes a las comúnmente reportadas en rocas del Leonardiano (Dunbar & Skinner, 1937; Dunbar, 1939; Ross, 1960, Ross, 1962; Magginetti et el, 1988). Toriyamaia es originalmente descrito en el Pérmico Inferior de Japón (Kanmera, 1956) y reportada en el Leonardiano de la Provincia Tethysiana (Ross, 1995) y Wolfcampiano de Norte América (Stewart, 1966; Téllez-Girón, 1975).

De acuerdo a lo anterior, los sedimentos de ésta unidad indican una edad del Pérmico Inferior (Wolfcampiano-Leonardiano).

*Ambiente de depósito.* Las calizas con abundancia en fusulínidos y fauna bien preservada representan áreas de plataforma abierta en mares someros cálidos. Las areniscas calcáreas con fragmentos líticos y fauna re TRABAJADA y mal preservada, sugieren depósitos transportados a áreas más profundas, tal vez de cuenca, junto con la presencia de Nereites.

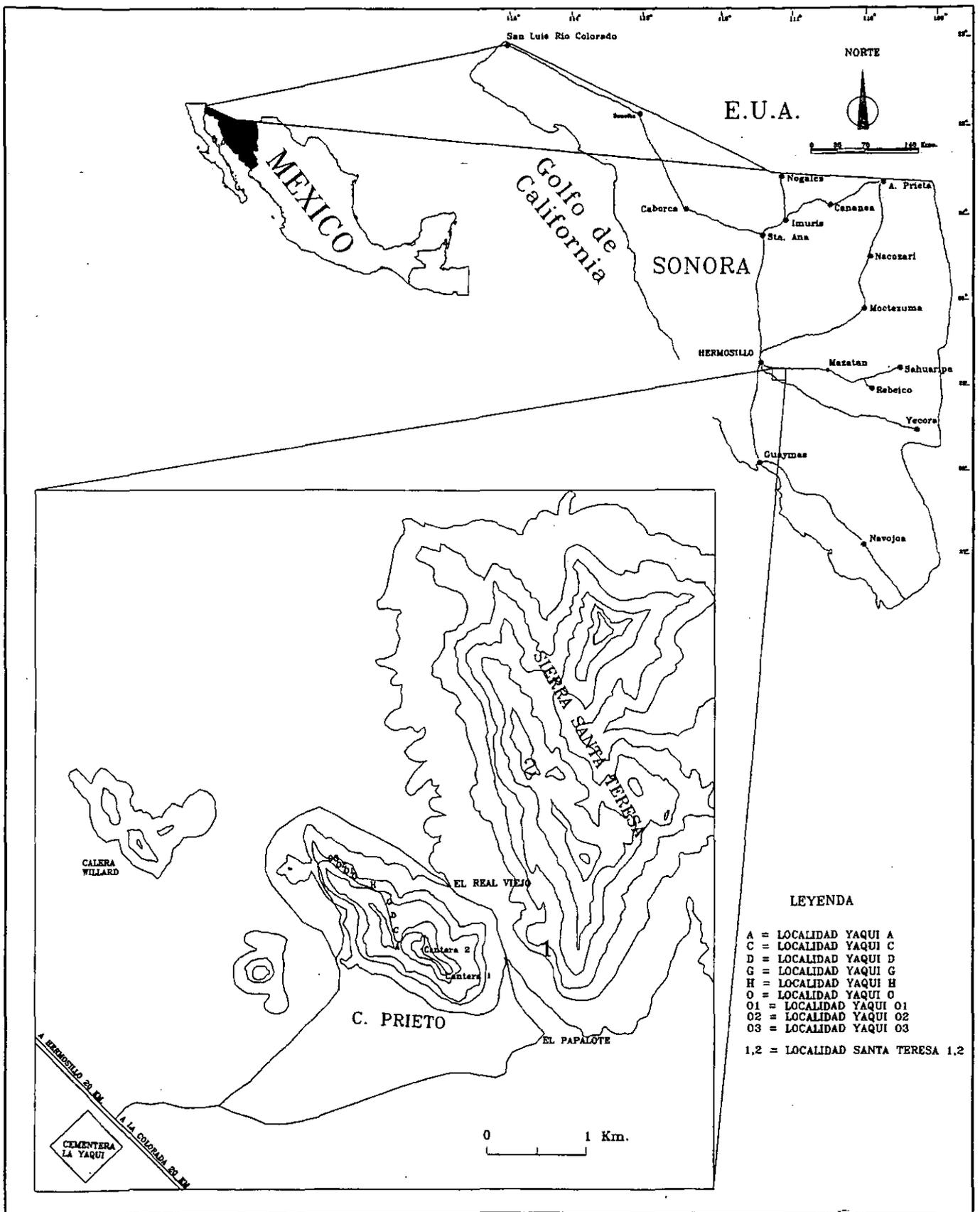


Figura 11. Mapa de Localizacion de Cerro Prieto y la Sierra Santa Teresa.

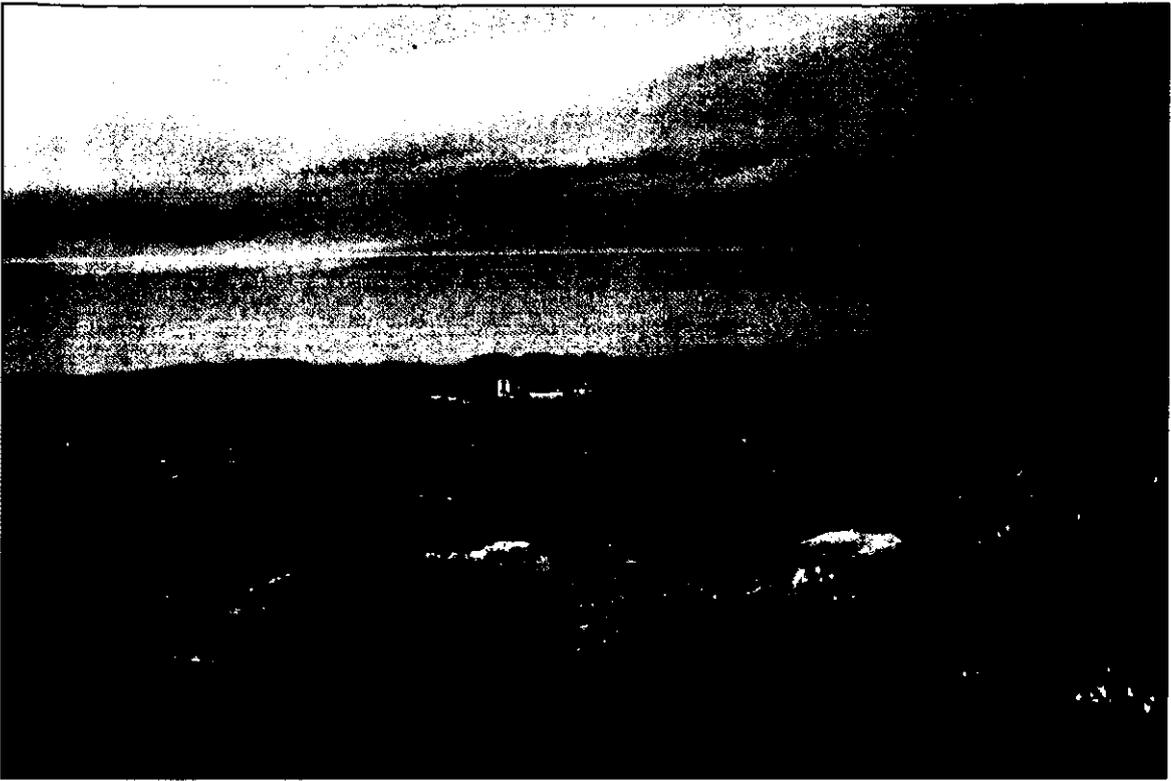


Figura 12A. Vista hacia el Este de la fábrica de cemento El Yaqui desde Cerro Prieto.

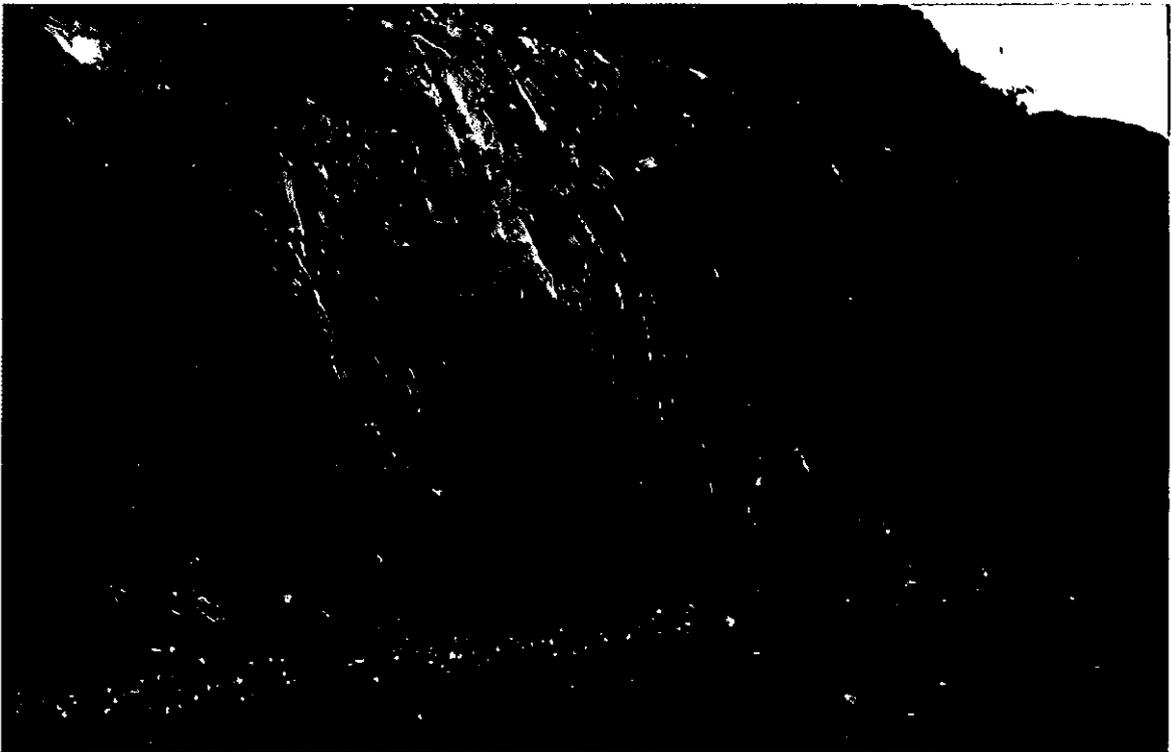


Figura 12B. Corte de la sección paleozoica a través del camino de terracería a Cerro Prieto.



Figura 13A. Caliza parcialmente silicificada, con parches de pedernal con Parafusulina en cortes longitudinales. Localidad Yaqui H, Cerro Prieto.

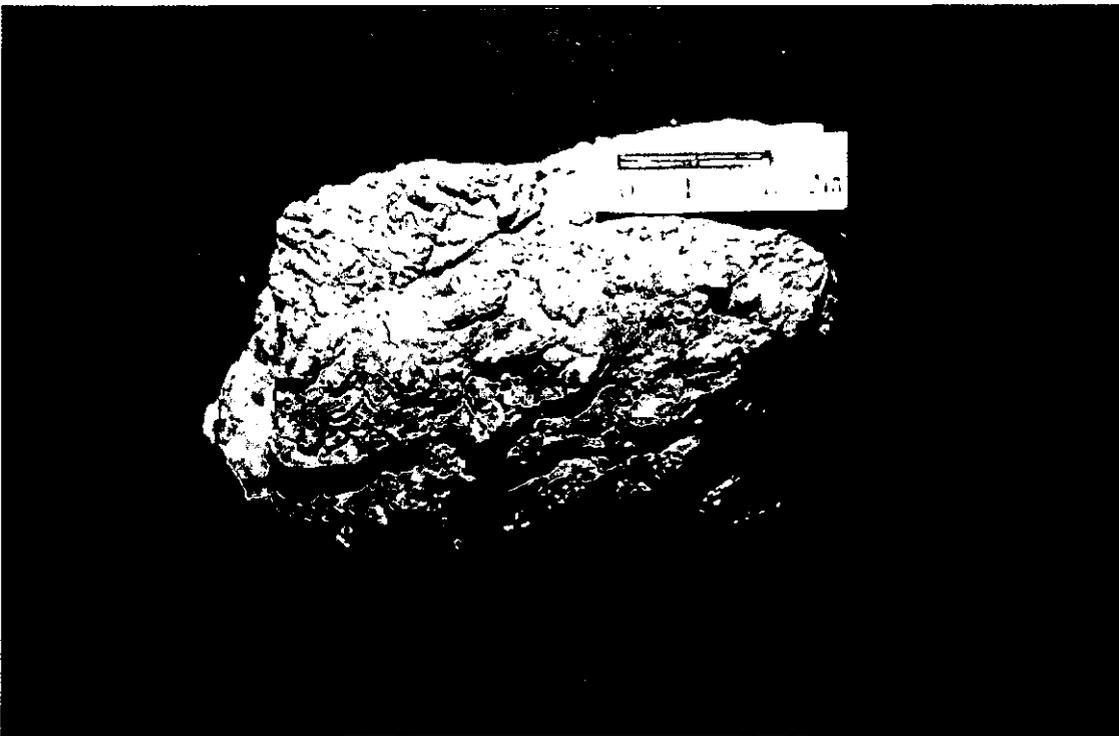


Figura 13 B. Moldes internos silicificados de Parafusulina en caliza parcialmente silicificada. Localidad Yaqui H, Cerro Prieto.

## SIERRA MARTÍNEZ

**Estratigrafía.** La Sierra Martínez se localiza 136 km al este de Hermosillo (Fig. 1), en ésta área Menicucci (et al 1982) y Peiffer (1987) reportan la presencia de calizas de plataforma de edad Pérmica en base a fusulínidos, incluyendo: Schwagerinidae, Parafusulina sp., Cuniculinella calyx o Parafusulina imlayi (Wolfcampiano-Leonardiano). En ésta sierra se han definido dos secuencias estratigráficas diferentes; la Serie Martínez y la Serie Santa Bárbara (Montijo y Terán, 1988).

La serie Martínez es un término informal propuesto por Montijo y Terán (op.cit.), para denominar a una secuencia detrítico-carbonatada de plataforma que afloran en el flanco occidental de la Sierra Martínez y del Cerro Las Rastras. Montijo y Terán (op.cit.) divide a ésta serie en dos unidades, desarrolladas en un ambiente de plataforma:

a) Unidad Inferior, constituida por una secuencia de areniscas calcáreas, calizas arenosas y calizas con escasos lentes de pedernal blanco, sin fósiles, con un espesor de 700 m. En base a posición estratigráfica y correlación litológica con el área de Cobachi se asigna a ésta unidad una edad del Cámbrico (?) al Ordovícico (?). La base de ésta secuencia se desconoce.

b) La Unidad Superior se encuentra en contacto discordante con la unidad Inferior, y está constituida por una secuencia de 1200 m de espesor de intercalaciones de estratos calcáreo-arenosos de calizas con lentes de pedernal las cuáles varían hacia la parte superior a estratos masivos de areniscas y calizas fosilíferas, incluyendo crinoides, corales y fusulínidos, los cuáles indican una edad del Pérmico Inferior (Wolfcampiano-Leonardiano) (Menicucci, 1975). El contacto superior no se observa.

Montijo y Terán (op.cit) correlacionan ésta secuencia con las calizas pérmicas del este-centro de Sonora, incluyendo: la Sierra El Encinal y la Zacatera (Hewett, 1978; Schmidt, 1978), la Sierra Santo Domingo (Minjarez, 1987), la Sierra de la Campanería (Araux y Vega, 1985), y La Sierra Hachita Hueca en Nacozari al noreste del Estado (Imlay, 1939) (Fig. 1).

De acuerdo con Montijo y Terán (1988) la deformación paleozoica más importante en ésta área ocurrió al término del Pérmico Inferior, cuando las secuencias de

cuenca cabalgaron a las secuencias de plataforma, dando lugar a dos unidades estructurales: a) una unidad autóctona constituida por la serie Martínez y b) dos unidades alóctonas constituidas por las series Mazatán y Santa Bárbara las cuáles cabalgan sobre las unidades autóctonas.

La sección de la Sierra Martínez estudiada en éste trabajo se localiza a 134 Km aproximadamente al este de Hermosillo a través de Llano Colorado y 2 Km al noroeste del rancho Otates, localizado en el flanco este de la Sierra Martínez (Figs. 1, 14 A y B, 15 A). La sección medida presenta una orientación E-W y las capas se encuentran echadas 25° NE con un espesor de 250 m. (Fig.14 B). La sección estudiada corresponde a la Unidad Superior de la Serie Martínez descrita por Montijo y Terán (1988).

La base y parte media de la sección está representada por un potente espesor de calizas masivas en capas de más de 1 m de espesor y calizas arenosas intercaladas con estratos arenosos de grano medio y fino con estratificación laminar y cruzada (Fig. 15 B). Se observa pedernal en estratos y formando nódulos. Encima de éstas se presentan calizas masivas en bloques de más de 1 y 2 m y en estratos de 5 a 20 cm de espesor de color gris oscuro en exposición fresca y gris oscuro intemperizada. Hacia la cima de la sección, intercalados con las calizas, es común observar estratos y lentes arenosos de color blanco y rojizo, debido a la presencia de óxidos de fierro.

En general las calizas muestran gran abundancia en fósiles, incluyendo: fusulínidos, restos de briozoarios, crinoides, y en menor proporción moluscos, braquiópodos y corales, formando packestone o biomicruditas.

Petrográficamente predominan los packestone; siendo biomicritas en una matriz oscura rica en materia orgánica, con abundancia en fusulínidos y secciones transversales de briozoarios cryptostomados, principalmente con las zoecias rellenas con un mosaico de calcita espática y bordes de cemento de calcita fibrosa. Los fusulínidos se observaron en cortes transversales y longitudinales mal preservados; sin embargo en algunas muestras fué posible obtener secciones orientadas para su estudio sistemático, determinándose Parafusulina cf. P. multisepta (Lám. X, Fig. 4) y Parafusulina sp. M (Lám. X, Figs. 5 y 6). En menor proporción se presentaron fragmentos de equinodermo, braquiópodos, gasterópodos y ostrácodos; otros foraminíferos reconocidos incluyen:

paleotextuláridos uniseriales y biseriales; Globivalvulina (Pen.-Pérm.), amodiscidos y calcivertélidos. También se encontraron fragmentos algáceos y algas dasycladaceas, además cristales de pirita diseminados sobre la muestra (Tabla I).

*Edad.* Los especímenes correspondientes a Parafusulina cf. P. multisepta, de ésta sección se compararon con la especie originalmente descrita por Magginetti, et al, (1988) del Pérmico Inferior (Leonardiano) de California.

*Ambiente de depósito.* Las características generales del afloramiento arriba descrito indican un área con una depositación continua de carbonatos y aportaciones esporádicas de clásticos o una área sometida a cambios o fluctuaciones del nivel del mar. El conjunto faunístico descrito y la presencia de fragmentos algáceos característicos de ambientes marinos someros en aguas cálidas; sin embargo la presencia de calizas oscuras y matriz de grano fino con cristales de pirita, los fusulínidos mal preservados y los briozoarios con las paredes fibrosas y con sus cavidades rellenas de calcita espática, sugieren también un transporte de fauna a áreas restringidas con aporte de materia orgánica en un ambiente protegido de bancos calcáreos lagunares, en facies de submarea y cementación primaria.

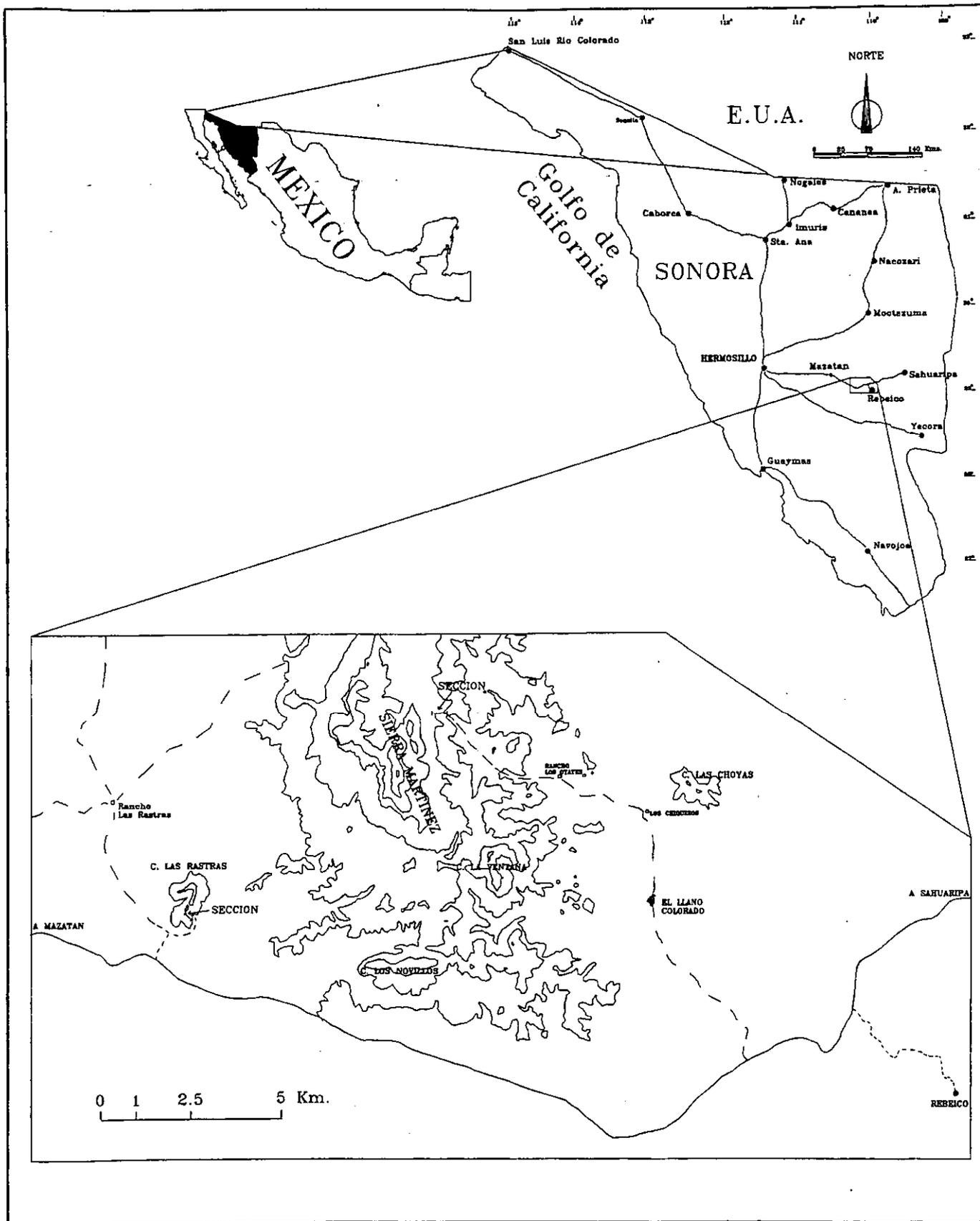


Figura 14 a. Mapa de localizacion de las secciones en Sierra Martinez y Cerro Las Rastras.

# COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE SIERRA MARTINEZ, SONORA.

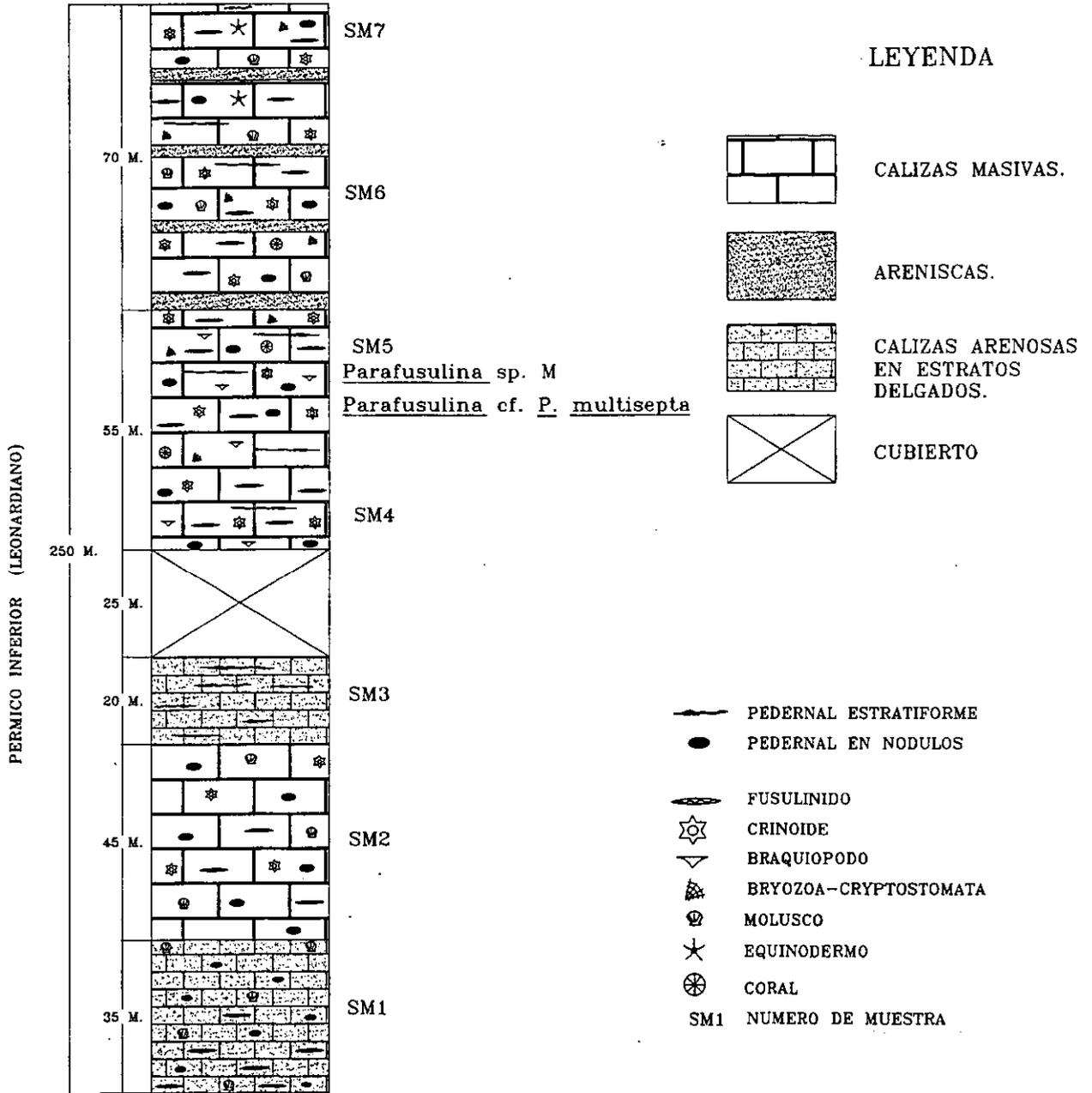


Figura 14 B



Figura 15 A. Vista hacia el norte de la Sierra Martínez, al frente el rancho Otates.



Figura 15 B. Calizas arenosas con estratificación laminar y cruzada en la base de la sección de la Sierra Martínez.

## CERRO LAS RASTRAS

**Estratigrafía.** La localidad se encuentra a 100 km aproximadamente al este de Hermosillo y 3 km al sureste del rancho Las Rastras (Figs. 1 y 14 A). Radelli, (et al 1987), interpreta la estructura del Cerro Las Rastras como resultado de un anticlinal de nappe, donde las calizas de plataforma se presentan en forma de ventanas tectónicas. Peiffer (1987), lleva a cabo una sección estructural E-W en donde muestra un conglomerado y las calizas de plataforma en contacto por falla con sedimentos silíceos de grano fino de cuenca. La misma autora mide una sección hacia la parte norte con un espesor de 430 m de calizas fosilíferas con abundancia en crinoides, briozoarios, algas y foraminíferos, incluyendo fusulínidos de los géneros: Chalartoschwagerina, Schwagerina, Cuniculinella y Occidentoschwagerina del Wolfcampiano (Asselian-Sakmarian).

En éste estudio la sección medida, con un espesor de 55 m se llevó a cabo en el flanco oeste del Cerro Las Rastras con un rumbo NW 45° SE y un echado de 25° SE (Figs. 16, 17 y 19).

La base de la sección se encuentra en contacto discordante con lutitas y limolitas del Paleozoico Inferior y en contacto por falla con un conglomerado polimictico sin fósiles y sobreyaciendo a éstas, en contacto por falla se encuentran calizas en estratos de 10 y 15 cm de espesor y de color crema que intemperizan a amarillo claro sin fósiles (mudstone) (Fig. 18). Sobreyaciendo a éstas calizas se observa un paquete de casi 30 m de calizas de color gris, masivas y en estratos de 2 a 4 metros de espesor, muy fracturadas, con intemperismo karst, con nódulos y capas de pedernal, y que constituyen packstones y grainstones de calizas con abundancia en fusulínidos regularmente preservados (Figs. 17 y 18).

La columna está integrada por afloramientos parciales que se encuentran en el mismo flanco de la continuidad topográfica del Cerro Las Rastras. La unidad conglomerática basal se encuentra a 2 km del rancho Las Rastras. La unidad de lutitas y areniscas descritas por Peiffer (1987) y Poole et al (1988), pertenecientes al Paleozoico Inferior, se encuentran a 2 km de la carretera, en el camino de acceso al rancho Las Rastras y la secuencia completa de calizas del Pérmico Inferior a 2 km de la carretera pavimentada a Mazatán, frente a la mina La Barita.

En el estudio petrográfico de las calizas sin fósiles (mudstone), se observó la presencia de micrita y finos cristales de cuarzo diseminados sobre la muestra, así como óxidos de Fe de color amarillo rojizo, también vetillas de óxidos atraviesan la muestra.

En la parte de la sección compuesta de las calizas con fusulínidos se distinguen dos tipos petrográficos:

1) Biocalcarenita y/o Grainstone. Se observa en cementante de microespatita, con cortes longitudinales y transversales de fusulínidos, parcialmente preservados incluyendo las especies de Schwagerina sp. B; (Lám. XIII, Figs. 7 y 8), E. sp. A, (Lám. XIV, Figs. 6 y 7); Eoparafusulina sp. B (Lám. XIV, figs. 8 y 9) y Schwagerina sp. A (Lám. XIV, Figs 10 y 11); así como formas uniseriales y biseriales de otros foraminíferos (paleotextuláridos). Se presenta abundancia en ooides y pellets, a veces formando agregado de granos (grapestone). Algunas estructuras muestran envolturas de micrita (cortoides). En menor proporción se observan fragmentos de equinodermos, briozoarios, braquiópodos y fragmentos algáceos incluyendo Tubiphytes y dasycladáceas (Tabla I).

2) Biomicrita y/o packstone de fusulínidos, con abundancia en Eoparafusulina cf. E. mendenhalli (Lám. XIV, Figs. 2-5), (Lám. XIV, Figs. 2-5), con escasos fragmentos de equinodermos, briozoarios y moluscos así como restos biógenos no identificables en una matriz de lodo calcáreo oscura, con finos cristales de cuarzo autigénico esparcidos sobre la muestra, así como finas fracturas de calcita de grano grueso (Tabla I).

**Edad.** En base a la presencia de los géneros Eoparafusulina, el cuál se reporta en sedimentos del Wolfcampiano de California (Dunbar & Skinner, 1965) y Texas (Ross, 1967); así como formas transicionales de Schwagerina de ésta edad, (Magginetti et al, 1988), se asignan a éstas rocas como del Pérmico Inferior (Wolfcampiano).

**Ambiente de depósito.** De acuerdo con la secuencia litológica y microfacies descritas en la sección medida, se sugiere una depositación típica de plataforma en ambiente marino somero, en áreas lagunares de intermarea o submarea de relativa alta energía.

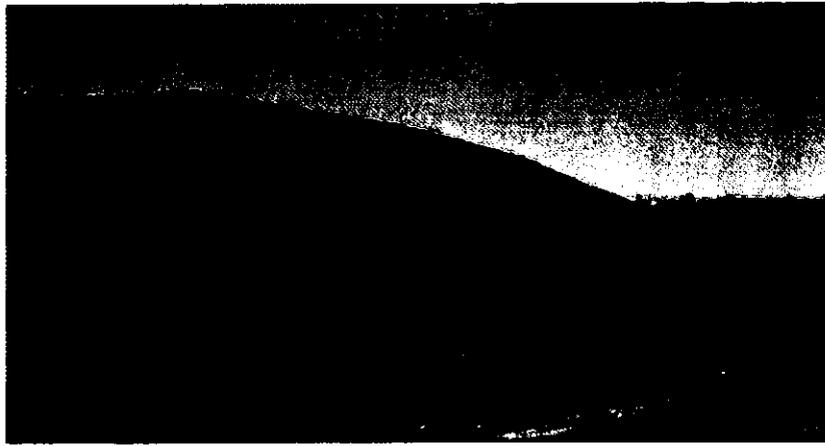


Figura 16. Vista hacia el suroeste de la sección medida en el Cerro Las Rastras.



Figura 17. Afloramiento en el Cerro Las Rastras. Se observa el contacto gradacional de las calizas amarillas sin fósiles con las calizas grises fosilíferas con interperismo karst.



Figura 18. Caliza bioclástica con fusulínidos (*Eoparafusulina*) con caliza en cortes longitudinales y transversales en el Cerro

# SECCION COMPUESTA DEL CERRO LAS RASTRAS, SONORA.

## LEYENDA

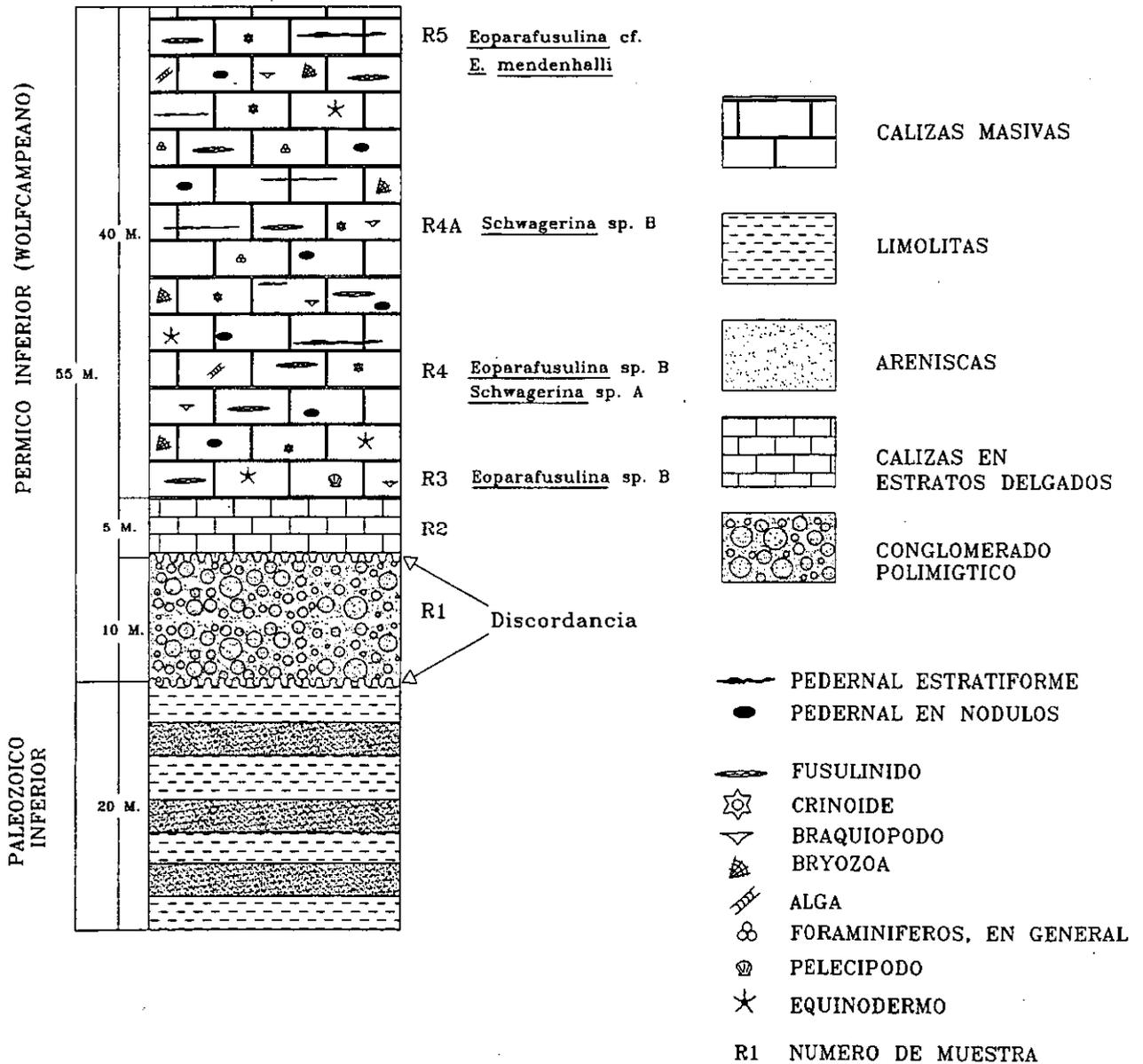


Figura 19

## PICACHO COLORADO, COBACHI

**Estratigrafía.** La localidad se encuentra 116 km al sureste de Hermosillo y 12 km al sureste de el Ejido Cobachi (Figs. 1 y 20 A). Noll, (1981) en un estudio geológico del área de Picacho Colorado y La Vuelta Colorada describe estratos del Paleozoico estructuralmente deformados por plegamiento, cabalgamientos y fallas de bajo ángulo. En éstas áreas el autor (Noll, op.cit), divide la secuencia paleozoica en tres unidades estratigráficas: El Grupo Guayacán, y las formaciones Picacho Colorado y la Vuelta Colorada. El Grupo Guayacán incluye rocas del Paleozoico Inferior, formado por lutitas, pedernal bandeado, barita estratiforme así como clásticos y calizas con la presencia de graptolitos, corales y braquiópodos, con una edad que varía del Ordovícico al Devónico, y un espesor de 288 m, considerados como depósitos de cuenca, similares a los descritos en los cinturones Antler y Ouachita, al oeste y este de Norteamérica (Noll, op.cit.).

Según Noll (1981), la Formación Picacho Colorado, en el Cerro Picacho Colorado, está constituida por sedimentos de plataforma de origen autóctono en la cima y de origen alóctono en su base. Las rocas de origen autóctono están constituidas por calizas y pedernal con un espesor estimado, debido a complicaciones estructurales, de 1450 m. Las calizas en esta área presentan abundancia en crinoides y fusulínidos incluyendo: Parafusulina sp., Schwagerina crassitectoria Dunbar & Skinner, 1937 y la posible presencia de Skinnerina Ross, 1964 del Pérmico Medio (Wordiano). De acuerdo con Noll (op.cit) en la misma formación se presentan estratos de origen alóctono con un espesor de 94 m constituidas por calizas crinoidales con la presencia de Parafusulina sp. del Pérmico Inferior (Leonardiano).

El contacto superior de ésta formación en la porción sureste del Cerro Cobachi se presenta por falla inversa con la Formación La Vuelta Colorada, considerada como un depósito de cuenca, con un espesor variable de 250 a 1225 m debido a un continuo fallamiento subparalelo. La formación Vuelta Colorada incluye: limos, limolitas, lutitas, argilitas, barita en nódulos y en capas y pedernal y contiene radiolarios, fragmentos de crinoides, fusulínidos indeterminables y conodontos, con estructuras sedimentarias que sugieren tipos depositacionales de carácter turbidítico (Noll, op.cit.).

Aunque éstos sedimentos se encuentran en posición estratigráfica arriba de los estratos de la Formación Picacho Colorado del Pérmico, se consideran una edad tentativa del Pensilvánico-Pérmico (Noll, 1981).

La sección medida de la Formación Picacho Colorado, corresponde a los estratos alóctonos descritos por Noll (op. cit.), situados entre Picacho Colorado y Cerro Cobachi, en el lugar llamado El Polvorín localizado en el flanco este del Cerro Picacho Colorado (Figs. 20 A, B, 21 y 22). La sección se ubica en el flanco este de un anticlinal y el rumbo de las capas en la cima de la sección es NE SW con un echado de 43 hacia el W. Debido a complicaciones estructurales se estima un espesor aproximado de 155 m (Fig. 20 B).

La base de la sección consiste de calizas estratificadas en espesores medianos y gruesos de de 10, 20 y 50 cm alternando en forma irregular con pedernal estratificado y en nódulos; se observan estilolitas entre contactos en pequeñas fracturas. Las calizas generalmente de grano medio a fino presentan color gris oscuro en superficie fresca y rojizo rosáceo intemperizadas; además comúnmente con superficie karst.

En ésta parte de la sección las capas de caliza presentan fauna escasa y mal preservada de crinoides y fusulínidos silicificados; sin embargo hacia la parte media y cima de la sección se observa un cambio transicional con un aumento considerable en espesor de las capas de caliza a estratos hasta de 1 m o más formando bloques, con fauna abundante y bien preservada principalmente de fusulínidos en cortes longitudinales (Fig. 23).

En general la sección medida es similar en litología desde la base hasta la cima, con solo variaciones en la proporción de pedernal, el cuál se presenta en cambios graduales y bruscos con calizas ricas en crinoides y fusulínidos con una textura bioclástica típica de packstone-grainstone; en menor proporción se observan moldes de braquiópodos y briozoarios fenestélidos. Aunque los fusulínidos son abundantes en cortes longitudinales principalmente, éstos se encuentran total o parcialmente silicificados, lo que hace a veces difícil obtener secciones orientadas en el laboratorio.(Figs. 24 y 25).

El estudio petrográfico de las muestras de calizas presentó una matriz parcialmente recristalizada, silicificada, y ligeramente dolomitizada con abundancia en óxidos férricos.

Se observaron petrográficamente facies de biomicrita y biomicrudita, con abundancia en tallos y placas de crinoides (encrinitas) con límites estilolíticos entre las placas calcáreas y granos esqueléticos; así como fusulínidos en cortes transversales y longitudinales, los cuáles incluyeron: Skinnerella cobachiensis n. sp., (Lám. I, figs. 1-10); Parafusulina cf. P. durhami, P. cf. P. multisepta, P. sp. A, P. sp. B y P. sp. C (Láms. II y III). Otros foraminíferos incluyen paleotextuláridos, hemigordiopsidos, y el género Biseriella. En menor proporción se observaron briozoarios, braquiópodos, espículas de esponja y algas calcáreas (dasycladáceas y algas coralinas) (Tabla I).

**Edad.** De acuerdo a la presencia del género Skinnerella el cuál ha sido descrito en rocas del Leonardiano Temprano de Texas (Skinner, 1971; Ross, 1995); así como la presencia diferentes especies de Parafusulina con características morfológicas afines a sedimentos del Leonardiano (Thompson & Miller, 1949; Maggini et al, 1988; Dunbar, 1939a); se asigna a ésta sección como de edad Leonardiana.

**Ambiente de depósito.** De acuerdo a la asociación faunística observada y la presencia de algunos fragmentos algáceos ésta unidad se considera un depósito característico de aguas cálidas marinas someras con influencia de montículos arrecifales.

La abundancia de restos bioclásticos incluyendo placas y tallos crinoidales y testas de fusulínidos completos, principalmente en la cima de la sección, sugiere un oleaje intermitente en corrientes con energía moderada.

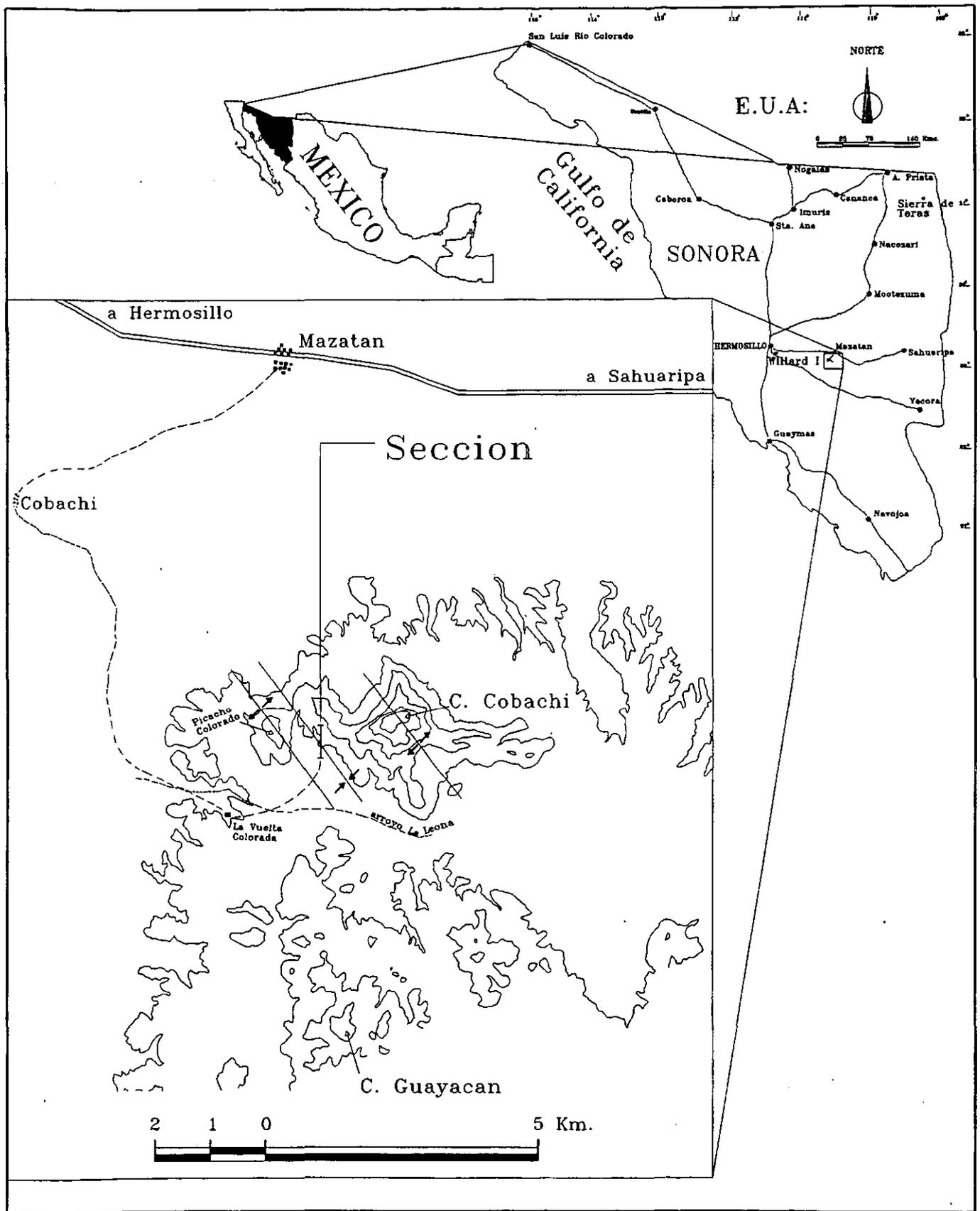


Figura 20 a. Mapa de localizacion de la seccion en el Cerro Picacho Colorado.

# COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE PICACHO COLORADO, COBACHI

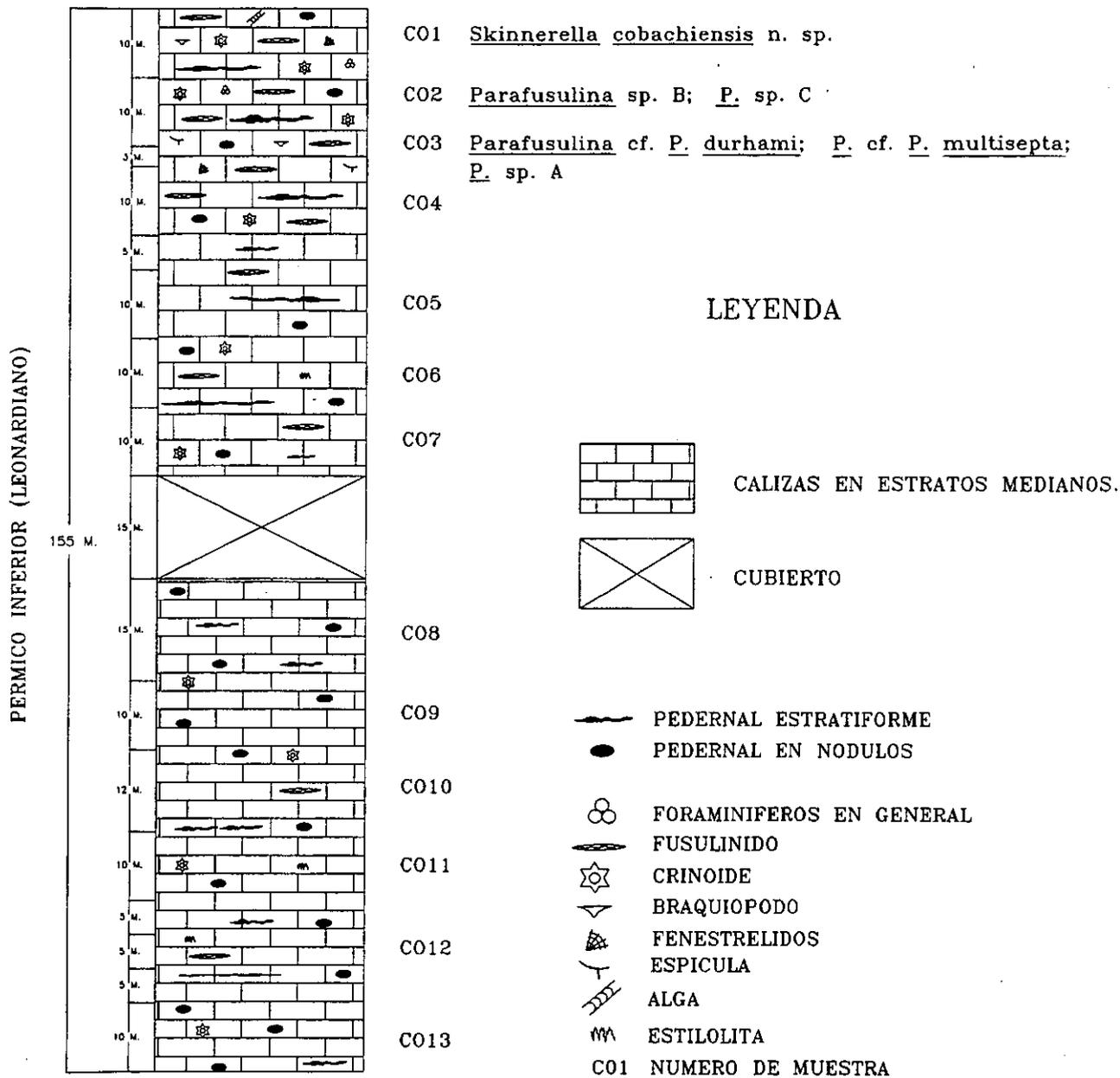


Figura 20 b.



Figura 21. Localidad de la sección medida en el flanco este en el Cerro Picacho Colorado, en el lugar llamado El Polvorin.

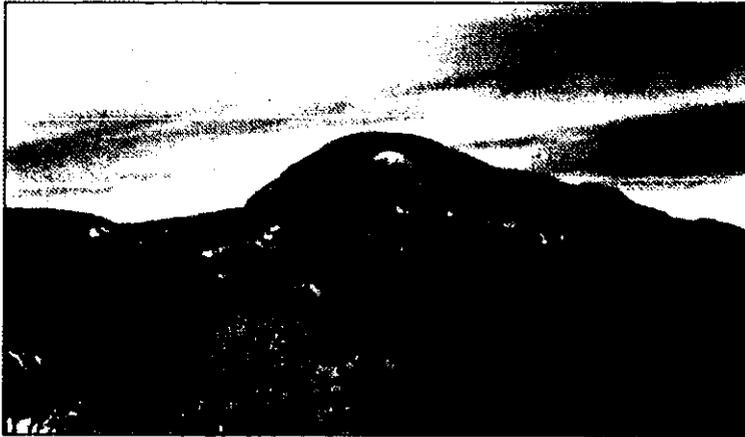


Figura 22. Vista hacia el noroeste del Cerro Picacho Colorado, mostrando la secuencia de calizas parcialmente silicificadas.



Figura 23. Calizas con capas de pedernal con abundancia en moldes de fusulinidos silicificados. Localidad CO3. Picacho Colorado.

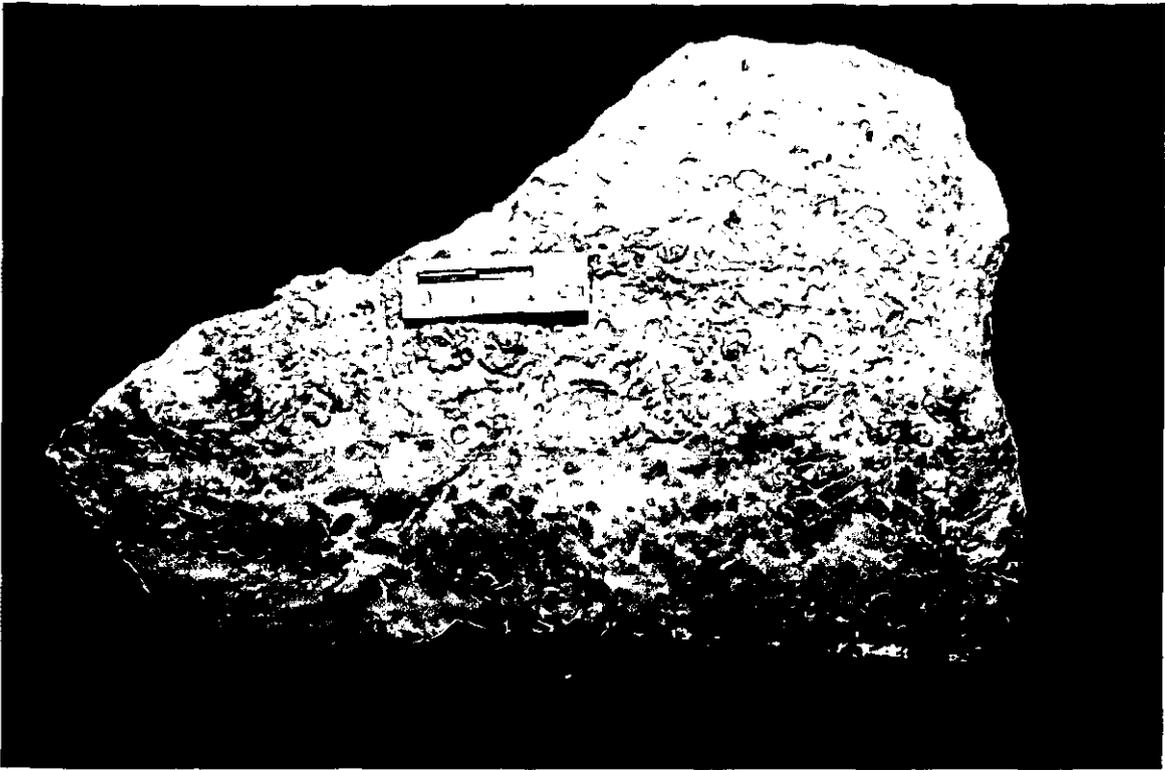


Figura 24. Caliza parcialmente silicificada y hematizada con abundancia en cortes transversales y longitudinales de fusulinidos (packstone). Localidad CO1, Picacho Colorado.

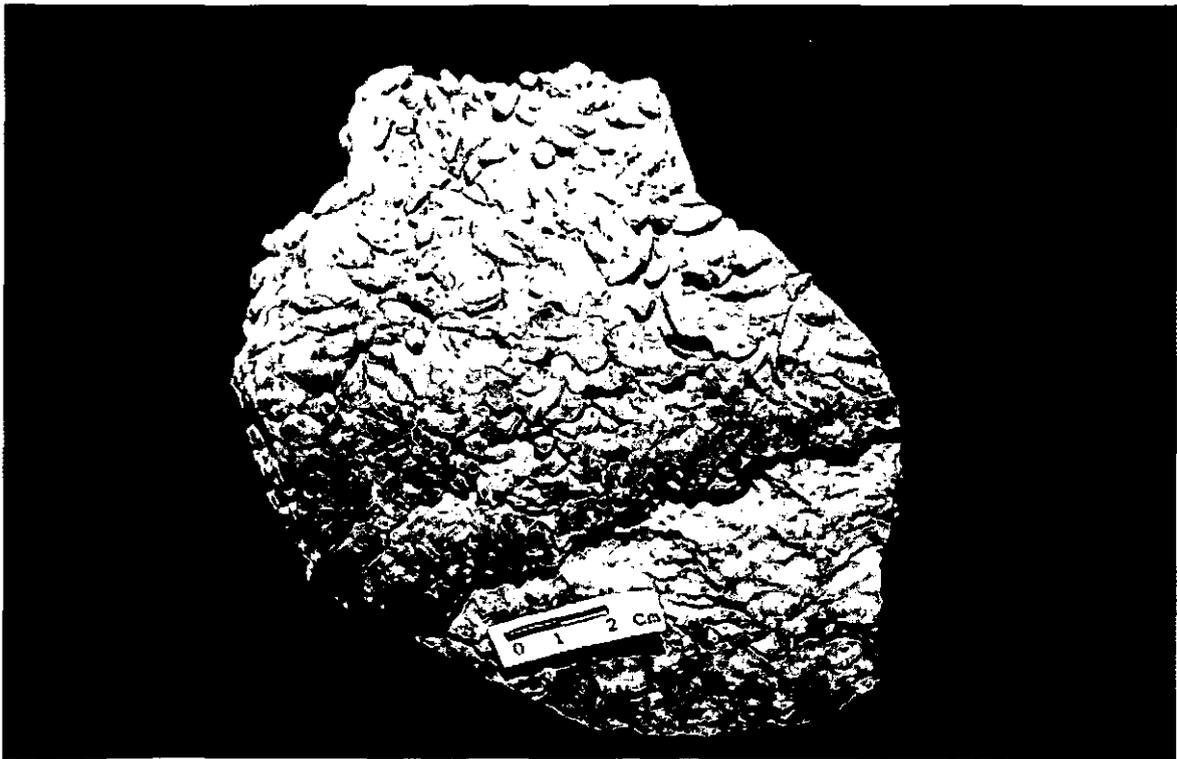


Figura 25. Moldes de fusulinidos unidos (boundstone) y silicificados en contacto con una caliza silicificada con marcas de bioturbación. Localidad CO2, Picacho Colorado.

Tabla I LISTA DE ESPECIES DESCRITAS EN ESTE ESTUDIO,  
COMPARADA CON LA FAUNA MENCIONADA EN EL TEXTO

No.	Especie	Localidades en Sonora							Fauna descrita								
		El Antimonio Caborca	Sierra Santa Teresa	Cerro Prieto (La Yaqui)	Sierra Martinez	Sierra Rastras	Picacho Colorado	Puteotextularidos	Equinodermos	Briozoarios	Braquiopodos	Restos Algaeos	Ostracodos	Corales	Moluscos	Tritobitas	
1.-	<i>Parafusulina antimoniensis</i>	•						e	a	ma	ma	-	e	-	e	e	
2.-	<i>Parafusulina</i> cf. <i>P. durhami</i>						•	a	ma	a	a	-	e	-	-	e	
3.-	<i>Parafusulina</i> cf. <i>P. multisepta</i>				•		•	e	e	ma	e	a	e	e	-	e	
4.-	<i>P.</i> sp. A						•	a	ma	a	a	-	-	-	-	-	
5.-	<i>P.</i> sp. B						•	e	ma	a	a	e	-	-	e	-	
6.-	<i>P.</i> sp. C						•	e	ma	a	a	e	-	e	e	e	
7.-	<i>P.</i> sp. D			•				e	e	e	-	-	-	-	e	e	
8.-	<i>P.</i> sp. E			•				e	a	e	-	-	-	-	e	-	
9.-	<i>P.</i> sp. F		•	•				e	a	e	e	-	-	-	e	-	
10.-	<i>P.</i> sp. G			•				e	a	e	e	-	e	-	e	-	
11.-	<i>P.</i> sp. H			•				e	a	e	e	-	e	-	e	-	
12.-	<i>P.</i> sp. I			•				e	a	e	e	e	e	-	e	-	
13.-	<i>P.</i> sp. J		•	•				e	a	e	e	e	e	-	e	e	
14.-	<i>P.</i> sp. K		•	•				a	a	e	e	e	e	-	e	-	
15.-	<i>P.</i> sp. L		•					a	a	e	e	e	e	-	-	-	
16.-	<i>P.</i> sp. M				•			e	e	ma	e	a	e	e	e	-	
17.-	<i>Skinnerella cobachiensis</i> n. sp.						•	a	ma	a	a	e	e	e	e	e	
18.-	<i>Skinnerella</i> sp. A			•				a	e	e	-	-	e	-	-	-	
19.-	<i>S.</i> sp. B			•				a	a	e	-	e	e	-	-	e	
20.-	<i>S.</i> sp. C			•				e	a	e	-	e	e	-	-	e	
21.-	<i>S.</i> sp. D			•				a	a	-	-	-	e	-	-	-	
22.-	<i>S.</i> sp. E			•				e	a	-	-	e	e	-	-	-	
23.-	<i>S.</i> sp. F		•					a	e	e	-	e	e	-	e	-	
24.-	<i>S.</i> sp. G			•				e	e	e	-	e	e	-	e	e	
25.-	<i>Cuniculinella</i> sp. A			•				a	a	e	e	e	e	-	-	e	
26.-	<i>C.</i> sp. B		•					a	a	e	e	-	e	-	-	-	
27.-	<i>Toriyamaia</i> cf. <i>T. americana</i>		•					a	e	e	-	-	e	-	-	-	
28.-	<i>Eoparafusulina</i> cf. <i>E. mendenhalli</i>						•	e	e	e	e	e	e	-	-	-	
29.-	<i>E.</i> sp. A						•	-	e	e	-	e	e	-	-	-	
30.-	<i>E.</i> sp. B						•	-	e	-	-	e	e	-	-	-	
31.-	<i>Schwagerina</i> sp. A						•	e	-	-	e	e	e	-	-	-	
32.-	<i>Schwagerina</i> sp. B						•	e	-	e	e	e	e	-	-	-	

E = escaso

A = abundante

MA = muy abundante

## PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA DE LOS FUSULINIDOS

Los fusulínidos, son foraminíferos bentónicos de pared calcárea pertenecientes a la Superfamilia Fusulinacea (Fig. 26). Este grupo fué notablemente diverso, característico de plataformas someras clásticas y carbonatadas en mares tropicales y subtropicales; cuyo tamaño varía de 0.5 a 140 mm de largo en algunas especies del Pérmico Medio y Superior, lo que permite que sean fácilmente reconocibles en el campo.

Además debido a su amplia distribución geográfica, abundancia y diversidad son considerados como fósiles índice del Paleozoico Superior (Pensilvánico-Pérmico), excepto en Tasmania, Madagascar y Antártica (Thompson, 1954; Ross, 1967 a; Douglass, 1977).

Generalmente el tamaño y la estructura interna de éstos organismos está relacionada con cambios evolutivos. Las formas pequeñas son características del Pensilvánico y las formas más grandes son comunes en el Pérmico Medio y Superior, incluyendo el desarrollo de formas macro y microséricas como es el caso de la Parafusulina antimonionensis Dunbar (Guadalupeano) encontrada al oeste de Sonora.

Los fusulínidos son fácilmente acarreados por corrientes en mar abierto, generalmente depositados en calizas, calizas arenosas, lutitas calcáreas y areniscas en menor proporción. Se considera que éstos organismos fueron sensibles a los cambios del nivel del mar, comúnmente asociados a secuencias transgresivas-regresivas, depositados bajo circunstancias de máxima transgresión, indicativos de un medio marino somero, con salinidad normal de mar abierto en plataformas carbonatadas estables.

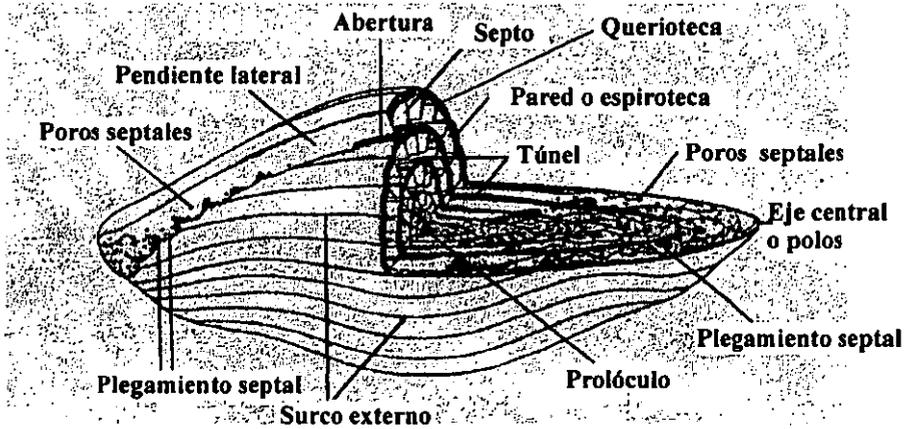
Secuencias transgresivas y regresivas se han registrado con apariciones y extinciones de diferentes especies, lo que ha permitido establecer zonaciones estratigráficas con correlaciones en América, Europa, Asia y Rusia, consecuentemente es microfauna útil para reconstrucciones paleogeográficas. (Ross, 1985; 1995).

Desde el punto de vista paleoecológico, los fusulínidos son volumétricamente más abundantes que la fauna a la que se encuentran asociados, lo que parece indicar que éste grupo fué más tolerante a las variaciones del medio incluyendo salinidad y temperatura (Stevens, 1966).

Leppig (1998), en un estudio llevado a cabo en una sección del Pérmico Medio al noroeste del Estado de Sonora, encontró la presencia de foraminíferos gigantes con presencia de dinoflagelados formando parte de su estructura interna, por lo que consideró que el crecimiento desmedido de algunas formas se debe a una asociación simbiótica con los dinoflagelados influyendo en forma directa durante las etapas de su crecimiento, dando lugar a tamaños fuera de lo normal.

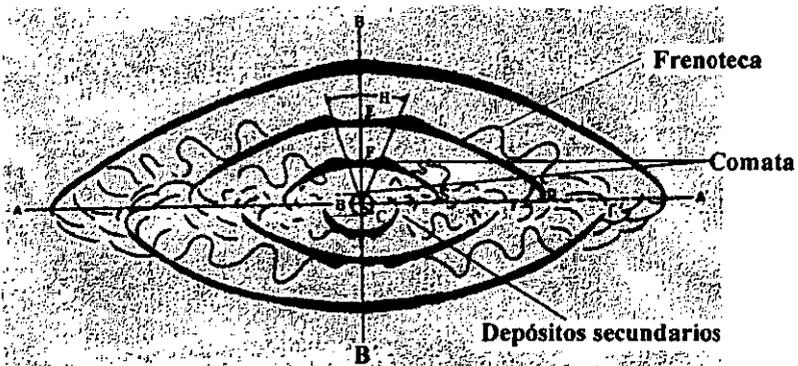
Stevens, (1969) considera a los alveolínidos, (Cretácico-Reciente) como los foraminíferos comparables morfológicamente a los fusulínidos sugiriendo que éstos microfósiles vivieron a una profundidad aproximada de 19 a 65 m, misma donde se reporta Alveolinella; sin embargo Moore (1964) indica que en ambos grupos, el desarrollo evolutivo con respecto a su taxonomía en familias y géneros es diferente, ya que no existen líneas filogenéticas comparativas.

## MORFOLOGIA DE LOS FUSULINIDOS

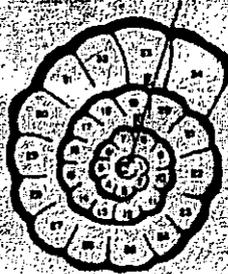


Modificado de Dunbar & Condra, (1927)

### SECCION AXIAL O LONGITUDINAL



### SECCION TRANSVERSAL



Modificado de Zimmerman, (1961)

- A-A' - EJE DE ENROLLAMIENTO
- B-B' - PLANO DE INTERSECCIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL
- C-D - LONGITUD MEDIA DE LA SEGUNDA VUELTA
- F-E - ALTURA DE LA VUELTA
- G - DIÁMETRO DEL PROLÓCULO
- H - ANCHURA DEL TÚNEL
- 8-19 - CUENTA SEPTAL DE LA SEGUNDA VUELTA

Figura 26

## BIOESTRATIGRAFÍA

Aunque la estratigrafía de la Sección Tipo del Sistema Pérmico en Rusia al sur de las Montañas Urales con las Series Asselian, Sakmarian y Artinskian ha sido en general aceptada, pero también discutida debido a las diferencias de interpretación de faunas e inconsistencia en los criterios de nomenclatura; Adams (1939) propone para Norte América las cuatro Series estándar del Pérmico incluyendo en orden ascendente: Wolfcampiano, Leonardiano, Guadalupiano y Ochoano.

Los grupos de fusulínidos del Pérmico Inferior de Rusia son diferentes a las faunas del hemisferio occidental. La región Ural estuvo probablemente aislada de la región norteamericana desde el inicio del Pérmico Temprano de edad Asselian hasta el final de la edad Artkisian ya que sólo algunas especies son comunes en ambas regiones, lo que parece indicar que el intercambio de especies durante ése tiempo no fué frecuente (Ross, 1962).

De acuerdo con el Congreso Internacional Geológico en Rusia en 1937 (Adams 1939), se seleccionó al Wolfcampiano y Leonardiano (Pérmico Inferior) descrito en las Montañas Glass y al Guadalupiano (Pérmico Superior) de las Montañas Guadalupe en la cuenca del Marathon al oeste de Texas como las secciones Tipo para la correlación del Pérmico en rocas de Norte América, en base a criterios físicos y paleontológicos, incluyendo la presencia de amonitas y fusulínidos (Böse, 1917; Sellards, 1932; Ross, 1960, 1963). Fusulínidos de la Serie Ochoana se describen sólo en China, Asia y Japón; (Ross, 1967a; Wilde, 1990).

Ross (1963), establece en base a fusulínidos los límites del Virgiliano (Pensilvánico Superior), en contacto discordante con el Wolfcampiano (Pérmico Inferior) en las Montañas Glass en Texas.

En Norteamérica suroccidental, incluyendo los estados de Nevada y California se han descrito rocas sedimentarias marinas de aguas someras y de cuenca del Pérmico Inferior (Wolfcampiano-Leonardiano y Guadalupeano) (Thompson et al., 1946; Robinson, 1961 Slade, 1961; Magginetti et al., 1988) y con presencia de volcanoclásticos (Skinner & Wilde, 1965).

En contraste en el Estado de Sonora, se describen rocas de cuenca y plataforma de edad Pérmica con ausencia de volcanoclásticos, incluyendo el Wolfcampeano y Leonardiano en el centro y noreste del Estado (Imlay, 1939; Peiffer, 1987; Pérez, 1992) y el Guadalupeano (Dunbar, 1953) hacia el noroeste, desarrollados en ambientes de plataforma o de una ligera pendiente en ésta última. (Stewart, 1990).

En diferentes estudios estratigráficos del Pérmico en Sonora (Imlay, 1939; Dunbar, 1953; Téllez-Girón, 1975; González-León, 1986; Noll, 1981; Peiffer, 1987; Pérez, 1992) se han reportado especies de fusulínidos incluyendo los géneros: Triticites, Boultonia, Dunbarinella, Schwagerina, Schubertella, Pseudoreichelina, Staffella, Nankinella, Pseudoschwagerina, Charaloeschwagerina, Cuniculinella, Eoparafusulina, Monodiexodina, Pseudofusulina, Toriyamaia, Parafusulina, y Skinnerina, en ambientes de plataforma.

En éste estudio se identificaron los géneros Schwagerina, Cuniculinella, Eoparafusulina, Parafusulina, Skinnerella y Toriyamaia, del Pérmico Inferior y Medio (Wolfcampiano-Leonardiano y Guadalupiano). De acuerdo a las especies encontradas en las áreas en estudio se estableció una correlación bioestratigráfica (Fig. 27).

En el estudio bioestratigráfico llevado a cabo en éste trabajo, las especies descritas se compararon principalmente con California y Texas (Tabla II). Sin embargo, la fauna de Sonora muestra ligeras diferencias en morfología y estructura interna, por lo que existe la posibilidad del desarrollo de un cierto endemismo en las áreas de estudio, incluyendo además la abundancia de especies de Parafusulina comparables a las descritas en América y Asia, así como la ausencia de volcanoclásticos, que sugieren un origen diferente a la fauna McCloud de California en Norteamérica.

El Género Toriyamaia Kanmera, 1956, se describe originalmente en sedimentos del Pérmico Inferior de Japón (Kanmera, 1956); y en Norteamérica en rocas del Wolfcampiano al oeste de Texas (Stewart, 1966) y del Leonardiano Superior en Texas, (Ross, 1995). En Sonora éste género se reporta en sedimentos del Wolfcampiano en la Sierra de Teras al noreste del Estado, (Téllez-Girón, 1975), y en éste estudio en Cerro Prieto en la cementera La Yaqui (Fig 1) asociado a Parafusulina, por lo que se consideró con un alcance estratigráfico del Wolfcampiano-Leonardiano (Tabla III).

Wilde, (1990) delimita en Norteamérica, la cima del Wolfcampiano con la llamada Zona de Monodiexodina linearis (Dunbar & Skinner) y con la presencia de diferentes especies de Pseudoschwagerina y Schwagerina, principalmente. Pérez (1992) delimita Wolfcampiano-Leonardiano, en la Sierra Santo Domingo centro-este de Sonora (Fig. 1), con la presencia de M. linearis.

Sin embargo, en las áreas de estudio en el centro este del Estado debido a la presencia de tal vez formas transicionales de la misma especie y endemismo de la fauna, únicamente se delimitó Wolfcampiano-Leonardiano en base a la presencia de los géneros Eoparafusulina, Schwagerina, Skinnerella y Parafusulina. (Tabla III).

De acuerdo con Dunbar & Skinner (1937), Coogan (1960), Moore et al, (1964), Gobbet (1973), Ross, (1963, 1967b, 1995), en el límite Wolfcampiano Leonardiano, Schwagerina evoluciona a Parafusulina; comúnmente en éste límite ambos géneros se traslapan, para posteriormente permanecer Parafusulina durante el Leonardiano hasta el Guadalupiano Medio, representado éste último por formas más bien gigantes (Parafusulina antimonioensis) (Tabla III).

El género Eoparafusulina Coogan, 1960, emend. Skinner & Wilde, es reportado en el Wolfcampiano Tardío de Texas y California (Coogan, 1960; Skinner & Wilde, 1965) y está representado por especies relacionadas filogenéticamente a Parafusulina.

El género Cuniculinella Skinner & Wilde, (1965), se ha reportado sólo en el Wolfcampiano de California, Nevada y Oregon (Skinner & Wilde op. cit.)

En el área Las Rastras se asignó como depositado en sedimentos del Wolfcampiano en base a la presencia de diferentes especies de Eoparafusulina y Schwagerina, cuyos rangos se han establecido en estudios previos incluyendo Texas y California (Thompson, et al., 1946; Coogan, 1960; Skinner & Wilde, 1965; Ross, 1967 b).

Se estableció una correlación bioestratigráfica en las áreas de Sierra Martínez y Cobachi-Picacho Colorado en base a la presencia de Parafusulina cf. P. multisepta semejante a la descrita en rocas del Leonardiano de California (Maginnetti et al 1988) (Fig. 27).

El género Parafusulina se ha descrito únicamente en sedimentos del Leonardiano y formas más avanzadas (gigantes) en el Guadalupiano de Norteamérica incluyendo: Alaska, Canadá, Washington, California, Texas, y México, en Sonora y Coahuila (Dunbar & Skinner, 1937; Skinner & Wilde, 1965; Stevens, 1995); las especies descritas en Sonora, en éste estudio corresponden a formas de tamaño mediano, las cuáles fueron comparadas con especies comúnmente descritas en sedimentos del Leonardiano (Dunbar, 1939; Skinner, 1971; Thompson & Miller, 1949; Ross, 1960, 1962a, 1987; Maggini et al, 1988; Pérez, 1992).

En las áreas de Cerro Prieto y Sierra Santa Teresa, no se midió sección debido al fuerte plegamiento del área, pero se consideraron sedimentos depositados en el Pérmico Inferior en base a la presencia de Cuniculinella, originalmente descrito en el Wolfcampiano de California (Skinner & Wilde 1965) y Toriyamaia, la cuál se describe en el Wolfcampiano de Texas (Stewart, 1966) y de la Sierra de Teras, noreste de Sonora (Téllez-Girón, 1975, así como en rocas del Leonardiano en Texas (Ross, 1995, Tabla IV).

En éste estudio Toriyamaia se encontró en la Sierra Santa Teresa asociada a Cuniculinella sp. B; Parafusulina sp. J y P. sp. K especies similares a las descritas en el Pérmico de Indochina y Japón (Stewart, 1963 Igo, 1967).

En Cerro Prieto se identificaron diferentes especies de Skinnerella las cuáles se compararon con especies descritas en sedimentos del Leonardiano de Sonora, Texas (Dunbar & Skinner 1937; Dunbar, 1939; Thompson & Miller, 1944; Skinner, 1971; Pérez, 1992) y Canadá (Ross, 1978).

En el área de El Antimonio al noroeste de Sonora se describe Parafusulina antimonioensis Dunbar originalmente descrita por Dunbar, (1953) en rocas del Pérmico Medio. Esta especie corresponde a formas gigantes con fuerte dimorfismo, donde se presentan formas macrosféricas (prolóculo grande) y microsféricas (prolóculo pequeño), de formas avanzadas típicas de fusulínidos del Pérmico Medio (Guadalupiano) (Fig. 27).

**TABLA II. RANGOS DE GÉNEROS RECONOCIDOS EN LAS ÁREAS  
NOROESTE Y CENTRO DE SONORA.**

<b>PERMICO</b>			<b>PERIODO</b>
<b>INFERIOR</b>		<b>MEDIO</b>	<b>EPOCA</b>
<b>WOLFCAMPIANO</b>	<b>LEONARDIANO</b>	<b>GUADALUPIANO</b>	<b>EDAD (Norteamérica)</b>
<b>ASELIANO - SAKMARIANO</b>	<b>ARTINSKIANO</b>	<b>KUNGURIAN - KAZANIANO</b>	<b>EDAD (Europa)</b>
<p style="text-align: center;"> -----  Cuniculinella sp.</p> <p style="text-align: center;">Parafusulina antimonioensis  ----- </p> <p style="text-align: center;"> -----  Eoparafusulina sp.</p> <p style="text-align: center;"> -----  Toriyamaia cf. T. americana</p> <p style="text-align: center;"> -----  Parafusulina sp.</p> <p style="text-align: center;"> -----  Skinnerella sp.</p> <p style="text-align: center;"> -----  Schwagerina sp.</p>			

# CORRELACION BIOESTRATIGRAFICA DE LAS AREAS DE ESTUDIO

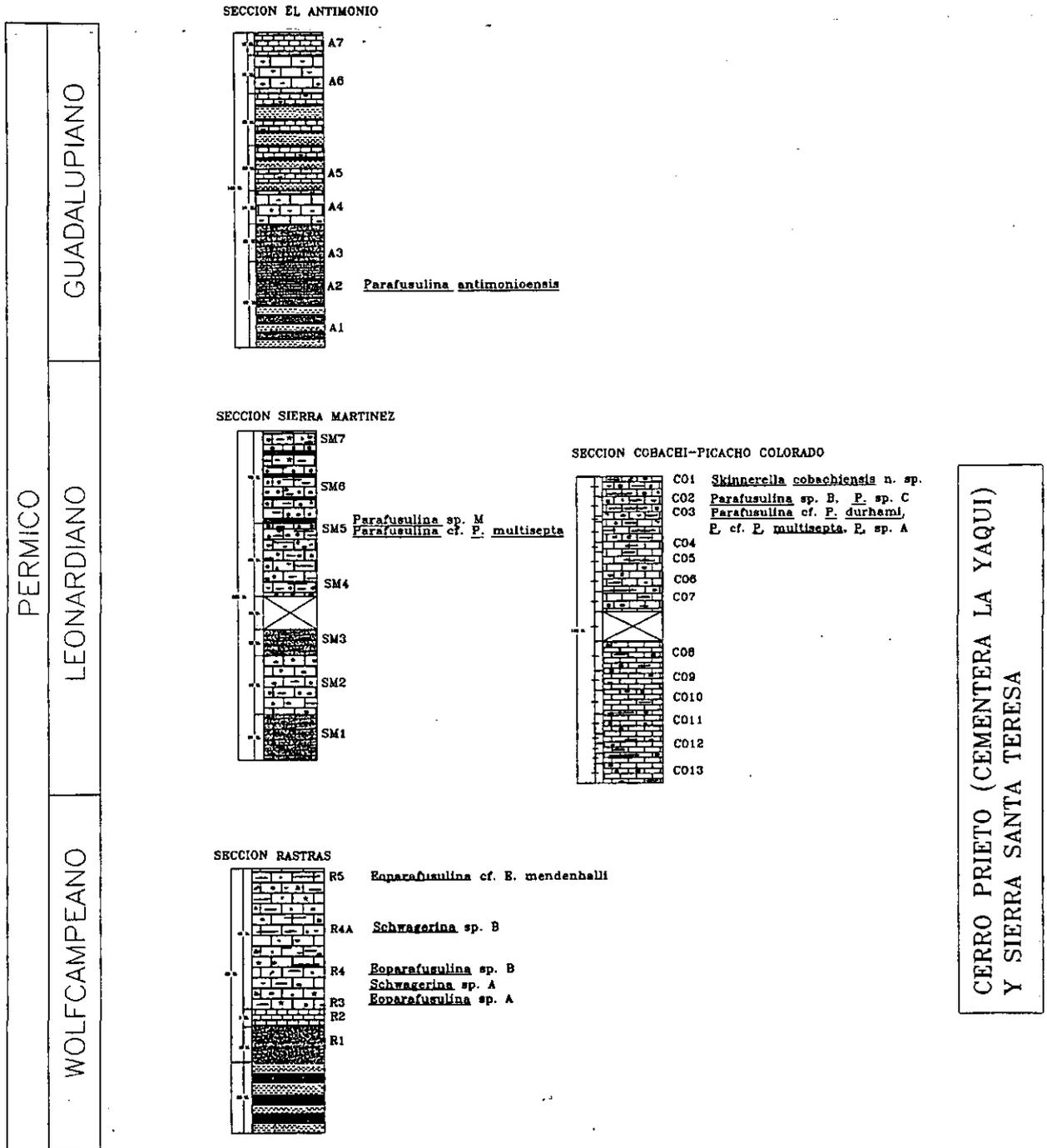


Figura 27.

## CONSIDERACIONES PALEOBIOGEOGRAFICAS

La distribución de los fusulínidos mundialmente, está estrechamente asociada a los principales cinturones geosinclinales eurásianos y americanos los cuáles estuvieron sumergidos durante el Paleozoico tardío, dando lugar a comunicaciones marinas frecuentes durante el Misisípico, Pensilvánico y Pérmico temprano; sin embargo, durante el Pérmico tardío ésta comunicación fué interrumpida debido a actividad orogénica. (Ross, 1978, 1985, 1995).

Según los reportes originales de éste grupo en diferentes partes del mundo (Ross, 1962; 1967a, 1973; Douglas, 1977), estudios de paleogeografía muestran vías marítimas entre Eurasia y Norteamérica durante el Pérmico tardío (Ross, 1973; Gobbett, 1973) y a lo largo del margen del Pacífico, Indonesia, Indochina, a través de Japón y de Columbia Británica hasta California (Fig. 28).

Los fusulínidos muestran cierto provincialismo después del Carbonífero como resultado en diferencias de temperatura, y en las que barreras físicas como distancia y aislamiento evitaron el intercambio entre provincias faunísticas, dando lugar al desarrollo de asociaciones únicas (Stevens, 1977; Ross, 1967a, 1995; Ross y Ross, 1983). Es importante indicar que la dispersión de fusulínidos entre regiones fué particularmente en plataformas y depósitos someros (Ross, 1973; Douglas, 1977).

Estudios paleobiogeográficos de faunas marinas del Carbonífero, tienden a apoyar la teoría de que durante la mayor parte del Carbonífero, Eurasia y Norteamérica se mantuvieron casi estables, por lo que los cambios en su posición geográfica se iniciaron en el Mesozoico medio; sin embargo estudios a detalle del Paleozoico Superior muestran que en los patrones de distribución en Eurasia y Norteamérica se encuentran algunas separaciones ecológicas de millones de años, resultando en un aislamiento faunístico o endemismo a nivel genérico y específico, dando como resultado algunas provincias y subprovincias faunísticas, únicas en éste grupo (Ross, 1973, 1974, 1985; Douglas, 1977).

De acuerdo con Stevens (1977), Ross y Ross (1983) y Miller et al (1992), en la mayor parte del oeste de Norteamérica se reconocen tres provincias faunísticas de fusulínidos ( Fig. 30), ( Tabla III):

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

A) Provincia de Norteamérica, especialmente bien desarrollada en el miogeosinclinal oeste de Norteamérica, la cuál incluye los géneros: Schwagerina, Pseudofusulina Parafusulina y algunas especies de Eoparafusulina, principalmente.

B) Provincia de fauna del Tethys, cuyos grupos dominantes son verbeekínidos y neoschwagerínidos.

C) Provincia de fauna McCloud, desarrollada principalmente al este de las Montañas Klamath, dominando los géneros: Parafusulina, Cuniculinella, Eoparafusulina y Charalowschwagerina que corresponden al terreno Sonomia en California (Ross y Ross, 1983) (Figs. 6 A y 29).

De acuerdo a éstas provincias la microfauna que se encontró en Sonora, éste estudio presenta lo siguiente (Tabla III):

1) Fauna representativa del Miogeosinclinal de Norteamérica se encontró: Parafusulina, Schwagerina y Eoparafusulina.

2) Los géneros representativos de la fauna tethysiana en Sonora están representados por Toriyamaia y Skinnerella cobachiensis n. sp., la cuál se comparó con S. gruperaensis del sureste de México

3) Los fusulínidos descritos que forman parte de la Provincia McCloud al norte de California incluyeron 6 especies de los géneros: Cuniculinella, Eoparafusulina, Schwagerina y Parafusulina (cosmopolita) (Fig. 30), (Tablas II, III y IV); sin embargo la gran mayoría corresponden a especies nuevas, lo cuál sugiere un endemismo donde posiblemente haya existido un aislamiento o barrera física que permitió el desarrollo de fauna a nivel genérico, similar a las descritas en California pero con ligeras variantes que permitieron asignarlas como especies diferentes, aunado además a la ausencia de volcanoclásticos, presentes en la Provincia McCloud.

En éste estudio se encontraron también fusulínidos de afinidades filogenéticas con Norteamérica actual incluyendo: Alaska (Eoparafusulina cf. E. mendenhalli); Canadá (Skinnerella sp. G), California (Parafusulina cf. P. multisepta, Eoparafusulina sp. A, E. sp. B, Schwagerina sp. A, S. sp. B); centro y sureste de México, y Sudamérica (Parafusulina cf. P. durhami, P. sp. L, Skinnerella cobachiensis n. sp., S. sp. C) así como también afinidades con Arabia y Japón (Toriyamaia cf. T. americana; Parafusulina

sp. I, P. sp. J, P. K) sugiriendo tal vez acreciones de terrenos alóctonos hacia las áreas central y oeste de Sonora, de forma semejante a la que se indica para el oeste de Norteamérica, formando parte de los terrenos alóctonos de la Cordillera (Miller et al 1992; Ross, 1983, 1995; Jones, 1990), (Fig. 29) (Tabla IV).

Según Vachard et al (1997a), en un estudio paleobiogeográfico de fusulínidos en Centroamérica, donde reportan especies de origen euroasiático, sugieren que la migración de éstas especies a América se llevó a cabo por diferentes vías a través de la Pantalasia (Fig. 29), incluyendo corrientes marinas, transporte de las testas por plantas acuáticas y a través de plataformas carbonatadas submarinas (guyots).

De acuerdo con Ross (1978), faunas tethysianas en algunos cinturones tectónicos de la Cordillera al oeste de Norteamérica y este de Asia fueron acrecionados a partir de fragmentos oceánicos y continentales durante el Mesozoico y Cenozoico.

En éste estudio, es importante considerar la presencia de Toriyamaia cf. T. americana y Skinnerella cobachiensis n. sp. El género Toriyamaia fué descrito originalmente en Japón (Kanmera, 1956); T. americana es reportado en la Sierra de Teras, Bavispe (Téllez-Girón, 1975; Brunner, 1984). En éste estudio se describe T cf. T. americana en Cerro Prieto al oeste de la Sierra Santa Teresa (Fig. 1), (Tabla IV).

Skinnerella cobachiensis n.sp., se encontró en la sección Picacho Colorado, Cobachi (Fig. 1), (Tabla IV) la cuál se comparó con Skinnerella gruperaensis descrita originalmente en Chiapas (Thompson & Miller, 1944) y Guatemala (Kling, 1960).

Toriyamaia cf. T. americana y Skinnerella cobachiensis se consideran como parte de la provincia tethysiana, (Ross, 1967a, 1983, 1995) y forman parte de faunas distintivas que se presentan sólo en el mar Tethys del Mediterraneo, el cuál es un cinturón de aguas cálidas entre Eurasia y Gondwana con asociación faunística diferente a la de las aguas templadas de las provincias de Norteamérica y McCloud arriba mencionadas; por lo que la presencia de éstas especies en Sonora es posible explicarlo con dos hipótesis:

1) a través de conexiones marítimas que hayan permitido la dispersion de las faunas tethysianas de aguas cálidas hacia áreas más templadas, (Gobbett, 1973) (Fig.28) y/o

2) por medio de bloques cratónicos o cinturones tectónicos desplazados de otros continentes (Stevens, 1985; Ross, 1995) (Fig. 29).

En éste estudio se considera que la presencia de Toriyamaia cf. T. americana reportada en la Sierra de Teras en el extremo noreste de Sonora fué factible debido probablemente a una comunicación cercana ocurrida en la Pangea del continente eurasiático con América a través de mares epeíricos (Fig. 28). Por otro lado, la presencia de ésta especie similar en Cerro Prieto, área centro oeste de Sonora, sugiere un transporte o desplazamiento de bloques asiáticos a través de la Pantalasia para adherirse al borde norteamericano incluyendo Sonora (Fig. 29).

La presencia de Skinnerella cobachiensis en el centro del Estado, similar a la descrita al sureste de México y Guatemala, sugiere una comunicación marítima directa de aguas cálidas de norte y Centroamérica y tal vez indirecta con Asia (Fig. 28).

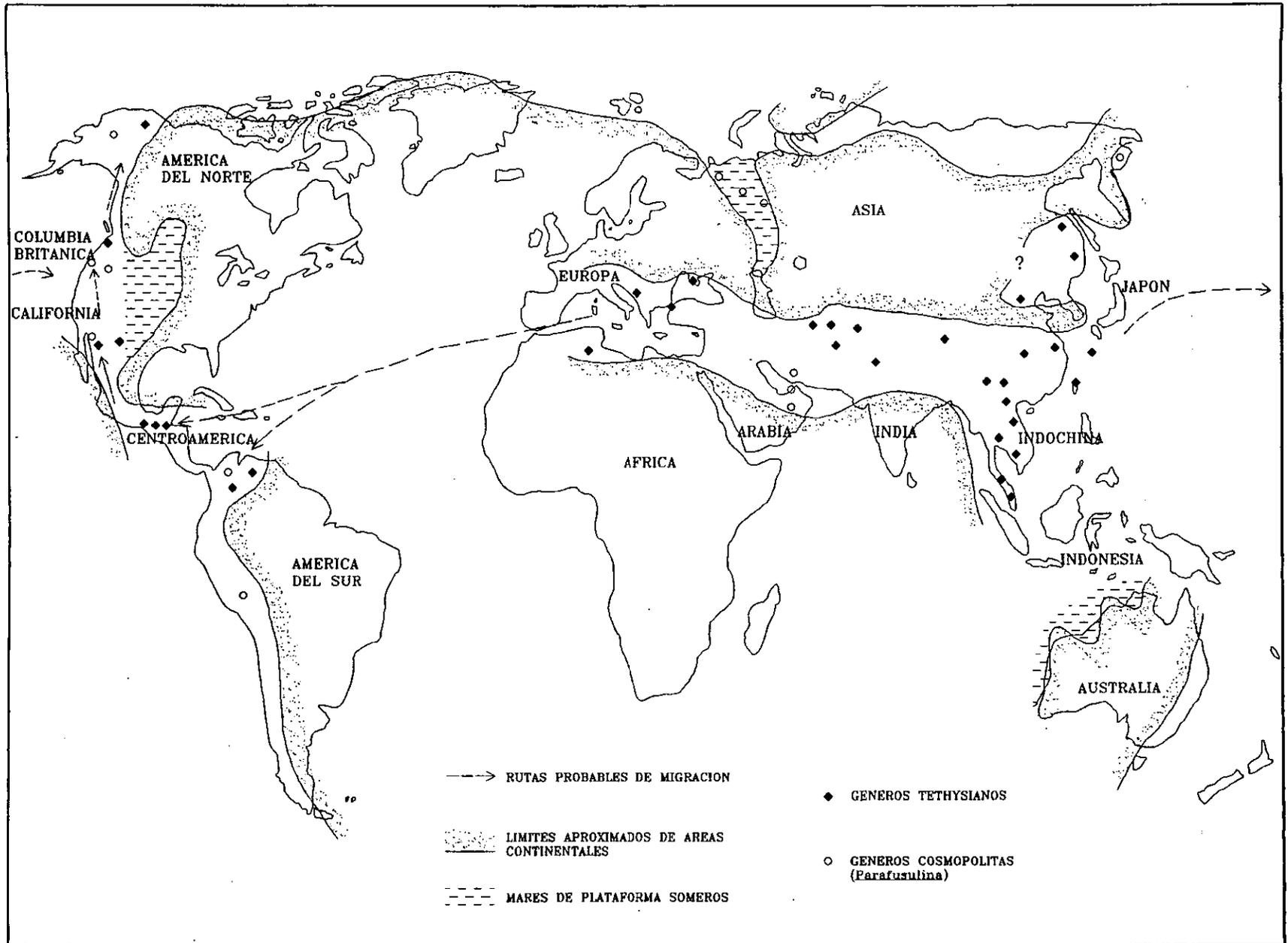


Figura 28. Mapa que muestra la distribución de fusulinidos durante el Permiano Inferior y rutas probables de migración. (Modificado de Gobbet, 1973).

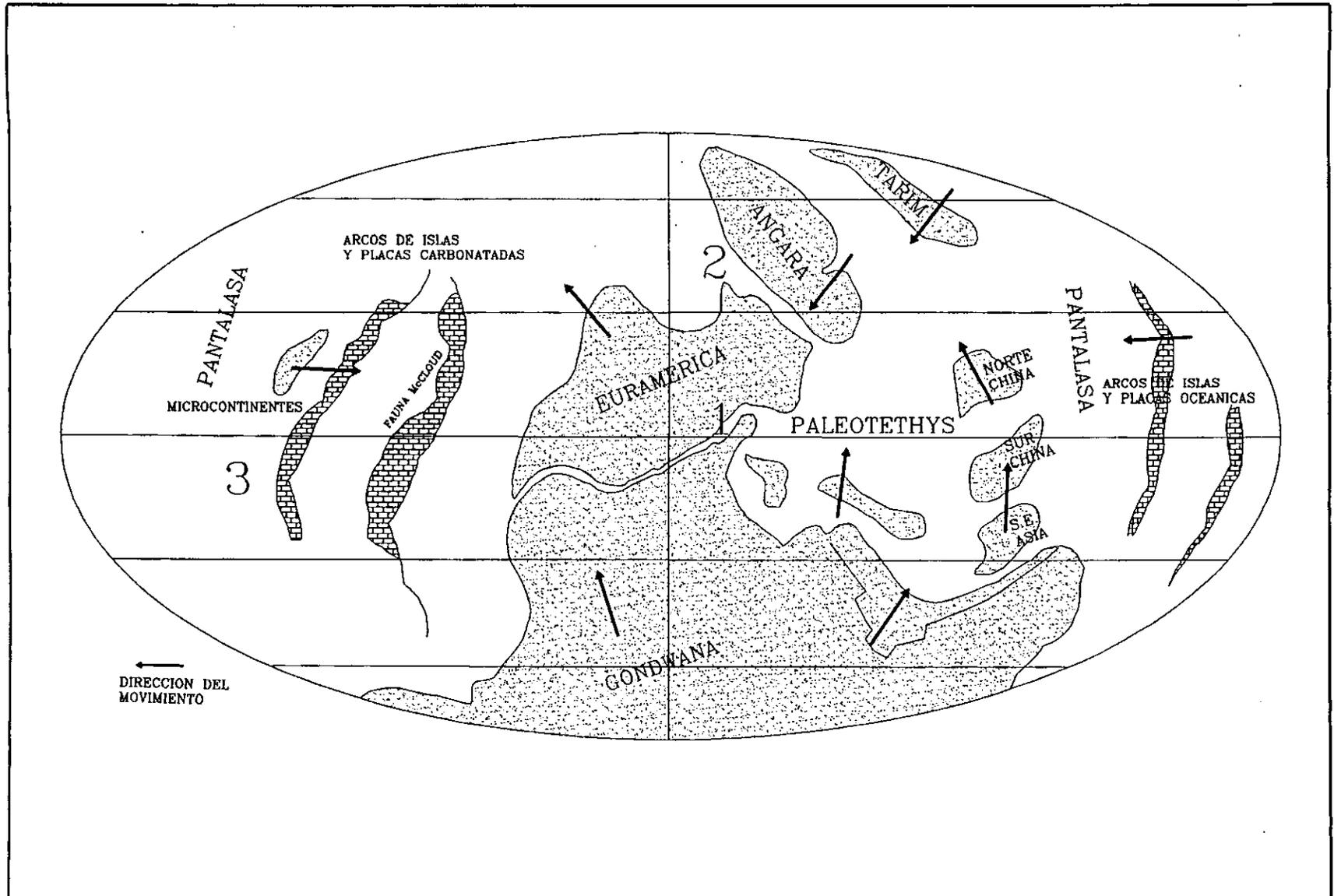


Figura 29. Relacion de las provincias faunisticas de fusulinidos con el movimiento de las placas tectonicas en el tiempo de formacion de la Pangea. (1) El cierre Apalachiano - Hercynico se inicio en el Carbonifero Medio. (2) El cierre de los Urales inicio durante el Leonardiano. (3) Probable desplazamiento de terrenos aloctonos hacia America. (Modificado de Ross, 1995).

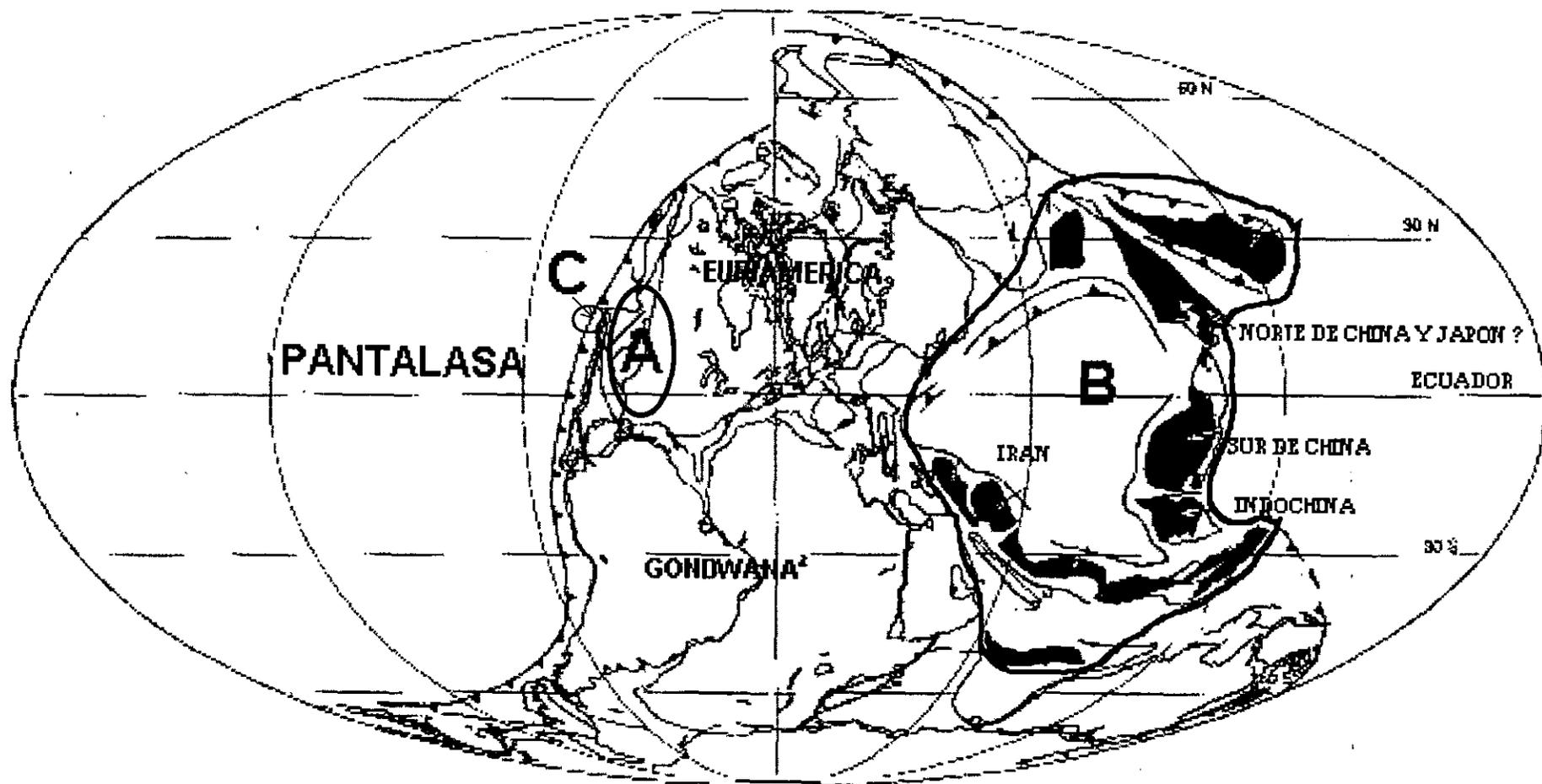


FIG. 30 Mapa de reconstrucción tectónica, modificado de Scotese y Langford (1995), del Pérmico Temprano (227 ma.), de fusulinidos en base a las provincias faunísticas determinadas por Stevens (1977); Ross y Ross (1983), Miller et al (1992) y Kobayashi (1997).

- A.- Provincia del Miogeosinclinal de Norteamérica
- B.- Provincia fauna tetisiana
- C.- Provincia McCloud

TABLE III Faunas de fusulínidos representativos del miogeosinclinal oeste de Norteamérica, Fauna McCloud norte de California y la Provincia del Tethys

Faunas de fusulínidos representativos del miogeosinclinal al oeste de N.A.  
 1- noreste Columbia Británica (Ross y Ramber, 1978)  
 2- suroeste Alberta (McGugan y otros, 1969), 3- Idaho central (Hall y otros, 1974),  
 4- Provincia de Cuencas y Valles, California, Nevada y Utah y Idaho (Douglas, 1974; Stevens otros, 1979).

Genus	1	2	3	4
Parafusulina *		X	X	X
Sphaeroschwagerina	X			X
Pseudoschwagerina				X
Schwagerina *	X	X	X	X
Eoparafusulina *			X	X
Pseudofusulina	X		X	X
Pseudofusulinella	X		X	X
Triticites			X	X
Dunbartonella				X
Kansanella				X
Schubertella	X		X	X
Oketoella				X
Bartramella				X
Eowaeringella				X
Beedeina			X	X
Fusulinella			X	X
Wedekindellina			X	X
Profusulinella	X	X		X
Staffella	?		X	X
Pseudostaffella		X	?	X
Pseudoendothyra	X			X
Schubertina				X
Eoschubertella				X
Pseudoschubertella				X
Millerella				X
Eostaffella				X

- Faunas de fusulínidos del Terreno Sonoma y sus fragmentos:

1- Lago Shasta, norte de California (Thompson y otros, 1946; Skinner y Wilde, 1965); 2- Caliza Bill Creek norte Nevada (Skinner y Wilde, 1966, Willden, 1964); 3-Suplee, Oregon (Coyote Butte) Skinner y Wilde, 1966; Willden, 1964); Sada y Danner, 1973, 4- Sumpter, Oregon (Bostwick y Nestell, 1967); 5-Izee, Oregon (Bostwick y Nestell, 1967); 6- Sunflower Reservoir (Hoare, 1963)

Genus	1	2	3	4	5	6
Polydiexodina					X	
Parafusulina *	X	X			X	
Cuniculinella *	X					
Klamathina	X					
Chalaraschwagerina	X	X	X		X	
Eoparafusulina *	X	X				
Pseudoschwagerina	X				X	
Paraschwagerina	X				X	X
Pseudofusulina	X				X	X
Schwagerina *	X	X	X	X	X	X
Triticites	X					X
Schubertella	X			X		
Thompsonella	X					X
Pseudofusulinella	X	X	X		X	X
Boultonia					X	
Eostaffella				X		
Endothyra				X		

CENTRAL TETHYS REALM		TETHYS REALM	
Changhsingian	Palaeofusulina.	Lopingian - Changhsingian	Palaeofusulina, Reichelina, and Nankinella.
	Paradunbartella		Codonoschwagerina, Reichelina, Nankinella, Eoverbeekina, Sphaerulina, Chama, Dunbartella.
Midian	Yabeina-Lepidodina	Maotou Limestone	Yabeina, Neoschwagerina, Neomacellina Kahlerina, Chusenella, Lantschichters, Wutuella.
Murgabian	Neoschwagerina.		Neoschwagerina, Verbeekina, Sumatrina, Alphanella, Pseudodolokina, Chusenella, Schwagerina, Pseudofusulina.
Kubergandian	Cancelina, Armenina pennanica, Parafusulina yabei, P. yunnanica, P. elliptica, P. dzhamalensis.	Yanglingian	Cancelina, Yangchiensis, Parafusulina, Verbeekina, Russella, Pseudofusulina, Chusenella, Schwagerina, Pseudodolokina.
Chisyamian	Misellina spermen, M. claudae, Parafusulina gruperaensis, Pseudofusulina lusiformis, Misellina dyhrenfurti, Pamme dervasica, Tonyameia.		Misellina, Parafusulina, Schwagerina, Tonyameia.
Artinskian	Zone of Pseudofusulina-Parafusulina Pamime dervasica, Dervasites contractus, Rugosofusulina vulgariformis, Pseudofusulina vulgaris, P. krafti, Pseudofusulina crassispira.	Chithale Limestone	Nepesinella Nankinella Staffella Pseudofusulina
Sakmarian	Chelaraschwagerina solita, Pseudofusulina vulgariformis. Robustoschwagerina schweithieni, Paraschwagerina mira, P. inflata, Zelia hantschi, Pseudofusulina moelleri.		Leoglinian or Changmoan
Alibekian Stage	Zone of Schwagerina sphaerica-Pseudofusulina firma. Zone of Schwagerina moelleri-Pseudofusulina secunda zone: Zone of Schwagerina vulgaris-Schwagerina lusiformis.	Mapog Limestone	Zone of Pseudoschwagerina: Pseudoschwagerina, Sphaeroschwagerina moelleri, Quasifusulina longisoma, Pseudofusulina (Rugosofusulina) alpina, Triticites simplex.

(tomado de Ross, 1995)

(tomado de Ross y Ross, 1983)

\* Géneros reportados en este estudio

## PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

El material descrito se encuentra depositado en el Departamento de Geología de la Universidad de Sonora. Las medidas de los ejemplares descritos y representados en las láminas se encuentran en el Apéndice I

Orden Foraminiferida Eichwald, 1830

Superfamilia Fusulinacea von Möler, 1978

Familia Ozawainellidae Thompson & Foster, 1937

Género Toriyamaia Kanmera, 1956

Especie tipo: Toriyamaia laxiseptata Kanmera, 1956

Toriyamaia cf. T. americana

(Lám. XIV, Fig. 1)

**Descripción:** Concha muy pequeña, alargada y de forma irregular, elongada a cilíndrica, y extremidades redondeadas, con una longitud de 2.6 mm y 1.1 mm de diámetro. Prolóculo pequeño y esférico, mide 50 micras de diámetro, pero regularmente preservado debido a silicificación. Eje de enrollamiento muy irregular, primeras vueltas discoidales, después se hacen fusiformes, pero de contorno irregular. Espiroteca gruesa, formando pliegues hacia los polos de la concha. Sin depósitos secundarios.

**Discusión:** Sólo se encontró un espécimen parcialmente silicificado y regularmente preservado; sin embargo fué posible compararlo con Toriyamaia americana Stewart, 1966, en el tamaño y forma en general; sólo que en la colección de Sonora los pliegues de las vueltas internas no están muy claros debido a la preservación. T. americana ha sido descrita en el Pérmico Inferior (Wolfcampiano), de la Formación Hueco en las Montañas Franklin de Texas (Stewart, 1966) así como en el Pérmico Inferior (Wolfcampiano Superior) del noreste de Sonora (Téllez-Girón, 1975) T. latiseptata originalmente descrita

en el Pérmico Inferior y Medio de Japón (Kanmera, 1956), es más corta y con mayor número de pliegues.

**Ocurrencia:** Toriyamaia cf. T. americana se encontró asociada a Cuniculinella sp. B, en calizas de grano fino (packstone) en la localidad Sierra Santa Teresa 2, centro-oeste de Sonora. Uni-Son 315.

**Edad:** La especie arriba descrita es similar los ejemplares de Texas y noreste de Sonora, del Wolfcampiano; sin embargo, Ross (1995) presenta Toriyamaia en sedimentos depositados en rocas del Leonardiano por lo que es posible asignar a Toriyamaia cf. T. americana como del Wolfcampiano-Leonardiano (Tabla II).

Familia Schwagerinidae Dunbar & Henbest, 1930

Subfamilia Schwagerininae Dunbar & Henbest, 1930

Género Eoparafusulina Coogan, 1960

Especie tipo: Fusulina gracilis Meek, 1864

Eoparafusulina cf. E. mendenhalli

(Lám.XIV Figs. 2, 3, 4 y 5)

**Descripción:** Concha alargada, moderadamente grande, con los extremos subredondeados en 6 o 7 vueltas y una longitud de 9.4 a 10.3 mm y 1.9 a 2.3 mm de ancho. Prolóculo esférico con un rango de 180 a 260 micras de diámetro externo rodeado por diminutos comata, los cuáles también están presentes en la primera vuelta. Primeras vueltas con un enrollamiento abierto y forma fusiforme, aumentando gradualmente en altura excepto hacia los polos donde se expanden rápidamente. La espiroteca es gruesa y una kerioteca finamente alveolar. El grosor de la pared varía de 0.010 en la primera vuelta a 0.080 mm en la última. El plegamiento de los septos es intenso, pero espaciado principalmente en el plano medio de la concha y últimas vueltas. Pliegues de los septos bajos, redondeados, formando camarillas hacia las extremidades. Se observa cuniculi en las últimas vueltas. Túnel a veces angosto e irregular. Depósitos secundarios son ligeros e

irregularmente distribuidos en las primeras vueltas y a lo largo del plano medio de la concha.

**Discusión:** Esta especie es semejante a E. mendenhalli Petocz 1970, de la Formación Mankomen (Wolfcampiano) de Alaska, en la forma y rasgos internos, sólo es ligeramente más pequeña. E. wadelli Petocz, 1970 de la misma área, es también más pequeña y sin depósitos axiales. E. cf. E. linearis (Dunbar & Skinner), 1937 descrita en rocas del Wolfcampiano Medio del área centro-este de California (Magginetti, 1988), muestra los depósitos secundarios más densos. E. thompsoni Skinner & Wilde, 1965, (Wolfcampiano) del norte de California, muestra las primeras vueltas más cerradas. E. allisonensis Ross, 1967 b, (Wolfcampiano) del oeste de Texas es ligeramente más elongada y ancha.

**Ocurrencia:** Esta especie se encontró bien preservada en calizas oscuras (Wackestone) en la cima de la sección en el Cerro Las Rastras (R5) en el área central-este de Sonora. Hipotipo Uni-Son 316. Uni-Son 317-319.

**Edad:** Eoparafusulina se ha descrito comúnmente asociado a fauna del Wolfcampiano incluyendo Pseudoschwagerina y Schwagerina en Norte América (Thompson, L. et al, 1946; Coogan 1960; Skinner & Wilde, 1965; Ross, 1967 b); por lo que especímenes de Eoparafusulina en ésta colección se consideraron como del Wolfcampiano.

Se considera a Eoparafusulina el representante más primitivo de Parafusulina el cuál es típico post-Wolfcampiano y de mayor tamaño.

Eoparafusulina sp. A

(Lám. XIV, figs. 6 y 7)

**Descripción:** Concha alargada, cilíndrica, moderadamente grande, con los extremos subredondeados, con una longitud de 9 a 12.8 mm y 1.6 a 2.4 mm de ancho en 7 1/2 vueltas. Prolóculo esférico de pared delgada, de 170 a 260 micras de diámetro, rodeado por diminutos comata. Primeras vueltas con un enrollamiento más bien cerrado y de forma fusiforme, posteriormente aumentan gradualmente en altura, para expandirse rápidamente hacia los polos. Espiroteca medianamente gruesa con un rango de 0.010 mm en la primera

vuelta a 0.060 mm en la última. El plegamiento de los septa es intenso, pero espaciado en las áreas medias. Los septa son cortos formando camarillas hacia los polos. Túnel angosto e irregular. Depósitos secundarios densos, principalmente en las últimas vueltas.

**Discusión:** La especie descrita se compara con E. allisonensis Ross, 1967 del Wolfcampiano Tardío del oeste de Texas, sólo que ésta es ligeramente más ancha y mayor número de vueltas. E. thompsoni Dunbar & Skinner, 1965 del Wolfcampiano de California es ligeramente más pequeña con el plegamiento de los septos menos intenso. Schwagerina linearis Dunbar & Skinner, 1937 del Wolfcampiano Tardío de las Montañas Glass de Texas (Dunbar & Skinner, 1937) Ross, 1963, es más grande y ancha con los pliegues de los septa más cortos, los depósitos secundarios más densos y sin cunícula.

**Ocurrencia:** Los especímenes de ésta colección se encontraron bien preservados en biomicrotas parcialmente recristalizadas en la localidad R 3 base de la sección Pérmica del Cerro Las Rastras centro-este de Hermosillo. Hipotipo: Uni-Son 320. Unison 321.

**Edad:** Eoparafusulina ha sido ampliamente descrito en calizas con pedernal del Wolfcampiano Temprano y Tardío en la Caliza McCloud de California (Skinner & Wilde, 1965) y en sedimentos arenosos del Wolfcampiano Tardío del oeste de Texas (Ross, 1967 b); por lo que se asigna a los especímenes del Cerro Las Rastras como del Wolfcampiano.

Eoparafusulina sp. B

(Lám. XIV, figs. 8 y 9)

**Descripción:** Concha pequeña, inflada, fusiforme, con las pendientes laterales convexas y extremos ligeramente puntiagudos, con una longitud de 5.7 mm y 2.4 mm de ancho en 6 vueltas. Prolóculo esférico, de paredes delgadas con un diámetro externo de 190 micras rodeado de diminutos comata. Enrollamiento interno es abierto, aumentando gradualmente en tamaño con las extremidades en punta. El plegamiento de los septa es espaciado excepto en los polos, donde se juntan y pliegan. Los pliegues de los septos son largos en la parte media de la concha. La espiroteca o pared varia de 0.015 mm en la primera vuelta a 0.100 mm en la última. Querioteca toscamente alveolar. Depósitos

secundarios de calcita en las primeras vueltas y algunos septa. Túnel amplio e irregular. Se observan pequeños cuniculi.

**Discusión:** La morfología en general y características internas de ésta especie la ubican como del Género Schwagerina Von Moller 1887; sin embargo la presencia de rudimentarios cuniculi (salientes sobre los septos, formando pequeños túbulos o canales transversales al eje de enrollamiento (Lám. V, figs. 3 y 9; Lám. XIV, fig. 9) ubica éste espécimen como del género Eoparafusulina. La especie descrita es semejante a Schwagerina bassensis Skinner & Wilde 1965, en la forma y tamaño, pero muestra el prolóculo más grande, ligera frenoteca y septa más anchos. Schwagerina moorei Skinner & Wilde 1965, es ligeramente más pequeña, con los depósitos secundarios más densos. Las dos especies arriba mencionadas no presentan cuniculi.

**Ocurrencia:** La especie descrita fué abundante y regularmente preservada en calcarenitas de la parte media de la sección, localidad R4 en el Cerro Las Rastras, asociada a S. sp. A. Hipotipo Uni-Son 322. Uni-Son 323.

**Edad:** Eoparafusulina sp. B también es considerada como del Wolfcampiano, ya que el género y especies afines se han descrito en sedimentos de ésta edad (Skinner & Wilde, 1965; Ross, 1967 b).

Skinnerella cobachiensis n. sp.

(Lám. I, Figs. 1-10)

**Descripción:** Concha de tamaño medio, fusiforme, y pendientes laterales convexos, con los polos ligeramente redondeados; de 6 a 8 vueltas, con una longitud de 8.8 a 12.5 mm y 3.1 a 4.2 mm de diámetro. El prolóculo es esférico, de pared delgada, con un diámetro externo de 420 micras, rodeado de diminutos comata. Las primeras vueltas muestran un enrollamiento ligeramente cerrado; posteriormente se expanden de manera rápida y uniforme. La pared está compuesta de tecto y una kerioteca finamente alveolar. La espiroteca es delgada en las primeras vueltas, con un rango de 0.010 a 0.100 mm de grosor en las últimas vueltas. Los tabiques están fuertemente plegados, pero irregularmente distribuidos en toda la concha, formando camarillas en las porciones axiales. En general

dominan septos cortos y espaciados, aunque también se presentan septos altos en las últimas vueltas y hacia las extremidades. Túnel amplio e irregular. Cunicula bien desarrollados. Algunos especímenes muestran frenoteca. Depósitos secundarios intensos rellenan las primeras vueltas, de forma triangular hacia el eje central de la concha.

El tamaño, la forma general de la concha y el tipo de depósitos secundarios son las características diagnósticas para ésta especie. (Lám. I, figs. 1,4,5 y 8).

**Discusión:** Coogan (1960), consideró Skinnerella, como subgénero de Parafusulina Dunbar & Skinner, 1931; sin embargo Skinner (1971) argumentó que de acuerdo a líneas evolutivas, Skinnerella debería elevarse a rango de Género, incluyendo especies con: depósitos axiales bien desarrollados, frenoteca presente, cunicula bien desarrollados en las vueltas externas y parte media de la concha; incluyendo formas microséricas grandes, las cuáles comparadas con las formas pertenecientes a Parafusulina éstas son más bien gigantes. Además Ross (1995) y Vachard & Fourcade (1997) reagrupan especies del Género Skinnerella pertenecientes a rocas del Leonardiano Inferior y Medio, en contraste con Parafusulina donde comúnmente se encuentra en sedimentos del Leonardiano y Guadalupiano (Dunbar & Skinner, 1937; Thompson et al, 1946; Skinner & Wilde, 1965; Ross, 1967; Douglas, 1977).

Especímenes de Cobachi se compararon con Skinnerella gruperensis (Thompson & Miller, 1944) de Chiapas Kling (1960) de Guatemala; pero difieren en su desarrollo ontogenético ya que ésta es ligeramente más pequeña y ancha, con el prolóculo más pequeño, no muestra frenoteca y los depósitos secundarios son más ligeros. También se comparó a Schwagerina guembeli Ross, 1960 (Leonardiano), de Texas pero ésta es ligeramente más pequeña y sin cunicula de Texas. Skinnerella diabloensis (Dunbar & Skinner 1937), (Leonardiano) de Texas, pero ésta es más grande en tamaño, ligeramente más ancha, prolóculo ligeramente más grande y los depósitos secundarios más intensos. Algunos especímenes se compararon con S schucherti (Dunbar & Skinner 1937), pero ésta especie es más grande y prolóculo más pequeño. Un ejemplar de ésta colección es similar a Parafusulina deltoides Ross 1960 (Leonardiano) de Texas en el tamaño y forma en general, pero el proloculus es más pequeño y los depósitos secundarios son más ligeros.

**Ocurrencia:** La especie arriba descrita se encontró muy abundante y bien preservada en calizas en la cima de la sección de la localidad Cobachi CO1, en Cerro Picacho Colorado.

Tipos. Holotipo Uni-Son 172, (Lám. I, fig. 1). Paratipos Uni-Son 175-180 (Lám. I, figs. 4, 5 y 8). Sintipo Uni-Son 182 (Lám. I, figs. 6 y 10).

**Edad:** Skinnerella es un género descrito principalmente en rocas del Leonardiano Inferior de la Formación Bone Spring de Texas (Skinner, 1971), reportado en el Leonardiano Inferior y Medio de Texas (Ross, 1995); y Canadá (Ross, 1978).

Skinnerella sp. A

(Lám. VI, figs. 1-8)

**Descripción:** Concha grande, gruesa, fusiforme con pendientes laterales cóncavo-convexas; extremos subredondeados o toscamente puntiagudos con una longitud de 9.2 a 13.5 mm y 3.6 a 5.2 mm de diámetro, en 7 vueltas. La parte media de la concha presenta una ligera constricción. Prolóculo grande, de pared gruesa, con un rango de 400 a 680 micras de diámetro. La pared o espiroteca delgada en las primeras vueltas, aumentando su grosor de 0.020 a 0.120 mm en las últimas vueltas, con una queriotheca toscamente alveolar. Septa intensamente plegados formando camarillas en los extremos, excepto en las áreas del túnel el cuál es muy amplio, pero ligeramente irregular. Depósitos secundarios densos en las primeras vueltas y a lo largo del plano medio de la concha. Frenoteca presente, pero no es común.

**Discusión:** Esta especie es similar a Skinnerella diabloensis (Dunbar & Skinner 1937) (Leonardiano) de Texas, en tamaño y rasgos generales, pero ésta presenta depósitos secundarios más densos y la pendiente lateral de la concha menos pronunciada. Algunos especímenes de ésta colección se comparan con S. sonoraensis (Dunbar 1939), (Leonardiano) al noreste de Sonora, en tamaño y forma en general, sólo que ésta es ligeramente más pequeña y ancha, con mayor número de vueltas y septa más intensamente plegados. Paratipos de ésta colección (Lám. VI, figs. 6 y 8) son muy similares a Parafusulina (Skinnerella) sp. A descrita al oeste de Sonora, (Leonardiano) (Pérez, 1992).

**Ocurrencia:** Skinnerella sp. A es muy abundante en grainstones y calizas crinoidales de la localidad Yaqui H, parte media de la sección en Cerro Prieto asociada a S. sp B, S. sp. C y S. sp. M. Hipotipo: Uni-Son 224. Uni-Son 225-231.

**Edad:** La especie arriba descrita se asignó como del Pérmico Inferior (Leonardiano), ya que éste género ha sido comúnmente reportado en rocas de ésta edad (Skinner, 1971; Ross, 1978, 1995; Vachard & Fourcade, 1997).

Skinnerella sp. B

(Lám. VII, Figs. 1 y 2)

**Descripción:** Concha mediana, ligeramente gruesa, fusiforme, con los extremos subredondeados o toscamente puntiagudos, con una longitud de 10.3 a 11.50 mm y 3.8 a 4.1 mm en diámetro en 6 o 7 vueltas. Prolóculo de pared delgada, con un diámetro externo de 230 a 300 micras, ligeramente deformado debido a preservación. Primeras vueltas con un enrollamiento más bien abierto, aumentando gradualmente en tamaño con una altura uniforme. Espiroteca delgada en las primeras vueltas, engrsándose en las últimas, con un rango de 0.010 a 0.100 mm en espesor. Septa intensamente plegados, pero espaciados espacialmente en la parte media de la concha. Depósitos secundarios densos en las primeras vueltas y a lo largo del eje medio de la concha. Túnel amplio, pero irregular.

**Discusión:** Esta especie es muy semejante a S. diabloensis (Dunbar & Skinner 1937), de Texas, en tamaño y rasgos internos, pero ésta muestra el polóculo más grande. También es similar a S. sp. A de la localidad Yaqui H, pero ésta es más grande en tamaño y prolóculo.

**Ocurrencia:** Los especímenes de ésta colección fueron abundantes y bien preservados en grainstone y calizas crinoidales en la localidad Yaqui H, Cerro Prieto, asociados a Skinnerella sp. A, S. sp. C y S. sp. M. Hipotipo: 233. Uni-Son 232.

**Edad:** Leonardiano.

Skinnerella sp. C

(Lám. VII, Figs. 3-6)

**Descripción:** Concha grande, gruesa, fusiforme, de contorno irregular de pendiente convexa y extremidades irregulares o toscamente redondeadas, con una longitud de 9.20 a 12.4 mm y 4.2 a 5.10 mm en diámetro. Prolóculo mide de 230 a 400 micras, aunque ligeramente deformado. Enrollamiento de las vueltas internas es abierto, aumentando gradualmente en tamaño con una ligera constricción en la parte media de la concha. Espiroteca delgada en las primeras vueltas, engrosándose en las últimas, con un rango de 0.015 a 0.100 mm de espesor, con una querioteca toscamente alveolar. Septa intensamente plegados, formando camarillas hacia los extremos, excepto en la parte media, donde se presenta un túnel amplio, pero irregular. Depósitos secundarios densos comunes en las primeras vueltas y parte media, así como a los lados del túnel. Frenoteca presente, pero no es muy notable.

**Discusión:** La especie arriba descrita se compara con Skinnerella gruperaensis (Thompson & Miller), 1944 de Chiapas y Guatemala en forma y rasgos internos, pero ésta es considerablemente más pequeña. S. sonoraensis Dunbar 1939, (Leonardiano) muestra el plegamiento de los septa menos intenso, y prolóculo más grande. Skinnerella cf. S. sonoraensis descrita por Pérez (1992) al oeste de Sonora, aunque es similar, presenta los septos más elongados y sin frenoteca. Parafusulina imlayi Dunbar 1939, (Leonardiano) del noreste de Sonora, es considerablemente más grande y más ancha con el prolóculo más pequeño.

**Ocurrencia:** Skinnerella sp. C se encontró abundante y bien preservada en grainstones, de la localidad Yaqui H, en Cerro Prieto, asociada a S. sp. A, S. sp. B y S. sp. M. Hipotipo: Uni-Son-237. Uni-Son 234-236.

**Edad:** Leonardiano

Skinnerella sp. D

(Lám. IV, Figs. 1 y 2)

**Descripción:** Concha grande, gruesa y fusiforme, con una constricción en la parte media y polos ligeramente puntiagudos. Un sólo espécimen mide 13 mm de longitud y 3.9 mm en diámetro 7 vueltas. Prolóculo ligeramente deformado mide 540 micras de diámetro externo. Primeras vueltas muestran un enrollamiento abierto, aumentando gradualmente en tamaño con una constricción en la parte media de la concha, con las extremidades ligeramente puntiagudas. Espiroteca es gruesa finamente alveolar, delgada en las primeras vueltas, con un rango de 0.020 a 0.120 mm de espesor. Septa con plegamiento intenso, principalmente en los extremos excepto en las áreas del túnel, donde es más bien espaciado. Depósitos secundarios densos en las vueltas iniciales y en ambos lados del túnel, además también éstos depósitos cubren la cima de algunos septa. Frenoteca ligeramente visible.

**Discusión:** Esta especie se compara con S. sonoraensis Dunbar, 1939 (Leonardiano) del noreste de Sonora, pero difiere en el plegamiento que es menos intenso y contorno más regular. También es similar a S. sp. A de la localidad Yaqui H, en la misma área, pero ésta última muestra el túnel mucho más amplio y los depósitos secundarios rodean más área del túnel.

**Ocurrencia:** Sólo un espécimen bien preservado se encontró en la localidad Yaqui A cerca de la cima de la sección en calizas crinoidales de Cerro Prieto, asociado a Cuniculinella sp. A. Hipotipo: Uni-Son 199. Uni-Son 200.

**Edad:** Skinnerella, es comúnmente descrito en sedimentos del Leonardiano (Skinner, 1971; Ross, 1978; 1995; Vachard y Fourcade, 1997).

Skinnerella sp. E

(Lám. IV, Fig. 4)

**Descripción:** Concha grande, elongada, subcilíndrica con los extremos toscamente subredondeados. Sólo un espécimen incompleto mide 12.30 mm de longitud y 3.3 mm de diámetro en 7 vueltas. Prolóculo grande de pared gruesa, mide 520 micras de diámetro

externo, rodeado por diminutos comata. La espiroteca es moderadamente gruesa, con un rango de 0.010 a 0.100 mm de espesor en la primera y última vuelta. El plegamiento de los septa es intenso, formando camarillas en los extremos; también se presentan cortos y elongados irregularmente distribuidos en toda la concha. Túnel amplio y ligeramente irregular. Depósitos secundarios densos en las vueltas iniciales y a lo largo del eje medio, irregularmente distribuidos y engrosando la cima de los septa. Frenoteca presente, pero no es muy notable.

**Discusión:** S sp. E es similar a Skinnerella speciosa Skinner, 1971 de Texas en la forma en general y algunos rasgos internos, sólo difieren en que ésta es más grande y muestra los depósitos secundarios menos densos. También se compara con S. sp. A de la localidad Yaqui H de Cerro Prieto, pero ésta muestra las pendientes laterales más pronunciadas y los depósitos secundarios más densos y más ampliamente distribuidos en la concha.

**Ocurrencia:** Sólo un espécimen incompleto, pero bien preservado se encontró en packstones en la localidad Yaqui G parte media de la sección en Cerro Prieto, asociada a Parafusulina sp. D. Uni-Son 202.

**Edad:** Skinnerella es comúnmente reportado en rocas del Leonardiano.

Skinnerella sp. F

(Lám. X, Fig. 1)

**Descripción:** Concha moderadamente grande, fusiforme, pero de contorno irregular y pendientes laterales fuertemente convexos, con una longitud de 10.5 mm y 3.3 mm de diámetro en 7 vueltas. El prolóculo es de pared gruesa y ligeramente deformado debido a preservación, midiendo 380 micras de diámetro externo. La concha externa y vueltas internas muestran una ligera constricción en la parte media. El enrollamiento inicial de las vueltas es ligeramente cerrado para posteriormente hacerse gradual y uniforme, fuertemente convexas con los extremos puntiagudos. La espiroteca es gruesa con una querioteca toscamente alveolar. El espesor de la pared es gruesa variando de 0.040 mm en la primera vuelta a 0.140 mm en la última. El plegamiento de los septa es intenso, formando

camarillas hacia los extremos, excepto en las áreas del túnel donde los septa están fuertemente espaciados; también los septa forman tabiques cortos y planos de forma cilíndrica hacia la parte media de la concha.

Túnel muy amplio, y ligeramente irregular. Frenoteca presente. Depósitos secundarios densos a lo largo del eje medio de la concha, excepto en la última vuelta; también cubren algunos septa.

**Discusión:** *S* sp. F es similar a *Skinnerella sonoraensis* (Dunbar, 1939) (Leonardiano) en forma y algunos rasgos internos, sólo que ésta es más grande, ligeramente más ancha y sin frenoteca. *S. diabloensis* (Dunbar & Skinner, 1937) (Leonardiano) de Texas es más grande y más ancha, con los depósitos secundarios más densos y sin frenoteca.

**Ocurrencia:** Sólo un espécimen regularmente preservado se encontró en packstones de la localidad Santa Teresa 2 centro oeste de Sonora, asociada a *Toriyamaia* cf *T. americana*, *Cuniculinella* sp. B, *Parafusulina* sp. J, *P.* sp. K y *P.* sp. L. Uni-Son 264.

**Edad:** *Skinnerella*, es comúnmente reportado en rocas del Leonardiano (Skinner, 1971; Ross, 1995; Vachard & Fourcade, 1997).

#### Skinnerella sp. G

(Lám. IX, Fig. 1)

**Descripción:** Concha moderadamente grande, ancha, fusiforme, con las pendientes laterales pronunciadas y extremos puntiagudos y una pequeña constricción en la parte media de la concha. Un ejemplar midió 10.5 mm de longitud y 3.3 mm de diámetro en 8 vueltas. Debido a la preservación no se observó el prolóculo. Las vueltas iniciales muy cerradas, aumentando ligera y gradualmente en tamaño con la porción media hundida.

La espiroteca delgada en la mayor parte de las vueltas, con un rango de 0.015 a 0.060 mm de espesor. El plegamiento de los septa es intenso hacia los extremos, pero espaciado hacia las áreas del túnel. Los depósitos secundarios notablemente densos, de forma triangular, cubriendo y revistiendo la mayor parte de los septa, sin incluir la porción media de la concha.

**Discusión:** Esta especie es semejante a Skinnerella biconica (Skinner, 1971) (Leonardiano) de Texas, sólo que esta muestra el contorno de la concha es más irregular, con los depósitos secundarios menos densos. También es muy similar a Schwagerina laudoni Skinner & Wilde 1965 (Wolfcampiano) de California, pero es ligeramente más pequeña y más angosta, que el espécimen descrito en ésta colección. Los paratipos de Parafusulina (?) (Skinnerella) megagrandis Ross, 1978, (Leonardiano) de Canadá, son muy similares a la especie descrita en forma y estructuras internas, sólo que es más grande.

**Ocurrencia:** Sólo un ejemplar de Skinnerella sp. G fué encontrado en grainstones de la localidad Yaqui H parte media de la sección Cerro Prieto, asociada a S sp. A, S sp. B y S sp. C. Uni-Son 255.

**Edad:** Leonardiano Inferior y Medio.

Género Parafusulina Dunbar & Skinner, 1931

Especie tipo: Parafusulina wordensis Dunbar & Skinner, 1931. Montañas Glass, Texas.

Parafusulina antimonioensis Dunbar, 1953

(Figs. 10a y b. Lám. XV, Figs. 1-3 )

**Descripción: Forma megalosférica:** concha grande elongada con los extremos subredondeados; con una longitud de 9.8 a 27 mm y 3.4 mm de diámetro en 8 a 9 vueltas. Prolóculo grande, midiendo 600 micras de diámetro externo. La espiroteca moderadamente gruesa, con un rango de 0.020 a 0.070 mm de espesor. El plegamiento de los septa es intenso pero regularmente distribuidos en toda la concha. Los septa generalmente se presentan cortos y subredondeados. Cunicula bien desarrollado. Túnel angosto. Depósitos secundarios intensos, principalmente a lo largo del eje medio de la concha y revistiendo algunos septa.

**Forma microférica:** Concha grande. con un diámetro de 6 mm y una longitud de 9 mm en 14 vueltas. Aunque es un ejemplar incompleto y el prolóculo no se observa, es posible describir las vueltas con los septa pequeños y numerosos, y los cunicula bien

desarrollados, excepto en las primeras vueltas. Espiroteca gruesa, finamente alveolar. No se presenta túnel. Depósitos secundarios revisten la mayor parte de los septa y el prolóculo.

**Discusión:** En los ejemplares observados en ésta colección las formas macrosféricas están representados por conchas muy elongadas con menor número de vueltas y septa más altos en las últimas vueltas; en contraste, las formas microséricas son de diámetro más amplio, mayor número de vueltas y con septa cortos en todas las vueltas.

En general, de los ejemplares colectados, sólo uno representa la forma macrosférica correspondiente a un individuo maduro, similar a los originalmente descritos por Dunbar (1953) en El Antimonio de Caborca, (Fig. 10 A), el resto de la colección son los mismos, pero de menor tamaño (Lám XV, figs. 1-3).

Parafusulina antimonioensis, ha sido descrita en la Formación Misión Argillita en Washington, noroeste de Norteamérica (Mills & Davis, 1962) y en la Formación Word en las Montañas Glass al oeste de Texas (Ross, 1963); sin embargo Stevens (1965) indica que las rocas de El Antimonio en Sonora no son similares a las de California de la Formación Calizas McCloud, donde también se describen fusulínidos gigantes, depositados en arcos volcánicos. En Sonora la depositación corresponde más bien a márgenes continentales en calizas clásticas, con presencia de cuarzo.

**Ocurrencia:** Sólo se encontró un ejemplar completo correspondiente a la forma macrosférica, y en cortes transversales y longitudinales bien preservados y escasos cortes de formas microséricas mal preservados, en calizas bioclásticas, en la base de El Cerro El Molino, localidad A2, frente a la llamada Casa Moreno. Uni-Son 343-346.

**Edad:** De acuerdo al tamaño y características en general los especímenes colectados de Parafusulina antimonioensis corresponden a la misma especie descritos por Dunbar (1953) del Pérmico Medio (Guadalupiano) El enorme tamaño y el extremo dimorfismo hacen que se confirme su edad.

Parafusulina cf. P. durhami

(Lám. II, figs. 5 y 6)

**Descripción:** Concha grande, gruesa, fusiforme, con las pendientes laterales ligeramente convexas en 7 a 8 vueltas, con una longitud de 12.6 a 14.1 mm y 3.3 a 3.5 mm de diámetro. Prolóculo esférico, de paredes delgadas, el cuál mide 320 micras de diámetro externo rodeado de diminutos comata. Primeras vueltas con enrollamiento abierto, posteriormente aumentan gradualmente en tamaño, con los extremos subredondeados a puntiagudos. Espiroteca formada por un tectum y una kerioteca finamente alveolar. La pared de las vueltas con un espesor que varía de 0.010 micras en la primera a 0.080 micras en la última. Intenso plegamiento de los septa cortos y redondeados, formando camarillas hacia el eje central y polos de la concha. Diminutos comata rodean el prolóculo. Frenoteca presente. Tunel angosto e irregular. Ligeros depósitos secundarios irregularmente distribuídos a lo largo del plano medio de la concha.

**Discusión:** Esta especie está estrechamente relacionada con P. durhami Thompson & Miller 1949, de Sudamérica y Texas (Ross, 1962) (Leonardiano) en tamaño y forma en general asi como tipo de plegamiento, sólo que muestra los depósitos secundarios más densos, sin frenoteca y comata. P. skinneri Dunbar, 1939 (Leonardiano) en la forma y tamaño, pero ésta presenta depósitos secundarios más densos y las vueltas internas ligeramente subcilíndricas. P. sapperi (Staff) de Guatemala (Dunbar, 1939), (Pérmico Medio) muestra el prolóculo más grande y depósitos secundarios más densos. P. (Skinnerella) amoena Skinner, 1971 (Leonardiano) de Texas, también muestra un prolóculo más grande y menor número de vueltas. P. (S.) magna Skinner, 1971, es considerablemente más grande, septos más altos y depósitos axiales más densos.

**Ocurrencia:** Sólo algunos especímenes parcialmente silicificados se encontraron en calizas parcialmente recristalizadas en la localidad CO3, de Cobachi cerca de la cima de la sección, asociada a P. sp. A y P. cf. P. multisepta. Hipotipo: Uni-Son 191. Uni-Son 190.

**Edad:** De acuerdo a las similitudes con especies que se compararon, la especie P. cf. P. durhami pertenece al Leonardiano (Thompson & Miller, 1949; Ross, 1962)

Parafusulina cf. P. multisepta

(Lám. III, figs. 1-3; Lám. X, fig. 4)

**Descripción:** Concha mediana de forma toscamente fusiforme y contorno ligeramente irregular, con una constricción en la parte media de la concha y con pendientes laterales ligeramente concavas y polos subredondeados en 9 vueltas; con una longitud de 9.9 a 10.5 mm y 3.5 a 3.9 mm de ancho. El prolóculo mide de 160 a 220 micras de diámetro con comata. Las primeras vueltas son elípticas, posteriormente, muestran el perfil irregular típico de ésta especie. La espiroteca gruesa con rangos de 0.010 micras en la primera vuelta a 0.100 micras en la última, con una querioteca fuertemente alveolar. Los septa están fuertemente plegados e irregularmente distribuidos con septa altos y cortos, formando camarillas hacia los polos de la concha. Algunos especímenes muestran frenoteca, pero no es muy notable. Cuniculi bien desarrollado. Tunel amplio pero irregular. Depósitos secundarios se depositan en las primeras vueltas, a lo largo del plano medio de la concha e irregularmente distribuidos.

**Discusión:** Los especímenes de ésta colección son similares a Parafusulina multisepta Magginetti, et al 1988, (Leonardiano) de California, en tamaño y rasgos generales, sólo difieren en que ésta no muestra frenoteca.

**Ocurrencia:** Los especímenes se encontraron con cierta abundancia y ligeramente silicificados en calizas parcialmente silicificadas en la localidad CO3 de Cobachi, asociada a P. cf. P. durhami, y P. sp. A. Uni-Son 192, 193, 194. También se encontraron ejemplares bien preservados en la Sierra Martínez en biomicritas, hacia la parte media de la sección, localidad SM5, asociados a P. sp. M. Uni-Son 267. Hipotipo: Uni-Son 192.

**Edad:** La especie descrita se asignó como Leonardiana en edad, ya que se comparó con una especie similar descrita en sedimentos de la misma edad (Magginetti et al, 1988).

Parafusulina sp. A

(Lám. II, Figs. 1-4)

**Descripción:** Concha de tamaño medio, alargada, subcilíndrica, de 7 a 8 vueltas, con una longitud de 10.4 a 13.2 mm y 2.2 a 2.5 mm de diámetro y extremos ligeramente puntiagudos. Prolóculo pequeño, esférico midiendo de 200 a 300 micras de diámetro y rodeado por diminutos comata. Primeras vueltas más bien cerradas, fusiformes, después el enrollamiento es gradual y más abierto, extendiéndose hacia los extremos. La pared varia de .010 mm en la primera a .080 mm en grosor en la última vuelta. Septos intensamente plegados y la mayoría subredondeados, formando camarillas cerca de los polos. Túnel bajo y amplio, pero irregular. Rellenos axiales irregularmente presentes a lo largo del plano medio de la concha.

**Discusión:** La especie arriba descrita se compara en la forma y algunos rasgos internos con Parafusulina nosonensis Thompson & Wheeler 1946 (Guadalupiano) de California, pero ésta es más grande, el prolóculos de mayor tamaño y sin comata. P. sp. A Maggini, et al 1988, (Leonardiano) de California es considerablemente más grande. Parafusulina guatemalaensis Dunbar, 1939, (Pérmico Medio) de Centroamérica es ligeramente más pequeña, es más ancha y muestra rellenos axiales más intensos, sin comata y frenoteca.

**Ocurrencia:** Los especímenes considerados como P. sp. A se encontraron abundantes y parcialmente silicificados, pero bien preservados en calizas ligeramente silicificadas en la localidad CO3, asociadas a P. cf. durhami y P. cf. multisepta. Hipotipo: Uni-Son 183. Uni-Son 184-186.

**Edad:** De acuerdo a la asociación faunística, la especie descrita se consideró como del Leonardiano.

Parafusulina sp.B

(Lám III, figs. 4 y 5)

**Descripción:** Concha grande, cilíndrica de contorno irregular con una constricción en la parte media y polos toscamente redondeados. Dos especímenes incompletos miden de 9.2 a 10.4 mm de longitud y 3.4 a 3.9 mm de diámetro en 7 a 8 vueltas. Prolóculo pequeño, regularmente preservado con 110 micras de diámetro, aproximadamente. El enrollamiento de las vueltas en general es abierto, aumentando gradualmente de tamaño y altura uniforme; septa fuertemente plegados, a veces altos pero principalmente cortos y redondeados, excepto en las áreas centrales de la concha, donde se observa un túnel amplio. La espiroteca es delgada en las primeras vueltas y se engrosa en las últimas con un rango de 0.010 a 0.080 mm. Depósitos secundarios irregularmente distribuidos a lo largo del plano medio de la concha, a veces revisten algunos septa.

**Discusión:** La especie arriba descrita está incompleta; sin embargo es posible compararla con Parafusulina skinneri Dunbar, 1939a (Leonardiano) del noroeste de Sonora, pero ésta muestra el túnel más angosto y el plegamiento septal más alto.

**Ocurrencia:** Se encontraron sólo dos especímenes fragmentados, de Parafusulina sp B en calizas recristalizadas y parcialmente silicificadas en la localidad CO2 en Cobachi, asociada a P. sp. C. Hipotipo: Uni-Son 196. Uni-Son 197.

**Edad:** De acuerdo con la similitud a la especie comparada y conjunto faunístico P. sp. B corresponde al Leonardiano.

Parafusulina sp. C

(Lám. III, Fig. 6)

**Descripción:** Concha pequeña, fusiforme y elongada, con los polos toscamente redondeados, con una longitud de 9.9 mm y 2.2 mm de diámetro en 8 vueltas. Prolóculo pequeño, de pared delgada, midiendo 120 micras de diámetro externo. Las primeras vueltas son cerradas y elongadas para posteriormente aumentar gradualmente en altura y tamaño con los extremos ligeramente puntiagudos. Espiroteca delgada en las primeras vueltas con

un ligero engrosamiento en la última vuelta, con un rancho de 0.010 a 0.060 mm de espesor. Intenso plegamiento de los septa, los cuáles son cortos y subredondeados. Túnel amplio y ligeramente irregular. Depósitos secundarios revisten las primeras vueltas y a lo largo del plano medio, irregularmente distribuidos.

**Discusión:** Esta especie es semejante a la Parafusulina sp. A, de ésta colección, en la forma y rasgos generales, pero ésta es más grande con los pliegues septales más altos y con frenoteca. P. sp. A Magginetti et al, 1988 (Leonardiano) de California, es más grande en tamaño y muestra el prolóculo más grande.

**Ocurrencia:** Sólo un espécimen bien preservado, ligeramente silicificado se encontró en calizas recristalizadas y parcialmente silicificadas en la localidad CO2 de la sección de Cobachi, asociado a Parafusulina sp. B. Uni-Son 198.

**Edad:** De acuerdo con las especies comparadas y conjunto faunístico, P. sp. C es similar a especies de edad Leonardiana (Magginetti, 1988).

#### Parafusulina sp. D

(Lám. IV, Fig. 3)

**Descripción:** Concha mediana, gruesa, fusiforme con las pendientes laterales ligeramente cóncavas, una constricción en la parte media y extremos subredondeados, un sólo espécimen con una longitud de 11.1 mm y 3.9 mm de diámetro. Prolóculo de pared gruesa mide 420 micras de diámetro externo, sin comata. Espiroteca delgada en las primeras vueltas, se engrusa en las últimas, con un rango que varía de 0.015 a 0.120 mm de espesor. El plegamiento septal es intenso formando camarillas en los extremos, excepto en las áreas del túnel, donde los septa están más bien espaciados. La mayor parte de los septa son cortos y redondeados, algunos son tubulares. Depósitos secundarios irregularmente distribuidos en las vueltas iniciales y engrosando algunos septa. Frenoteca presente, pero no es muy notable.

**Discusión:** Esta especie es similar a Skinnerella sp. C de la localidad Yaqui H, de ésta colección (Lám. VII, fig. 6), pero ésta última es más grande con los depósitos secundario más densos y cubriendo más vueltas.

**Ocurrencia:** Sólo un espécimen bien preservado se encontró en packstones en la localidad Yaqui G, casi parte media de la sección asociada a Skinnerella sp. E. Uni-Son 201.

**Edad:** Las características de la especie descrita, incluyendo forma y tamaño, así como estructuras internas indican que ésta especie pertenece al Género Parafusulina, el cuál se encuentra asociado a Skinnerella que indican Leonardiano en edad.

#### Parafusulina sp. E

(Lám. IV, Figs. 5 y 6)

**Descripción:** Concha moderadamente grande, elongada, subcilíndrica con los extremos toscamente puntiagudos, con una longitud de 11.4 mm y 3.1 mm de diámetro en 7 vueltas. Prolóculo grande, de pared delgada, mide 370 micras, rodeado por diminutos comata. Enrollamiento inicial ligeramente abierto, posteriormente se presenta un crecimiento gradual, ligeramente irregular hacia los extremos de la concha. La espiroteca es delgada en las primeras vueltas engrosándose en las últimas vueltas con un rangode 0.010 a 0.070 mm de espesor. El plegamiento septal es intenso, formando camarillas hacia los extremos; pero los septos son más bien espaciados, cortos y subredondeados hacia las porciones medias de la concha. Túnel amplio y regular. Depósitos secundarios ligeros. pero irregularmente distribuídos en toda la concha. Frenoteca presente, pero no es muy notable.

**Discusión:** Sólo un espécimen bien preservado se encontró en ésta colección, el cuál está relacionado con Parafusulina leonardensis Ross, 1962 (Leonardiano) en Texas y California (Magginetti et al, 1988), en algunos rasgos internos y forma en general; sin embargo ésta especie es más grande y ancha. Skinnerella amoena Skinner, 1971 de Texas, también es más grande y de mayor diámetro, con plegamiento septal más intenso.

**Ocurrencia:** Sólo un espécimen completo y bien preservado de Parafusulina sp. E se encontró en packstones de la localidad Yaqui C de Cerro Prieto, asociado a P. sp. F. Uni-Son 203.

**Edad:** P. sp. E se consideró estrechamente relacionada a una especie representativa del Leonardiano de Texas y California (Ross, 1962).

Parafusulina sp. F

(Lám. IV, Figs. 7-10; Lám. IX, Figs. 2-8)

**Descripción:** Concha pequeña, fusiforme, con pendientes laterales ligeras y los polos toscamente punteados con una longitud de 6.10 a 8.4 mm y 2.1 a 3.2 mm de diámetro en 7 a 8 vueltas. Prolóculo de pared delgada, con un diámetro externo de 110 a 340 micras, rodeado de diminutos comata. Las vueltas internas de forma elíptica muestran un enrollamiento suelto y un crecimiento uniforme y gradual. La espiroteca es delgada en la primera vuelta, con un rango de 0.020 mm a 0.120 mm en la última. El plegamiento de los septa es intenso, pero espaciado, principalmente en la porción media de la concha. En general los septa son altos y cortos distribuidos irregularmente. El túnel es angosto e irregular. Frenoteca presente, pero no es común. Depósitos secundarios densos a lo largo del eje medio de la concha y revistiendo la mayor parte de los septa.

**Discusión:** La especie arriba descrita muestra variaciones en el tamaño del prolóculo, debido a: 1) que se presenta en cuatro localidades diferentes de la misma área, 2) debido a diferentes estados de madurez y preservación. Sin embargo, los especímenes incluidos como Parafusulina sp. F mostraron características internas y forma general de la concha muy similares, por lo que se consideraron dentro de la misma especie, la cuál se comparó con P. brooksensis Ross, 1960, (Leonardiano) de Texas, pero ésta es más angosta y con menor número de vueltas.

**Ocurrencia:** La especie descrita se presentó con cierta abundancia en calizas recristalizadas, ligeramente silicificadas incluyendo encrinitas, packstones y grainstones de las localidades: Cantera 1, Yaqui C y Yaqui M en Cerro Prieto y en Sierra Santa Teresa 2. Hipotipo: Uni-Son 208. Uni-Son 205-207; Uni-Son 256-262.

**Edad:** Parafusulina sp. F se comparó con una especie representativa del Leonardiano (Ross, 1960).

Parafusulina sp. G

(Lám. V, Figs. 1-6)

**Descripción:** Concha grande, fusiforme con la pendiente lateral convexa, a veces irregular, extremos subredondeados, con una longitud de 11.2 a 14.2 mm y 3.5 a 4.2 mm de diámetro en 7 1/2 vueltas. Prolóculo de pared gruesa, mide de 320 a 480 micras, rodeado de diminutos comata. Las vueltas internas abiertas, aumentando gradualmente en tamaño con una altura uniforme. La espiroteca varía de 0.020 mm en las primeras vueltas a 0.120 mm en las últimas, con una querioteca toscamente alveolar. Septa intensamente plegados, siendo la mayoría cortos y anchos, a veces espaciados, principalmente en las áreas del túnel, pero formando camarillas en las regiones polares. Depósitos secundarios en la región media irregularmente distribuidos. Frenoteca incipiente. Cunicula bien desarrollado en las últimas vueltas.

**Discusión:** Especímenes de Parafusulina sp. G se compararon con P. (Skinnerella) speciosa Skinner, 1971 (Leonardiano) de Texas, pero es considerablemente grande, con mayor número de vueltas y frenoteca bien desarrollada. P. sapperi (Staff) (Wolfcampiano) de Centroamérica (Dunbar, 1939) es considerablemente más grande y gruesa y sin comata.

**Ocurrencia:** Sólo algunos especímenes regularmente preservados se encontraron en calizas parcialmente recristalizadas (packstone) cerca de la parte media de la sección, en la localidad Yaqui D, en Cerro Prieto, asociada a Parafusulina sp. H. Hipotipo: Uni-Son 211. Uni-Son 212-216.

**Edad:** Aunque el alcance del Género Parafusulina, es del Leonardiano al Guadalupiano, se considera que la especie con formas macrosféricas y microséricas de tamaño moderado, (menores de 18 o 20mm de largo) pertenecen al Leonardiano, ya que formas más bien grandes o gigantes (mayores de 18 mm) pertenecen a Guadalupiano (Skinner, 1971). La especie arriba descrita se consideró como perteneciente al Género Parafusulina en base a las características generales de forma, tamaño y estructuras internas (presencia de cuniculi), por lo se le asignó perteneciente a rocas del Leonardiano (Dunbar & Skinner, 1937; Skinner, 1971).

Parafusulina sp. H

(Lám. V, Figs. 7-10)

**Descripción:** Concha mediana, elongada a subcilíndrica, con los extremos subredondeados, con una longitud de 9.2 a 12.3 mm y 3.0 mm de diámetro en 6 o 7 vueltas. Prolóculo pequeño con un rango de 210 a 260 micras. Las vueltas iniciales de forma elíptica, aumentando de tamaño de manera uniforme, con los extremos ligeramente puntiagudos. El plegamiento de los septa es intenso, pero espaciado en las áreas medias de la concha, pero formando camarillas en los extremos. Espiroteca varía de 0.010 en las primeras vueltas a 0.100 mm en la última. Túnel amplio, pero irregular. Cuniculli presente en la parte central. Depósitos secundarios a lo largo del eje de la concha irregularmente distribuidos y cubriendo la cima de los septa.

**Discusión:** Esta especie es similar a Parafusulina skinneri Dunbar, 1939 (Leonardiano) del noreste de Sonora, sólo ésta es ligeramente más grande y gruesa con el prolóculo más grande.

**Ocurrencia:** Sólo dos especímenes bien preservados se encontraron en calizas parcialmente recristalizadas (packstone) en la localidad Yaqui D de Cerro Prieto, asociada a P. sp. G. Hipotipo: Uni-Son 220. Uni-Son 217-219.

**Edad:** La similitud con una especie de edad Leonardiana (Dunbar, 1939) permite suponer que P. sp. H pertenece a tal edad.

Parafusulina sp. I

(Lám. VIII, fig. 1)

**Descripción:** Concha moderadamente grande, fusiforme con pendientes laterales ligeras y extremos subredondeados, con una longitud de 12.5 mm y 2.8 mm de diámetro en 7 vueltas. Prolóculos grande de pared delgada, mide 420 micras, rodeado de diminutos comata. El desarrollo de las vueltas iniciales ligeramente cerrado, para posteriormente hacerse gradual y uniforme con los polos puntiagudos. La espiroteca medianamente gruesa con un rango de 0.040 a 0.080 mm de espesor en la primera y última vuelta. Plegamiento de

los septa es intenso irregularmente distribuido con formas variables: cortos y redondeados, rectangulares y espaciados. Depósitos secundarios medianamente densos, irregularmente distribuidos en toda la concha, a lo largo del eje medio y cubriendo y revistiendo algunos septa. Túnel angosto e irregular.

**Discusión:** Parafusulina sp. I es similar a P. brooksensis Ross, 1960 (Leonardiano) de Texas, sólo que ésta es considerablemente más pequeña y el plegamiento septal más espaciado. P. skinneri Dunbar, 1939 (Leonardiano), del noreste de Sonora, es más grande en tamaño y el prolóculo ligeramente más pequeño. P. kawaii Morikawa, 1967 (Lám. 7, fig. 3), (Pérmico Inferior) de Japón, (Igo, 1967) es ligeramente más ancha y los septa más espaciados.

**Ocurrencia:** Sólo un espécimen bien preservado se encontró en la localidad Yaqui O en calizas crinoidales (grainstone) cerca de la base de la sección el área de Cerro Prieto, asociada a P. sp. J y Cuniculinella sp. A. Uni-Son 239.

**Edad:** La especie arriba descrita se comparó en características generales con especies de edad Leonardiana (Ross, 1960; Dunbar, 1939)

#### Parafusulina sp. J

(Lám. VIII, Figs. 2-5)

**Descripción:** Concha mediana, elongada, subcilíndrica y extremos subredondeados, con una longitud de 8.8 a 11.0 mm y 2.6 a 3.5 mm de diámetro en 7 a 8 vueltas. Prolóculo mide de 210 a 250 micras, rodeado de diminutos comata. El desarrollo de las vueltas iniciales ligeramente cerrado, para posteriormente hacerse uniforme y gradual con una ligera constricción en la parte media y los extremos subredondeados. La espiroteca es medianamente gruesa con un rango de 0.010 a 0.080 mm de espesor en la primera y última vueltas. El plegamiento de los septa es intenso, regularmente distribuido y espaciado en las áreas del túnel. Los septa son cortos y redondeados, rectangulares y espaciados en las últimas vueltas. Depósitos secundarios irregularmente distribuidos, a lo largo del eje medio de la concha, cubriendo y revistiendo septa. Túnel amplio e irregular.

**Discusión:** Se encontraron especímenes maduros e inmaduros, de Parafusulina sp. J, comparables a los paratipos ilustrados por Igo (1967) de P. kawai sotensis del Pérmico de Japón.

**Ocurrencia:** Esta especie se encontró en calizas crinoidales algunas parcialmente recristalizadas y silicificadas incluyendo packstones y grainstones en la base de la sección Cerro Prieto, localidades Yaqui O, Yaqui O2 y Sierra Santa Teresa, 2; asociada a Parafusulina sp. I y Cuniculinella sp. B y Toriyamaia cf. T. americana Hipotipo: Uni-Son 243. Uni-Son 240-242.

**Edad:** Las características generales de morfología y tamaño moderado, permiten sugerir que Parafusulina sp. J pertenece al Leonardiano (Dunbar & Skinner, 1937; Skinner, 1971).

#### Parafusulina sp. K

(Lám. VIII, Fig. 6)

**Descripción:** Concha mediana, subcilíndrica, gruesa, toscamente elongada, con los extremos redondeados y una ligera constricción en las últimas vueltas. Especímenes de 7 vueltas miden 11.1 mm de longitud y 3.8 mm de diámetro. Prolóculo es grande, de pared delgada, mide 410 micras, rodeado de pequeños comata. Espiroteca varia de 0.010 a 0.080 y 0.120 mm de espesor, en la primera y últimas vueltas. La primera vuelta estrechamente cerrada, posteriormente el enrollamiento se hace más abierto y gradual. El plegamiento septal es intenso con septos altos y cortos subredondeados irregularmente distribuidos, pero formando camarillas en los polos. Depósitos secundarios ligeramente densos irregularmente distribuidos a lo largo del eje medio y revistiendo la cima de algunos septa. Sin frenoteca.

**Discusión:** P. sp. K es muy similar a los paratipos de P. kawai Morikawa sotensis Igo, n. subs. 1967 (Lám. 8, fig. 5), del Pérmico de Japón, Formación Sote (Igo, 1967), sólo que ésta es más grande.

**Ocurrencia:** Sólo un espécimen bien preservado, aunque ligeramente fracturado se encontró en calizas ligeramente recristalizadas y silicificadas de la localidad Santa Teresa 2,

asociada a Parafusulina sp. J, Cuniculinella sp. B y Toriyamaia cf. T. americana. Uni-Son 252.

**Edad:** La especie arriba descrita se comparó con ejemplares de Japón del Pérmico Inferior, pertenecientes a la Zona de Parafusulina (Leonardiano) (Igo, 1967).

Parafusulina sp. L

(Lám. X, Figs. 2 y 3)

**Descripción:** Concha mediana, fusiforme con los extremos toscamente punteados con una longitud de 11.5 mm y 2.3 mm de diámetro en 6 vueltas. Un espécimen fragmentado mide 6.6 mm de largo. El prolóculo de pared delgada mide 180 micras, rodeado de pequeños comata. El enrollamiento en general es abierto con un crecimiento gradual y uniforme de las vueltas. La espiroteca es delgada en las primeras vueltas, engrosándose en las últimas, con un espesor con rangos de 0.010 a 0.140 mm de espesor.

El plegamiento de los septa es intenso pero se traslapa en los polos, formando camarillas. La mayor parte de los septa son cortos y angostos en las primeras vueltas, pero se alargan y se engrosan en las últimas vueltas. Depósitos secundarios densos e irregularmente distribuidos a lo largo del eje medio de la concha. Un ejemplar se reviste casi totalmente de éstos depósitos, incluyendo los septa. No se observa frenoteca.

**Discusión:** Sólo se encontraron dos ejemplares, uno completo regularmente preservado y el otro incompleto; sin embargo, se compararon con Parafusulina peruana Roberts, 1949 (Leonardiano) de Perú (Newell et al, 1953), pero ésta es más pequeña. P. guatemalaensis Dunbar, 1939, de Centroamérica (Pérmico Medio), en forma y tamaño, pero el contorno en ésta especie es más irregular y los septa más redondeados. P. nosonensis Thompson & Miller 1946, (Guadalupeño) de California, es considerablemente más grande y ancha.

**Ocurrencia:** Parafusulina sp. L se encontró en calizas de grano fino (Packstone) en la Sierra Santa Teresa 1, asociada a Skinnerella sp. F y P. sp.F. Uni-Son 265-266.

**Edad:** La asociación faunística Parafusulina-Skinnerella, indican Leonardiano para ésta localidad (Skinner, 1971; Ross, 1995; Vachard & Fourcade, 1997).

Parafusulina sp. M

(Lám. X, Figs. 5 y 6)

**Descripción:** Concha moderadamente grande, elongada, de contorno irregular con los extremos toscamente redondeados, con una longitud de 9.4 a 10.7 mm y 2.5 a 3 mm de diámetro en 7 a 9 vueltas. Prolóculo pequeño, difícilmente visible debido a preservación, mide de 80 a 200 micras de diámetro, rodeado de diminutos comata. Enrollamiento inicial de las vueltas ligeramente cerrado para posteriormente presentarse gradual y uniforme, pero de perfil irregular. Espiroteca medianamente gruesa, con un rango de 0.010 a 0.080 mm de espesor en la primera y última vueltas. Plegamiento septal intenso, a lo largo del eje central formando camarillas en los polos, pero espaciado en el área del túnel y última vuelta. Septa muy irregulares cortos, subredondeados y alargados. Cuniculi se observa en sección tangencial. Túnel angosto e irregular. Depósitos secundarios ligeros, irregularmente distribuidos, revisten la mayor parte de los septa.

**Discusión:** Debido a la forma en general y rasgos internos fué difícil comparar ésta especie con otras descritas anteriormente de Parafusulina, ya que la gran mayoría guarda forma más bien fusiforme y los ejemplares de ésta colección muestran forma elongada y subcilíndrica, con el plegamiento septal muy espaciado.

**Ocurrencia:** Se encontraron gran abundancia de especímenes, regularmente preservados en la localidad Sierra Martínez, localidad SM5, asociada a Parafusulina cf. P. multisepta. Uni-Son 268 y 269.

**Edad:** La especie arriba descrita se encuentra asociada con P. cf. P. multisepta (Magginetti et al, 1988), lo que permite sugerir sedimentos del Leonardiano para ésta sección

Genus Schwagerina von Moller, 1887

Especie tipo Borelis princeps Ehrenberg, 1842

Schwagerina sp. A

(Lám. XIV, figs. 10 y 11)

**Descripción:** Concha pequeña, subcilíndrica, y extremos toscamente puntiagudos, con una longitud de 6.3 a 6.9 mm y 2.5 a 3.0 mm de ancho en 6 vueltas más bien abiertas. El prolóculo es de pared delgada, esférico, midiendo de 260 a 280 micras de diámetro, rodeado por pequeños comata. El plegamiento de los septa es espaciado e irregularmente distribuido en toda la concha, aunque hacia los polos tienden a plegarse para formar camarillas. El espesor de la espiroteca varía de 0.010 mm en la primera vuelta a 0.100 mm en la última. Túnel amplio e irregular. Depósitos secundarios irregularmente distribuidos, pero más densos a lo largo del eje medio de la concha.

**Discusión:** La especie arriba descrita está estrechamente relacionada a Schwagerina moorei Skinner & Wilde, 1965, del Wolfcampiano de California sólo que es más pequeña y con depósitos secundarios más densos.

**Ocurrencia:** Esta especie se encuentra abundante y bien preservada en calcarenitas del Cerro Las Rastras localidad R4, asociada a Eoparafusulina sp. B Hipotipo: Uni-Son 341 y 342.

**Edad:** Especies de Schwagerina son más bien comunes en el Wolfcampiano; sin embargo, algunas formas aún persisten en el Pérmico Medio y Superior en Asia y Norte América (Moore, 1964). Es importante mencionar que algunas formas de éste género evolucionaron gradualmente durante el Wolfcampiano Medio y Tardío a Eoparafusulina con el desarrollo de rudimentarios cuniculi (Lám. XIV, Fig. 9) para posteriormente en el Leonardiano Temprano dar lugar a formas más elongadas de Parafusulina con la presencia de cuniculi bien desarrollados (Lám. I, Fig. 3; Lám. V, Fig. 3) (Coogan, 1960).

Schwagerina sp. A se consideró como del Wolfcampiano ya que se encontró asociada a Eoparafusulina sp. B, fauna característica de ésta edad (Skinner & Wilde, 1965).

#### Schwagerina sp. B

(Lám. XIII, Figs. 7 y 8)

**Descripción:** Concha moderadamente grande, fusiforme, contorno ligeramente irregular, extremos subredondeados, el espécimen maduro mide 9.50 mm de longitud y 3.1

mm de diámetro en 4 vueltas. Prolóculo grande, con un diámetro de 400 micras, rodeado de pequeños comata. Enrollamiento de la primera vuelta ligeramente cerrada, para posteriormente abrirse considerablemente en un crecimiento gradual y uniforme. Plegamiento septal intenso en las primeras vueltas formando camarillas hacia los extremos, pero espaciado en las últimas vueltas. Espiroteca delgada en la primera vuelta, con un espesor de 0.040 a 0.100 mm en la última. Frenoteca presente. Túnel amplio, pero irregular. Depósitos secundarios irregularmente distribuidos en las últimas vueltas, y revistiendo algunos septa.

**Discusión:** La especie descrita es similar a Cuniculinella elongata n. sp. Magginetti, et al 1988, del Pérmico (Wolfcampiano) de California en forma y algunos rasgos internos, sólo que ésta presenta cunicula, que es característica del género, además es considerablemente más grande y sin frenoteca, por lo que es posible considerar a los especímenes de Schwagerina sp A como formas transicionales.

**Ocurrencia:** Sólo dos especímenes bien preservados maduro e inmaduro se encontraron en calcarenitas parcialmente recristalizadas de la localidad Rastras R4A. Uni-Son 313 y 314.

**Edad:** Schwagerina sp. B se encuentra estrechamente relacionado con Cuniculinella del Wolfcampiano, (Skinner & Wilde, 1965) lo que permite ubicarla en ésta edad.

Género Cuniculinella Skinner & Wilde, 1965

Especie tipo: Cuniculinella tumida Skinner & Wilde, 1965

Cuniculinella sp. A

(Lám. XI, Figs. 1-7; XII, Figs. 1-10)

**Descripción:** Concha mediana, inflada a subglobular con los extremos extendidos, subredondeados y/o puntiagudos, pendientes laterales convexas y cóncavo-convexas en 6 a 7 vueltas, con una longitud de 5.6 a 9.8 mm y 2.7 a 4.4 mm de diámetro. Prolóculo de pared gruesa, mide de 260 a 380 micras de diámetro externo, rodeado de diminutos comata.

Primeras vueltas de forma fusiforme seguidas por un rápido aumento en la altura de las vueltas. Espiroteca es gruesa con un rango de 0.010 a 0.120 y 0.140 mm de espesor en la primera y últimas vueltas. Querioteca finamente alveolar. El plegamiento de los septa es intenso, principalmente en el eje medio de la concha, formando camarillas en los polos, pero espaciado en las áreas del túnel y últimas vueltas. Los septa son cortos y redondeados, elongados y a veces rectangulares. Cuniculi bien desarrollado en las últimas vueltas. Depósitos secundarios ligeros pero revisten la mayor parte de los septa, principalmente la cima. Frenoteca ligeramente desarrollada. Túnel poco visible.

**Discusión:** Cuniculinella sp. A, es semejante a C. tumida Skinner & Wilde, 1965, de la Formación Caliza McCloud (Wolfcampiano) de California, en la forma general de la concha, tamaño y algunos rasgos internos, pero difiere en que ésta especie muestra las vueltas internas más esféricas, las áreas polares más pequeñas y frenoteca muy bien desarrollada. Schwagerina rotunda Skinner & Wilde, 1965 de la misma área, es más pequeña y las pendientes laterales son más convexas y con ausencia de cuniculi. S. turgida Skinner & Wilde, 1965, también de la misma área, muestra más número de vueltas, más ancha, plegamiento septal más intenso y sin cuniculi. S. corpulenta Skinner & Wilde, 1965 de la misma área, sólo es ligeramente más pequeña, pero más ancha, con plegamiento septal más intenso y sin cuniculi. Chalaroschwagerina vulgasiformis (Morikawa) del Pérmico Inferior de Arabia (Leven, 1977), muestra las pendientes laterales ligeramente más convexas.

Se observaron formas gerónticas (individuos seniles) con una continua expansión del estado final del crecimiento de la concha, y vueltas cíclicas continuas, originando septos y paredes más gruesas así como cámaras septales más angostas (Beede & Kniker, 1924) (Lám. XII, figs. 8 y 10).

**Ocurrencia:** Cuniculinella sp. A fué muy abundante en calizas parcialmente recristalizadas (packstones y grainstones) en la área de Cerro Prieto en las localidades: cantera 1, cantera 2, Yaqui A, Yaqui M, Yaqui O1 y Yaqui O3, asociada a Parafusulina sp. F y P. sp. K Holotipo: Uni-Son 276. Uni-Son 277-296.

**Edad:** Cuniculinella se reporta en sedimentos del Wolfcampiano (Skinner & Wilde, 1965) y especies de Parafusulina moderadamente grandes y depósitos axiales ligeros

sugieren rocas del Leonardiano, (Skinner, 1971), por lo que ésta localidad indica Wolfcampiano-Leonardiano.

Cuniculinella sp. B

(Lám. XIII, Figs. 1-5)

**Descripción:** Concha moderadamente grande, fusiforme, subglobosa, pendientes laterales cóncavo-convexas y con los extremos terminados en una protuberancia, alcanzando una longitud de 8.7 a 11.51 mm y 4.0 a 4.9 mm en diámetro en 8 ó 9 vueltas. Prolóculo esférico, de pared delgada, con un diámetro de 245 a 380 micras, rodeado de pequeños comata. Enrollamiento de las vueltas iniciales elongado, posteriormente se presenta un crecimiento gradual pero elevado en la altura de las mismas y rápido hacia los extremos elongándose con una terminación bulbosa. Espiroteca gruesa, con un rango de 0.020 a 0.140 mm de espesor en la primera y última vueltas, con una querioteca toscamente alveolar. Plegamiento septal intenso principalmente a lo largo del eje medio de la concha, formando camarillas hacia los polos, pero espaciado en la parte media y últimas vueltas. Septos cortos en las vueltas iniciales, elongados y a veces redondeados en las últimas. Depósitos secundarios revisten la mayor parte de los septa y ligeramente a lo largo del eje medio de la concha. Túnel a veces amplio en las últimas vueltas.

**Discusión:** Los paratipos de Cuniculinella sp. B se compararon con ejemplares muy similares en secciones axiales de Chusenella gubleri Stewart, 1963 del Pérmico de Indochina, (Stewart, 1963) en forma y tamaño, sólo que éstos muestran las primeras vueltas muy cerradas y elongadas; el plegamiento septal menos intenso y sin comata. La mayor parte de los géneros de Cuniculinella representados por Skinner & Wilde, 1965 de la Formación Calizas McCloud del Pérmico (Wolfcampiano) de California que se comparan con la especie de ésta colección incluyendo: C. inflata Skinner & Wilde n. gen., n. sp. 1965, C. rotunda Skinner & Wilde, C. turgida Skinner & Wilde, y C. tumida Skinner & Wilde, muestran en general menor número de vueltas y prolóculo más grande.

C. (?) sp. B Magginetti, 1988 es ligeramente más grande, con menor número de vueltas y pendientes laterales convexas.

**Ocurrencia:** Cuniculinella sp. B. se encontró en abundancia y bien preservada, aunque parcialmente silicificada en calizas (packstone) de la localidad Santa Teresa 2, asociada a Toriyamaia cf. T. americana, Skinnerella sp. F, Parafusulina sp. J y P. sp. K. Holotipo: Uni-Son 301. Uni-Son 302-305.

**Edad:** Cuniculinella se reporta sólo en rocas del Wolfcampiano (Skinner & Wilde, 1965); Toriyamaia en el Wolfcampiano-Leonardiano (Stewart, 1966; Ross, 1995) y Parafusulina en el Leonardiano (Skinner, 1971), por lo que ésta localidad indica Wolfcampiano-Leonardiano.

**Tabla IV LISTA DE ESPECIES DESCRITAS EN SONORA Y COMPARADAS  
CON LAS AREAS MENCIONADAS EN EL TEXTO**

No.	Especie	Localidades en Sonora						Otras areas								
		El Antimonio Caborca	Sierra Santa Teresa	Cerro Prieto (La Yaqui)	Sierra Martinez	Sierra Rastras	Picacho Colorado	NE de Sonora	NW de Estados Unidos	California	Texas	SE de Mexico	Centro y Sudamerica	Alaska	Japon	Indochina
1.-	<i>Parafusulina antimoniensis</i>	•						•			•					
2.-	<i>Parafusulina</i> cf. <i>P. durhami</i>						•			•		•				
3.-	<i>Parafusulina</i> cf. <i>P. multisepta</i>				•		•		•							
4.-	<i>P. sp. A</i>						•		•			•				
5.-	<i>P. sp. B</i>						•	•								
6.-	<i>P. sp. C</i>						•		•							
7.-	<i>P. sp. D</i>			•												
8.-	<i>P. sp. E</i>			•					•	•						
9.-	<i>P. sp. F</i>		•	•						•						
10.-	<i>P. sp. G</i>			•						•		•				
11.-	<i>P. sp. H</i>			•				•								
12.-	<i>P. sp. I</i>			•				•						•		
13.-	<i>P. sp. J</i>		•	•										•		
14.-	<i>P. sp. K</i>		•	•										•		
15.-	<i>P. sp. L</i>		•						•			•				
16.-	<i>P. sp. M</i>				•											
17.-	<i>Skinnerella cobachiensis</i> n. sp.						•			•	•	•				
18.-	<i>Skinnerella</i> sp. A			•				•								
19.-	<i>S. sp. B</i>			•						•						
20.-	<i>S. sp. C</i>			•				•			•	•				
21.-	<i>S. sp. D</i>			•				•								
22.-	<i>S. sp. E</i>			•						•						
23.-	<i>S. sp. F</i>		•					•		•						
24.-	<i>S. sp. G</i> (McCloud)			•					•	•						•
25.-	<i>Cuniculinella</i> sp. A (McCloud)			•					•							
26.-	<i>C. sp. B</i> (McCloud)		•						•						•	
27.-	<i>Toriyamaia</i> cf. <i>T. americana</i>		•					•		•				•		
28.-	<i>Eoparafusulina</i> cf. <i>E. mendenhalli</i>					•			•	•		•				
29.-	<i>E. sp. A</i> (McCloud)					•			•	•						
30.-	<i>E. sp. B</i> (McCloud)					•			•							
31.-	<i>Schwagerina</i> sp. A (McCloud)					•			•							
32.-	<i>Schwagerina</i> sp. B					•			•							

## DISCUSION

Aunque no se descarta la posibilidad de que los efectos de la Orogenia Antler y la Orogenia Sonoma de la Cordillera hayan sido tectónicamente desplazados hacia el noroeste de México, se somete a discusión ya que por lo menos durante el Pérmico en el Estado de Sonora, desde el punto de vista litológico existen diferencias:

a) Las secuencias de cuenca del alóctono Golconda en el estado de Nevada (secuencia Havallah) presenta lavas toleíticas y sulfuros masivos, que no se observan en los sedimentos del Paleozoico Superior expuestos en el centro de Sonora. Sedimentos de aguas profundas en las secuencias de Cobachi (Noll, 1981), Sierra El Aliso (Bartolini, 1988), Sierra La Flojera (Stewart et al 1990), Sierra Santa Teresa (Stewart et al., 1997) y Cerro Las Rastras (Peiffer, 1987), corresponden más bien a sedimentos silíceos y clásticos de grano fino con intraclastos mal clasificados y fauna retrabajada. Además en los sedimentos de plataforma en Sonora no se reporta influencia de rocas volcánicas, más bien es una depositación carbonatada-detrítica típica de plataformas continentales o límites de plataforma.

b) De acuerdo con los estudios faunísticos y estratigráficos del Pérmico Inferior llevados a cabo en la Formación Caliza McCloud (Skinner & Wilde, 1965) y el Pensilvánico-Pérmico del Grupo Owens Valley en California (Magginetti et al., 1988), las relaciones paleogeográficas de los cambios plataforma-cuenca están bien definidas, sugiriendo una depositación de carbonatos en plataformas inestables adyacentes a cuencas, con influencia de islas de arco volcánicos.

En contraste, los depósitos de cuenca y plataforma en Sonora en general, se presentan comúnmente en contacto por fallas inversas; afectados por intrusivos; o con contactos cubiertos, sugiriendo más bien áreas originalmente separadas y posteriormente yuxtapuestas por falla (Peiffer, 1987; Noll, 1981; Poole 1988; Bartolini, 1988) considerándose a las secuencias de cuenca como entidades alóctonas que fueron transportadas sobre las rocas de plataforma, ya que es común encontrar las rocas de tipo eugeosinclinal plegadas, deformadas y cabalgando sobre las rocas de dominio

miogeosinclinal (Peiffer, 1987; Radelli et al., 1987; Poole 1988). La excepción según Stewart et al (1990) es la Formación Mina-México y la Sierra Santa Teresa (Stewart et al 1997), donde el contacto de éstos dos tipos de depósito es transicional; sin embargo la autora observó en el flanco oeste de la Sierra Santa Teresa el cambio, más bien brusco o por falla (?) de areniscas calcáreas de aguas profundas a calizas con fusulínidos de aguas someras.

De acuerdo con Ross (1967a, 1983, 1995), los géneros Parafusulina, Cuniculinella, y Eoparafusulina (Wolfcampiano-Leonardiano) que pertenecen al Terreno Sonomia de las Montañas Klamath al norte de California, el cuál corresponde a la Provincia biogeográfica McCloud de Norteamérica, también son reportados en éste estudio en las áreas central y oeste-central de Sonora; sin embargo, aunque algunos de los géneros descritos en Sonora son similares a la fauna McCloud descrita en California (Skinner & Wilde, 1965) se encuentran algunas diferencias:

1) En Sonora la fauna se encuentra en calizas de plataforma, o de cerca del límite de plataforma, en contraste, la fauna en California se presenta en calizas con aporte de volcánicos, indicando un desarrollo en arcos insulares (Hannah & Moores, 1986; Miller et al., 1992).

2) de las 32 especies descritas de fusulínidos sólo 6 pertenecen a la provincia McCloud.

3) El hecho de que la mayoría de las especies reportadas en éste trabajo sean nuevas sugiere un endemismo en plataformas carbonatadas principalmente, tal vez un aislamiento local de áreas o mares restringidos.

4) De acuerdo al presente estudio los fusulínidos identificados en el área de Cobachi son comparables no sólo con los de Texas y California, sino también con los de México y Centroamérica, como es el caso de Skinnerella cobachiensis n. sp. similar a la Skinnerella gruperensis (Thompson & Miller, 1944) (Leonardiano Inferior), que se reporta en el Estado de Hidalgo, Chiapas y Guatemala (Brunner, 1984).

La presencia de faunas como Parafusulina sp. I, P. sp. J, P. K, Toriyamaia cf. T. americana (Japón) y Cuniculinella sp. B (Indochina), en la Sierra Santa Teresa centro-oeste de Sonora, fauna considerada como parte del conjunto tethysiano (Ross, 1995),

sugieren también una ligera influencia de bloques ó mares asiáticos hacia los márgenes oeste del Estado.

Por otro lado influencias de mares paleozoicos del oeste de Texas sobre la Cordillera, han sido observadas por Ross (1963), donde fusulínidos de las formaciones Lenox, Neal Ranch y Leonard de las Montañas Glass en Texas, contienen fauna similar al Wolfcampiano, Leonardiano (Pérmico Inferior) y Guadalupiano (Pérmico Medio) de la Formación McCloud al norte de California (Thompson, et al., 1946; Skinner & Wilde, 1965). También, Thomson & McBride (1978) y Noll (1981), sugieren que al concluir el depósito de los sedimentos de eugeosinclinal al suroeste de Texas, la depositación continúa hacia el oeste con sedimentos carbonatados de plataforma en México y hacia el suroeste en Chihuahua y Coahuila y aunque la escasez de afloramientos en ambos estados no permiten reconstruir la posible conexión del cinturón orogénico Ouachita con Sonora (Bridges, 1965) (Figs. 3 y 4), en éste estudio se observó la influencia de fusulínidos de mares del Pérmico de Texas hacia Sonora, en México.

Por otra parte las rocas del Pérmico Medio (Guadalupiano) de la Formación Los Monos en Caborca al noroeste de Sonora, han sido consideradas como una secuencia en controversia por los siguientes motivos:

1o. Los fusulínidos reportados se encuentran en sedimentos más jóvenes que el Leonardiano (Pérmico Inferior), lo cuál es un depósito no común en Sonora, así como también en el centro oeste del Estado en la calera Willard con la presencia de Parafusulina empirensis Sabins & Ross, en rocas de probable edad Guadalupeana (Pérmico Medio) (Pérez, 1992). Sin embargo, rocas de ésta edad no han sido confirmadas en otras áreas en Sonora.

2o. De acuerdo con Ross (1983) Parafusulina antimonioensis de El Antimonio en Sonora es semejante a las especies que se reportan al norte de California y Washington; las cuáles son diferentes a las reportadas en la plataforma cordillerana de Norteamérica. Los fusulínidos descritos en Norteamérica se considera fueron depositados fuera del margen continental paleozoico (Silberling et al 1987) por lo tanto es posible que los sedimentos de El Antimonio también hayan sido depositados en la misma forma.

3o. Peiffer (1987), considera que el Pérmico de Caborca podría pertenecer a una secuencia transicional entre la plataforma carbonatada y talud continental al noreste de Sonora extendiéndose a través de Sonora central.

4o. Stevens (1995), establece posibles relaciones paleogeográficas de fusulínidos gigantes del Pérmico de Norteamérica en dos grupos: a) los terrenos alóctonos de la región cordillerana incluyendo: Sonora, California, Canadá y Alaska, y b) Coahuila y Texas. Aunque Stevens considera que la presencia de Parafusulina antimonioensis en el Estado de Sonora es evidencia de que ésta secuencia es parte de los terrenos alóctonos del oeste de Norteamérica, su probable origen cordillerano es incierto, debido a diferencias litológicas. En las rocas de edad Guadalupeana reportadas en Washington (Mills & Davis, 1962) y en California (Coogan, 1960; Skinner & Wilde, 1965) se encuentran grauvacas y sedimentos de origen volcánico, que no se observan en el área de El Antimonio, en Sonora (Cooper, 1953) (Fig. 2).

5o. De acuerdo con estudios paleomagnéticos llevados a cabo por Molina-Garza y Geissman (1996), en la Sierra El Alamo y El Antimonio, Sonora, indican que el terreno Antimonio fué acrecionado al margen de Norteamérica durante el Jurásico Medio o Tardío.

Vachard (1997b) indica que Parafusulina antimonioensis es similar a P. maclaughlini Skinner & Wilde, 1966 reportada en Kettle Falls, Washington, que forma parte de la cordillera canadiense, sugiriendo que el área alrededor de El Antimonio pertenece también a los terrenos de acreción de la cordillera norteamericana.

Es importante aclarar que algunos de los géneros como: Triticites (Pensilvánico) Pseudofusulinella, Pseudofusulina, Schubertella, Pseudoschwagerina Chalaroschwagerina (Wolfcampiano) y Skinnerina, (Guadalupiano) reportados por otros autores en las mismas áreas de estudio (Noll, 1981; Peiffer 1987), no se encontraron en éste trabajo por los siguientes motivos:

a) La microfauna reportada por autores anteriores (Noll op.cit. y Peiffer op.cit.), se encuentran en límites estratigráficos muy bajos del Pérmico Inferior, donde también reportan Pensilvánico y/o muy altos, como es el caso de Skinnerina (Guadalupiano). En contraste, las áreas estudiadas en éste trabajo corresponden a

sedimentos depositados en los límites del Wolfcampiano-Leonardiano principalmente; además en secciones estratigráficas parciales.

b) Los autores mencionan los géneros, pero ninguno muestra dibujos ó fotografías para así establecer comparaciones de morfología, ya que es posible encontrar fauna con un desarrollo transicional entre diferentes géneros, como ocurre en algunas especies de la Sierra Santa Teresa y Cerro Prieto.

## CONCLUSIONES

Se confirman las influencias paleontológicas del noroeste y este de Norteamérica, incluyendo California y Texas hacia las áreas central y central-oeste de Sonora, con ligeras afinidades asiáticas.

Se describen en la Sierra Santa Teresa, Sierra Martínez, Cerro Las Rastras, Cobachi-Picacho Colorado y El Antimonio, 32 especies, incluyendo la presencia de Parafusulina antimonioensis Dunbar (Guadalupeño) y 27 especies nuevas de fusulínidos de los géneros: Cuniculinella, Eoparafusulina, Schwagerina, Skinnerella y Parafusulina depositados en sedimentos de edad Wolfcampiano Superior y Leonardiano (Pérmico Inferior) (Tabla II).

Sólo fué posible establecer los nombres de las especies a nivel genérico, las cuáles se enumeraron en orden alfabético, ya que no se encontraron similitudes a nivel específico con fauna previamente descrita en otras áreas. La microfauna descrita principalmente en Cerro Prieto, representan especímenes de formas transicionales, desarrolladas probablemente en una área tectónicamente estable y aislada lo que permitió observar en algunas especies su desarrollo ontogenético, (cambios de individuos juveniles a adultos), en la Sierra Santa Teresa y Cerro Las Rastras (Lám. XIII); así como la presencia de formas gerónticas (individuos seniles), (localidad Yaqui A, Lám. XII).

En éste estudio, el límite del Wolfcampiano-Leonardiano se determinó en base a la presencia de Eoparafusulina, Schwagerina, Skinnerella y Parafusulina principalmente. No fué posible determinar el cambio gradual o brusco de éstas edades en las secciones estudiadas, debido a problemas estructurales y al plegamiento de las capas, principalmente en Cerro Prieto y Sierra Santa Teresa. Las secciones del área Las Rastras, Sierra Martínez y Cobachi, corresponden a secciones medidas parciales.

La presencia en Cerro Prieto de Cuniculinella sp. A (Láms. XI y XII) y Parafusulina sp. F (Lám. IV) en la cima y base de la secuencia en el camino de terracería, así como la presencia de Skinnerella sp. D (Lám. IV, figs. 1 y 2) en la parte superior de la misma área semejante a la S sp. A (Lám. VI, Figs. 1-8) en la parte media y base de la sección confirman el fuerte plegamiento de ésta área. (Figs. 11 y 12 B).

La presencia en éstas áreas con fauna similar del Norte, Centro y Sudamérica, así como especies con afinidades euroasiáticas principalmente en la Sierra Santa Teresa implica:

1) que rocas de origen alóctono se acrecionaron al oeste de la Cordillera incluyendo el Estado de Sonora a partir de terrenos de diferente origen con ligeras afinidades eurasiático y Gondwaniano.

2) una probable comunicación marina, durante el Pérmico a través de la Pangea, permitió una ligera influencia de mares tethysianos a través de corrientes marinas en aguas cálidas y templadas.

3) La mayor parte de las especies descritas en este estudio, incluyen los géneros Skinnerella y Parafusulina (cosmopolita) en el área de Cerro Prieto, centro-oeste de Sonora, las cuáles muestran similitudes en características morfológicas con especies ya descritas en otra áreas continentales o intercontinentales; sin embargo se observan diferencias, a veces muy sutiles en forma y estructuras internas de la concha, incluyendo: intensidad del plegamiento de los septos, forma e intensidad de los depósitos secundarios y tamaño del prolóculo; que permiten identificar a estas formas como especies diferentes, desarrollando un cierto endemismo, sugiriendo que en las áreas de estudio existió un aislamiento local de plataformas carbonatadas, debido a la presencia de barreras físicas incluyendo cambios ligeros en temperatura y nutrientes, aunado a una probable estabilidad tectónica.

## BIBLIOGRAFIA

- Adams, J. 1939, Standar Permian section of North America: American. Association  
- Petroleum Geologists Bulletin, v.23, p.1673-1681.
- Alvarez, M., 1949, Notas sobre el Paleozoico Mexicano: Asociación Mexicana Geólogos  
Petroleros, Boletín, vol. 1, p.47-56.
- Anderson, T., and Silver, L., 1979, The role of the Mohave-Sonora megashear in the  
tectonic evolution of northern Sonora *in*: Anderson, T. and Roldán, J. (eds.)  
Geology of northern Sonora: Guidebook-Field Trip no. 27: Geological Society of  
America Annual Meeting in San Diego, p. 59-68.
- Armin, R., 1987, Sedimentology and tectonic significance of Wolfcampian (Lower  
Permian) conglomerates in the Pedragosa Basin: Southeastern Arizona,  
southwestern New Mexico and northern Mexico: Geological Society of America  
Bulletin, v. 99, p. 42-65.
- Bartolini, C., 1988 Regional structure and Stratigraphy of the Sierra El Aliso, central  
Sonora, Mexico: M.S. thesis, University of Arizona, 189 p.
- Beede, J. and Kniker, H. 1924, Species of the Genus Schwagerina, and their stratigraphic  
significance: University of Texas Bulletin, no. 2433, 96 p.
- Böse, E. 1917, The Permo-Carboniferous ammonoids of the Glass Mountains and their  
stratigraphic significance: Texas University. Bulletin 1762, 241 p.
- Bridges, L., 1965, Estudios geológicos en el Estado de Chihuahua parte 1: Geología del  
área de Plomosas, Chihuahua: parte 2: Notas sobre la Geología de la región de  
Placer de Guadalupe y Plomosas, Chihuahua, Bol. 74, Instituto de Geología,  
UNAM, 115 p.
- Brueckner, H. and Snyder, W. 1985, Structure of the Havallah sequence, Golconda  
allochthon, Nevada: Evidence for prolonged evolution in an accretionary prism:  
Geol. Soc. of Amer. Bull., v. 96, p. 1113-1130.
- Brunner, P., 1984, Catálogo de Microfósiles índice del Paleozoico, Jurásico Superior-  
Cretácico y Microfacies del Paleozoico en México Parte I Fusulinacea, Instituto  
Mexicano del Petróleo Subdirección General de Exploración y Explotación.
- Coney, P., Jones, D. and Monger, J. 1980, Cordilleran suspect terranes: reprinted from  
Nature, v. 288, no. 5789, p. 329-333.
- Coogan, A., 1960, Stratigraphy and Paleontology of the Permian Nosoni and Dekkas  
Formation (Bollibokka Group, California University Publications in Geological  
Sciences, v. 36 (5), p. 243-316.
- Cooper, G.A., and Arellano, A.R., 1946, "Stratigraphy near Caborca, Northwest Sonora,  
Mexico", Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., v. 30, No. 4, p.606-619.
- Cooper, A., Dunbar, C., Duncan, H., Miller, A. and Knight, J., 1953: Stratigraphy and  
Faunal zones *in*: Permian Fauna at El Antimonio, Western, Sonora, Mexico:  
Smithsonian Miscell. Coll., v. 119, no. 2, p. 1-13.
- Demirmen, R. and Harbaugh, J., 1965, Petrography and origin of Permian McCloud  
Limestone of northern California, Jour. of Sedimentary Petrography, v. 35, no. 1, p.  
136-154.
- Dickinson, W. 1981: Plate tectonic evolution of the southern Cordillera: Geological Society  
Digest v. 14, p. 113-135.

- Dickinson, W., 1977: Paleozoic Plate tectonics and the evolution of the Cordilleran continental margin *in*: Stevens, C. and Fritsche, S. (eds.), Paleozoic Paleogeography of the western United States, Pacific Coast Paleogeography Symposium I: Los Angeles, California, Pacific Section, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, p. 137-153.
- Douglas, R., 1977, The Development of Fusulinid Biostratigraphy *in*: Kauffman, E (ed) Concepts and Methods of Biostratigraphy, Stroudsburg, p. 463-481.
- Dumble, E. 1900, Notes on the geology of Sonora, Mexico: American Institute of Mining Engineers Transactions, v.29, p. 122-152.
- Dunbar, C. and Condra, G., 1927, The Fusulinidae of the Pennsylvanian System in Nebraska: Nebraska Geological Survey, Bulletin II, 2nd Series, 135 p.
- Dunbar, C. and Skinner, J., 1936, Schwagerina versus Pseudoschwagerina and Paraschwagerina Journal of Paleontology, vol. 10 no. 2, p.83-91.
- Dunbar, C. and Skinner, J. 1937, Permian Fusulinidae of Texas *in*: The Geology of Texas, vol. III, Part 2: The University of Texas Bulletin No. 3701, p. 518-825.
- Dunbar, C. 1939a, Permian fusulinids from Sonora: Geological Society from Sonora Bull. v. 50, p. 1745-1760.
- Dunbar, C., 1939b, Permian fusulines from Central America: Journal of Paleontology, v. 13, no. 3, p. 344-348.
- Dunbar, C. 1953, A Giant Permian fusuline from Sonora *in*: " Permian Fauna at El Antimonio, western Sonora, Mexico, Smithsonian Miscell. Coll. v. 119, No. 2, p. 14-19.
- Dunham, J. 1962, Classification of Carbonate rocks according to depositional texture, *in*: Ham, W. E. (ed.), Classification of Carbonate Rocks A Symposium: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Memoir 1. p.108-121.
- Ellis, B. and A. Messina, 1940, Catalogue of Foraminifera: American Museum Natural History y suplementos posteriores a 1940.
- Flawn, P., Goldstein, A., King, P. and Weaver, C., 1961, The Ouachita System: The University of Texas, Publ. 6120, 401 p.
- Flügel, E., 1982, Microfacies Analysis of Limestones, Translated by Christenson, K, Springer-Verlag, 633 p.
- Folk, R. 1974, Petrology of Sedimentary Rocks: Austin, Texas, Hemphill, Publ. Co., 182 p.
- Fries, C., 1962, Reseña de la Geología del Estado de Sonora con énfasis en el Paleozoico, Boletín Asociación Mexicana Geólogos Petroleros v. 14, nos. 11-12, p. 257-273.
- Gastil, G., Miller, R., Anderson, P., Crocker, J., Campbell, P., Lothringer, C., Leier-Engelhardt, P., De Lattre, M. and Hobbs, J., 1991, The relation between the Paleozoic strata and opposite sides of the Gulf of California: Geological Society of America. Spec. Paper 254, p. 7-17.
- Gastil, G., 1993, Prebatholithic history of Peninsular California, Geol Soc. of Amer. Spec. Paper 279, p. 145-156.
- Gobbett, D. 1973, Permian Fusulinacea, Atlas of Paleogeography Hallam, A. (ed.) Elsevier Scientific Publishing Co, p. 151-158.
- González-León, C., 1980, La Formación Antimonio (Triásico-Jurásico Inferior) en la Sierra del Alamo, Sonora: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología Revista, v. 4, p. 13-18.

- González-León, C., 1986, Estratigrafía del Paleozoico de la Sierra El Tule, noreste de Sonora: Univ. Nacional Aut. de México, Revista, Instituto de Geología, v. 6, no. 2, p. 117-135.
- Hannah, J. and Moores, E., 1986, Age relationships and depositional environments of Paleozoic strata, northern Nevada, California, Geol. Soc. Amer. Bull., 97, p. 787-797.
- Hewett, L., 1978, Geology of the Cerro La Zacatera area, Sonora, Mexico: M.S. thesis, Northern Arizona University, Glagstaff, Arizona, 99 p.
- Howell, D., Moore, G. and Willey, T., 1987, Tectonics and Basin Evolution of western North America. an overview, *in*: Scholle, D., Grantz, A. and Vedder, J., (eds.), Geology of the resource potential of the continent margin of western North America and adjacent ocean basins-Beafort Sea to Baja California: American Association Petroleum Geologist Tulsa, Oklahoma, p. 3-15.
- Irving, E. 1979, Paleopoles and paleolatitudes of North America and speculations about displaced terrains: Canadian Journal Earth Science 16, p. 669-694.
- Igo, H., 1967, Permian fusulinids of Nyukawa, central Japan. Part 3. Some fusulinids from the Upper Sote Formation and the Ozu Formation: Memoirs of the Mejiro Gakuen Women's Junior College, v. 4, p.1-19.
- Imlay, R., 1939, Paleogeographic studies in northeastern Sonora: Geological Society of America, Bul. vol. 50, p. 1723-1744.
- Jones, D., 1990, Synopsis of Late Paleozoic and Mesozoic terrane accretion within the Cordillera of western North America *in*: Dewey, J., Gass, I., Curry, G. and Harri, N. (eds.), Allochthonous Terranes, Cambridge Univ. Press, p. 23-32.
- Kanmera, K., 1956, Toriymaja, a new Permian fusulinid genus from the Kuma Massif, Kyushu, Japan: Paleont. Soc. Japan, Trans. & Proc., new ser., no. 24, p.251-257.
- Keller, W.T. 1928, Observaciones estratigráficas en Sonora, noroeste de México": Boletín Asociación Mexicana Geólogos Petroleros., vol. 25, nos. 1-3, p.5-22 (trad. 1973).
- King, E., 1939, Geological reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of Mexico: Geol Soc. of America, Bulletin, v. 50, p. 1625-1722.
- King, P.B., 1975, Ancient southern margin of North America: Geology, v. 3, p.732-734.
- Kling, S. 1960. Permian fusulinids from Guatemala. Journal of Paleontology, v. 34, no. 4, p. 637-655.
- Kobayashi, F., 1997, Middle Permian Biogeography based on fusulinacean faunas *in*: Ross C., Ross, J. and Brenckle, P. (eds.) Late Paleozoic Foraminifera their Biostratigraphy, Evolution and Paleoecology and the Mid-Carboniferous boundary, Abstracts from Paleoforams 97, International Conference at Western Washington University Bellingham, Washington, U.S.A. p. 73-76.
- Leppig, U. 1998 Primary producers in Permian oceans in association with fusulinids (larger foraminifera): an example from Sonora (northwest Mexico) *in*: Longoria J. and Gamper, M. (eds) International Symposium on Foraminifera Forams'98, Proceedings of the Meeting and Abstracts with Programs Sociedad Mexicana de Paleontología, A.C. Special Publication, Monterrey, N.L., Mexico, p. 62.
- Leven, E., 1997, Permian Stratigraphy and Fusulinida of Afghanistan with Their Paleogeographic and Paleotectonic Implications, Stevens, C. and Baars, D. (eds.), Shalashilina, T. translator: Boulder Colorado, Geological Society of America Special Paper 316, 145 p.

- Lucas, G., Kues, B., Estep, J. and González-León, C., 1997, Permian-Triassic boundary at El Antimonio, Sonora, Mexico: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 14, n. 2, p. 149-159.
- Magginetti, R., Stevens, C. and Stone, P. 1988, Early Permian Fusulinids from the Owens Valley Group, east central California: *Geological Society of America, Spec. Paper* 217, 61 p.
- Menicucci, S. 1975, Reconnaissance géologique et minière de la région entre Hermosillo et le Rio Yaqui, Sonora Central, Mexique. These, 3ème cycle, Grenoble, 210 p.
- Menicucci, S., Mesnier, H. and Radelli, R., 1982, Permian, Triassic and Liassic sedimentation (Barranca Formation) of central Sonora, Mexico: *Notas Geológicas, Boletín Asociación egresados de Geología, Universidad de Sonora y delegación noroeste de la Sociedad Geológica Mexicana (AEGUS)*, no. 3, p. 2-8.
- Miller, M., 1987, Dispersed remnants of a northeast fringing arc; Upper Paleozoic terranes of Permian McCloud faunal affinity, western U.S.: *Tectonics*, v. 6, p. 807-830.
- Miller, E., Miller, M., Stevens, C., Wright, J. and Madrid, R. 1992, Late Paleozoic paleogeographic and tectonic evolution of the western U.S. Cordillera: *The Geology of North America*, v. G-3, *The Cordilleran Orogen: Conterminous U.S.* The Geological Society of America. p. 57-105.
- Mills, J. and Davis, J. 1962, Permian fossils of the Kettle Falls area, Stevens County: *Washington Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research*, v. 13, p. 41-51.
- Minjarez, I. y Palafox, J., Torres, Y., Martínez, J., Rodríguez, B. y Villalobos, R., 1985, consideraciones respecto a la Estratigrafía y Estructura del área de Sahuaripa-Arivechi: *Boletín Depto. Geol. Uni-Son, México*, v. 2, nos. 1 y 2, p. 90-105.
- Minjarez, I. y Torres, Y., 1987, Geología del área de Bacanora-Arivechi. Hacia un esquema de Evolución Geológica Jurásico-Cretácico, Sonora: thesis Uni-Son, Hermosillo, Sonora, 85 p.
- Molina-Garza R. and Geissman, J. 1996 Timing of deformation and accretion of the Antimonio terrane, Sonora, from paleomagnetic data: *Geology*, v. 24, no. 12, p. 1131-1134.
- Montijo, A. y Terán, O., 1988 Geología del área de Rebeico con énfasis en el Paleozoico: thesis Uni-Son, Hermosillo, Sonora, 95 p.
- Moore, R., Loeblich, A. & Tappan, H., 1964, *Treatise on Invertebrate Paleontology, Protista*, vol 1 y 2, Geological Society of America, Univer. of Kansas Press.
- Newell, N., Chronic, J. and Roberts, T. 1953, Upper Paleozoic of Peru: *The Geological Society of America Memoir* 58, 270 p.
- Noll, J., 1981, Geology of the Picacho Colorado area, northern Sierra de Cobachi, central Sonora: M.S. thesis, Flagstaff, Ariz., Northern Arizona University, 165 p.
- Ochoa, G. y Sosa, J. 1993, Geología y Estratigrafía de la Sierra Agua Verde con énfasis en el Paleozoico: Tesis Uni-Son, Hermosillo, Sonora, México, 59 p.
- Ortega, F., Sedlock, R. and Speed, R., 1994, Phanerozoic tectonic evolution of Mexico: *DNGA Continent-Ocean Transect Volume Phanerozoic Evolution of North American Continent- Ocean Transitions*, The Geological Society of America, p.265-306.

- Peiffer, F./Rangin, J., 1979, Les zones isopiques du Paleozoique inférieur du Nord-ouest mexicain: té mois du relais entre les Appalaches at la Cordillère ouest americaine, C.R. Acad. Sc. Paris, t. 288 série D-57.
- Peiffer, F. 1987, Biostratigraphic study of Paleozoic rocks of northwestern and central Sonora: Ph. D Thesis: 3 Parc Universidad de Paris, France, 109 p. (unpublished).
- Pérez, O. 1992 Permian Biostratigraphy and correlation between southeast Arizona and Sonora: Boletín, Depto. Geología Universidad de Sonora, v. 9, no. 2, p. 1-74.
- Petocz, R., 1970, Biostratigraphy and Lower Permian Fusulinidae of the Upper Delta River area, east-central Alaska Range: Geological Society of America Special Paper 130, 94 p.
- Poole, F., Murchey, B. and Stewart, J. 1983, Bedded barite deposits of middle and Late Paleozoic age in central Sonora, Mexico (abs): Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 15, no. 5, p. 299.
- Poole, F. and Madrid, R., 1986 Paleozoic rocks in Sonora (Mexico) and their relation to the southwestern continental margin of North America: Geological Society of America: Abstracts with Programs v. 18, no. 6, p. 720-721.
- Poole, F., 1988, Allochthonous Paleozoic Eugeoclinal rocks of the Barita de Sonora Mine area, central Sonora Mexico, *in*: Rodríguez, R. (ed.) El Paleozoico de la región central del Estado de Sonora, Libreto Guía II Simposio sobre la Geología y Minería del Estado de Sonora Hermosillo, Sonora, p.1-9.
- Poole, F., Amaya-Martínez R. and Page, W., 2000a, Silurian, and Devonian Carbonate-Shelf Rocks and Lower Jurassic sequence near Rancho Placeritos, west-Central Sonora, 4a Reunión sobre la Geología del Noroeste de México y áreas adyacentes, Excursiones, p. 1-24.
- Poole, F. and Amaya-Martínez, R., 2000b, The Sonoran Orogen in the Barita de Sonora Mine Area East of Mazatán, central Sonora, 4a Reunión sobre la Geología del Noroeste de México y áreas adyacentes, Excursiones, p. 1-27.
- Radelli, L., Menicucci, S., Mesnier, H., Araux, E., Calmus, E., Amaya, R., Barrera, E., Domínguez, E., Navarro, and Soto, L., 1987 Allochthonous paleozoic bodies of central Sonora: Boletín Depto. de Geología Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México v. 4, no. 1 y 2, p.1-5.
- Radelli, L., Desmons, J. and Castro, T., 1993, The rotation of Laurentia and the Nevadian Orogeny of NW Mexico and SW USA Bol. Depto. de Geología Universidad de Sonora, v. 10, no. 1, p. 63-109.
- Rangin, F., 1978, Consideraciones sobre el Paleozoico sonorenses. 1er Simposio sobre la Geología y Potencial Minero en el Estado de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, Instituto de Geología UNAM. p. 107-109.
- Robinson, G. 1961, stratigraphy and Leonardian fusulinids paleontology in central Pequop Mountains, Elko County, Nevada: M.S. thesis, Brigham Young University, 62 p.
- Ross, C., 1960 Fusulinids from the Hess Member of the Leonard Formation, Leonard Series (Permian) Glass Mountains, Texas: Cushman Found. Foram. Research, Contr., v. 11, p. 117-133.
- Ross, C. 1962a Fusulinids from the Leonard Formation (Permian), western Glass Mountains, Texas; Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research, v. XIII, Part 1, p. 1-19-

- Ross, C. 1962b, The evolution and dispersal of the Permian fusulinid genera Pseudoschwagerina and Paraschwagerina: Evolution, v. 16, no. 3, p. 306-315.
- Ross, C. ,1963 Standard Wolfcampian Series (Permian), Glass Mountains, Texas: Geological Society of America, Mem 88, p. 1-50.
- Ross, C. 1967a Development of fusulinid (Foraminiferida) faunal realms: Journ. of Paleont., v. 41, P. 1341-1354.
- Ross, C., 1967b Eoparafusulina from the Neal Ranch Formation (Lower Permian), West Texas: Journal of Paleontology, v. 41, no. 4, p. 943-946.
- Ross, C. 1973 Carboniferous Foraminiferida, *in*: Hallam, A. (ed.) Atlas of Paleobiogeography, Elsevier Scientific Publ, Co. p. 127-132.
- Ross, C. 1974 Paleogeography and Provinciality; Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publ. 21, p. 1-17.
- Ross, C., 1978, Permian Fusulinaceans from the St. Elias Mountains, Yukon Territory: Contributions to Canadian Paleontology, Geological Survey of Canada, Bulletin 267, p. 65-69.
- Ross, C., and Ross, J. 1983 Late Paleozoic accreted terranes of western North America, *in*: Stevens, C. (ed.) Pre-Jurassic rocks in western North America suspect terranes: Los Angeles California. Pacific Section, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, p. 7-22.
- Ross, C. and Ross, J, 1985, Carboniferous and Early Permian Biogeography, Geology v. 13, p. 27-30.
- Ross, C. 1987 Leonardian Series (Permian), Glass Mountains, West Texas, *in*: Cromwell, D. & Mazullo, L. Eds. The Leonardian facies in W. Texas and SE New Mexico and Guidebook to the Glass Mountains, west Texas: Permian Basin Section Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Publication 87-27. p. 25-33.
- Ross, C. 1995 Permian fusulinaceans *in*: Scholle, T., Perryt, O. (eds.), The Permian of northern Pangea, v. 1, Paleogeography, Paleoclimates, Stratigraphy, Srpingerverlag, p. 167-185.
- Schmidt, T., 1978 Geology of the northern Sierra El Encinal, Sonora, Mexico: M.S. thesis, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, 80 p.
- Scotese, C. and Langford R., 1995, Pangea and Paleogeography of the Permian *in*: Scholle, P. and Ulmer-Scholle (eds.), Pangea and the Paleogeography of the Permian, Springer-Verlag, p. 4-17.
- Sedlock, R., Ortega-Gutiérrez, F. and Speed, R. 1993 Tectonostratigraphic Terranes and Tectonic Evolution of Mexico, Geological Society of America, Special Paper 278, 146 p.
- Sellards, E., 1932 The Geology of Texas: The pre-Paleozoic and Paleozoic systems in Texas: part I: Texas Univ. Bull. 3232, p. 15-239.
- Silberling, N., Jones, D., Blake, M., and Howell, D., 1987, Lithotectonic terrane map of the western conterminous United States: U.S. Geological Survey Miscellaneous Field Studies Map MF-1874-C, scale 1:2,500,000.
- Silver, L. and Anderson, T. 1974 Possible left-lateral Early to Middle Mesozoic disruption of the south western North American Craton margin, Geol Soc. of Amer., Abstracts, v. 6, p. 955.

- Skinner, J. and Wilde, G., 1965, Permian Biostratigraphy and fusulinid faunas of the Shasta Lake area, northern California: Protozoa, Article 6, University of Kansas, Paleont. Contr., 98 p.
- Skinner, J. and Wilde, G., 1966, Permian fusulinids from Pacific Northwest and Alaska: University, Kansas, Paleontological Contributions, paper 4, 63 p.
- Skinner, J., 1971, New Lower Permian fusulinids from Culberson County, Texas: Paleontological Contr., University of Kansas, Paper 53, 10 p.
- Slade, M., 1961, Pennsylvanian and Permian fusulinids of the Ferguson Mountain area Elko County Nevada: M.S. thesis, Brigham Young University, 85 p.
- Speed, R. 1994, North american continent-ocean transitions over Phanerozoic time *in*: Phanerozoic Evolution of North American Continent-Ocean Transitions: Speed, R. (ed.), DNGA Continent-Ocean Transitions, Geological Society of America, 86 p.
- Stanley, G. and González-León, C. , 1995, Paleogeographic and tectonic implications of Triassic fossils and strata from the Antimonio Formation, northwestern Sonora *in* Jacques-Ayala, C., González-León, C. and Roldán-Quintana, J., eds. Studies on the Mesozoic of Sonora and Adjacent areas: Boulder Colorado, Geological Society of America, Special Paper 301, p.1-16.
- Stevens, C. 1966, Paleoecologic implications of Early Permian fossil communities in eastern Nevada and western Utah: Geological Society of America Bull., v. 77, p. 1121-1130.
- Stevens, C. 1969, Water depth control of fusulinid distribution. *Lethaia*, vol. 2, p. 121-132.
- Stevens, C. 1977, Permian depositional provinces and tectonics, western United States, *in*: Pacific Coast Paleogeographic Symposium I: Paleozoic Paleogeography of the western United States, Stewart, J, Stevens, C. and Fritsche, A., (eds.), Pacific Section Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Los Angeles, Cal. p. 113-135.
- Stevens, C. 1985, Reconstruction of Permian paleogeography based on distribution of Tethyan faunal elements, *in*: Dutro, J. and Pfefferkon, H. (eds.), Compte Rendu/Neuvieme Congress International de stratigrafie et de Geologie du Carbinifere, Washington and Champaing-Urbana, 5: Paleontology, Paleoecology, Paleogeography: Carbondale, southern Illinois University Press, p. 383-393.
- Stevens, C., Yancey, T. and Hanger, R., 1990, Significance of the provincial signature of Early Permian faunas of the eastern Klamath terrane, *in* Harword, D. and Miller M. (eds.), Paleozoic and Early Mesozoic paleogeographic relations; Sierra Nevada, Klamath Mountains and related terranes: Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 255, p. 201-218.
- Stevens, C., Stone, P. and Kistler, 1992, A speculative reconstruction of the Middle Paleozoic Continental margin of southwestern North America: *Tectonics*, V. 11, no. 2, p. 405-419.
- Stevens, C. 1995, A giant Permian fusulinid from east-central Alaska with comparison of all giant fusulinids in western North America: *Journal of Paleontology* v. 69, no. 5, p. 805-812.
- Stewart, J. 1963, The fusulinid Genus Chusenella and several new species; *Journal of Paleontology*, v. 37, no. 6, p. 1150-1163.

- Stewart, J., 1966, Schubertellinae (Pérmico Inferior), de las Montañas Franklin, Texas, Academia de Ciencias URSS, Departamento de Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, Problemas de Paleontología, v. 10, p. 80-84 (Trad. de ruso).
- Stewart, J., McMenamin, M. and Morales-Ramírez J., 1984, Upper Proterozoic and Cambrian rocks in the Caborca region, Sonora, Mexico-Physical Stratigraphy, Biostratigraphy, Paleocurrent studies and regional relations: U.S. Geological Survey Professional Paper 1309, 36 p.
- Stewart, J., Anderson, T., Haxel, T., Silver, G. and Wright, J. 1986 Late Triassic Paleogeography of the southern Cordillera: The problem of source for voluminous volcanic detritus in the Chinle Formation of the Colorado Plateau region, *Geology* v. 14, p. 567-570.
- Stewart, J., Poole, F., Ketner, K., Madrid, R., Roldán, J. and Amaya, R., 1990 Tectonics and Stratigraphy of the Paleozoic and Triassic southern margin of North America, Sonora, Mexico, *in*: Gherels, G. and Spencer, J. (eds.) The Geologic excursions through the Sonoran Desert region, Arizona and Sonora: Arizona Geological Survey Special Paper 7, p. 183-202.
- Stewart, J. and Amaya, R. 1993, Stratigraphy and Structure of Sierra Santa Teresa near Hermosillo, Sonora, Mexico: A preliminary Appraisal, *in*: Roldán, J. and Salas, G. ed. III Simposio de la Geología de Sonora y áreas adyacentes, Inst. de Geología, Departamento de Geología, p. 118-119.
- Stewart, J. and Amaya, R., Stamm, R., Wardlaw, B., Stanley, G. and Stevens, C. 1997, Stratigraphy and regional significance of Mississippian to Jurassic rocks in Sierra Santa Teresa, Sonora, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, Special issue dedicated to the International Workshop on the Geology of Northwestern Sonora, Mexico, v. 14, p. 115-135.
- Stoyanow, A. 1942, Paleozoic Paleogeography of Arizona, *Bull. Geol. Soc. America*, v. 53, no. 12, p. 1255-1282.
- Taylor, M., Rector, R., Carollo, G., Colchagoff, B. and Gastil, G., 1991, How does the paleogeography of Paleozoic Mexico relate to western United States? *in*: Cooper, J. and Stevens, C. (eds.) Paleozoic Paleogeography of the western United States II, Pacific Section Society Economic Paleontologists and Mineralogists, Los Angeles, California, p. 829-838.
- Télez-Girón, 1975, Microfacies y microfósiles del Pérmico de las Sierra de Los Chinos, Santa Rita y La Salada, Chihuahua y la Sierra de Teras, Sonora: Inst. Mexicano del Petróleo, informe técnico, 30 p. (Inédito).
- Thompson, A. and McBride, E., 1978, Summary of geologic history of the Marathon Geosyncline, *in* Mazzullo, S. ed. Tectonics and Paleozoic facies of the Marathon Geosyncline, west Texas: Permian Basin section, society of Economic Paleontologists and Mineralogists Publication 78-17, p. 79-88.
- Thompson, L., Wheller, E. and Hazzard, C., 1946, Permian fusulinids of California: Geological Society of America, Mem. 17, 77 p.
- Thompson, M. and Miller, A. 1944, The Permian of southernmost Mexico and its fusulinid faunas: *Journal of Paleontology*, v. 18, no. 6, p. 481-506.
- Thompson, M. and Miller, A., 1949, Permian fusulinids and cephalopods from the vicinity of the Maracaibo Basin in northern South America: *Journal of Paleontology*, v. 23, no. 1, p. 1-24.

- Thompson, L., 1954, American Wolfcampian Fusulinids: Univ. Kansas, Paleontological Contributions, Protozoa, art. 5, 226 p.
- Tovar, J., 1969, Stratigraphy study of the Sierra Santa Rita in the Border Region, Chihuahua and the United States, *in* Cordova, D. , Wengerd, S. and Shomaker, J., eds., Guidebook of the Border Region: New Mexico Geological Society Guidebook, 20th Field Conference, p. 165-170.
- Trexler, J., Snyder, W., Cashman, P., Gallegos, D. and Spinosa, C., 1991, Mississippian through Permian orogenesis in eastern Nevada: post-Antler, pre-Sonoma Tectonics of the western Cordillera.
- Urrutia-F. 1981, Paleomagnetic evidence for tectonic rotation of northern Mexico and the continuity of the cordilleran orogenic belt between Nevada and Chihuahua: *Geology*, v. 9, p. 178-183.
- Vachard, D. & Fourcade, E., 1997a, Foraminifères et algues du Permien du Guatemala. *GEOBIOS*, 30, 6: 745-784.
- Vachard, D., Flores de Dios A. & Buitrón B. 1997b, Sur une nouvelle localité a fusulines du Wordien (Permien Supérieur) du Mexique; conséquences paléogéographiques. *GEOBIOS*, 30, 3: 361-370.
- Vega R y Araux E., 1985, Estudio Geológico de la Sierra La Campanería y sus yacimientos minerales, Bol. Depto. Geol. Uni-Son, v. 2, no. 1 y 2, p. 74-84.
- Vega, R. y Araux, E. 1987, Estratigrafía del Paleozoico en el área del Rancho Las Norias, Sonora central: Boletín Depto. de Geología, Uni-Son, v. 4, no. 1 y 2, p. 41-50.
- Wilde, G., 1975, Fusulinid-Defined Permian Stages *in*: Permian Exploration, Boundaries and Stratigraphy: West Texas Geol. Soc. and Permian Basin Section SEPM Pub. 75-65, p. 67-83.
- Wilde, G., 1990 Practical fusulinid zonation: The species concept, with Permian Basin emphasis: West Texas Geol. Soc., v. 29, no. 7, p. 5-33-
- Zimmerman, D., 1961, Wedekindellina: Sun Oil Co. Production Research and Development, Geological Research, Richardson, Texas, 70 p.

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Fig. 1.- Mapa de localización de las áreas mencionadas en el texto, incluyendo las áreas de estudio.....	15
Fig. 2.- Mapa que muestra la distribución de las facies mio y eugeosinclinal del suroeste de Norteamérica y noroeste de México (modificado de Stewart, 1990).	26
Fig. 3.- Reconstrucción del cinturón orogénico de Norteamérica, mostrando la continuidad orogénica Ouachita-Apalachiano con el cinturón Cordillerano, incluyendo Sonora (tomado de Peiffer, 1987).....	27
Fig. 4.- Esquema de elementos tectónicos para el Paleozoico (modificado de Noll, 1981; Tovar, 1952).....	27
Fig 5.- Provincias paleozoicas tectónicas de la Cordillera oeste de los Estados Unidos, incluyendo los alóctonos Golconda y Montañas Roberts (tomado de Miller et al.,1992).....	28
Fig. 6 A La Cordillera de Norteamérica mostrando los principales terrenos de acreción de rocas con fauna del Paleozoico Superior (tomado de Ross & Ross, 1983).....	29
Fig. 6 B Terrenos alóctonos de la Cordillera y el basamento cratónico. (tomado de Coney et al,1980).....	29
Fig. 7 A y 7 B Implicaciones tectónicas regionales de las facies de mio y eugeosinclinal en Norteamérica, incluyendo Sonora, según la hipótesis Mojave-Sonora Megasher (tomado de Gastil et al., 1991).....	30
Fig. 8A.- Mapa de localización de El Antimonio y Cerro Los Monos, Sonora (tomado de Cooper, et al, 1965).....	40
Fig. 8B.- Columna estratigráfica parcial de la parte media de la Formación Los Monos (Cooper, 1953), El Antimonio, Sonora.....	41
Fig. 9A- Vista del área del Cerro Los Monos, 50 km al oeste de Caborca y 2.5 km al oeste de El Antimonio. Se observa el Cerro El Molino, y al frente la llamada Casa Moreno.....	42
Fig. 9B- Base de el Cerro El Molino donde se muestra la base de la sección medida con las calizas detríticas que corresponden al grainstone-packstone de fusulínidos con briozoarios. Localidad A2.....	42
Fig. 10 A- Calizas detrítica con <u>Parafusulina antimonioensis</u> Dunbar. Formas megalosféricas (especímenes pequeños, con núcleo grande). Se observa el ejemplar completo en corte longitudinal; la primera cámara o prolóculo en el centro y los depósitos secundarios de calcita a lo largo del eje axial.....	43
Fig. 10 B- Misma localidad. Caliza detrítica en cortes transversales y longitudinales de <u>P. antimonioensis</u> .....	43
Fig. 11.- Mapa de localización de Cerro Prieto y la Sierra Santa Teresa.....	49
Fig. 12 A.- Vista hacia el este de la fábrica de cemento El Yaqui, desde Cerro Prieto...	50
Fig. 12 B. Corte de la sección paleozoica a través del camino de terracería a Cerro Prieto	50
Fig. 13 A.- Caliza parcialmente silicificada, con parches de pedernal con <u>Parafusulina</u> en cortes longitudinales. Localidad Yaqui H, Cerro Prieto.....	51

Fig. 13 B.- Moldes internos silicificados de <u>Parafusulina</u> en caliza parcialmente silicificada. Localidad Yaqui H, en Cerro Prieto.....	51
Fig. 14 A.- Mapa de localización de las secciones estudiadas en Sierra Martínez y Cerro Las Rastras.....	55
Fig. 14 B- Columna estratigráfica de la sección en Sierra Martínez.....	56
Fig. 15 A- Vista hacia el norte de la Sierra Martínez, al frente el rancho Otates.....	57
Fig. 15 B- Calizas arenosas con estratificación laminar y cruzada, en la base de la sección Sierra Martínez.....	57
Fig. 16- Vista hacia el suroeste de la sección medida en el Cerro Las Rastras.....	60
Fig. 17- Afloramiento en el Cerro Las Rastras. Se observa el contacto gradacional de las calizas amarillas sin fósiles con las calizas grises fosilíferas con intemperismo karst.....	60
Fig. 18- Caliza bioclástica con fusulínidos ( <u>Eoparafusulina</u> ) en caliza en cortes longitudinales y transversales en el Cerro Las Rastras.....	60
Fig. 19- Columna estratigráfica compuesta de la sección en el Cerro Las Rastras.....	61
Fig. 20 A- Mapa de localización de la sección en el Cerro Picacho Colorado, Cobachi.....	65
Fig. 20 B- Columna estratigráfica de la sección medida de Cerro Picacho Colorado, Cobachi.....	66
Fig. 21- Localidad de la sección medida en el flanco este del Cerro Picacho Colorado, en el lugar llamado El Polvorín.....	67
Fig. 22.- Vista hacia el noroeste del Cerro Picacho Colorado, mostrando la secuencia de calizas parcialmente silicificadas.....	67
Fig. 23. Calizas con capas de pedernal con abundancia en moldes de fusulínidos silicificados. Localidad CO3 en la sección Picacho Colorado.....	67
Fig. 24.-. Caliza parcialmente silicificada y hematizada con abundancia en cortes transversales y longitudinales de fusulínidos (packstone). Localidad CO, en la sección Picacho Colorado.....	68
Fig. 25.-. Moldes de fusulínidos unidos (boundstone) y silicificados en contacto con una caliza silicificada con marcas de bioturbación. Localidad CO2 en la sección Picacho Colorado.....	68
Fig. 26.- Morfología de los fusulínidos. (modificado de Dunbar & Condra, 1927 y Zimmerman, 1961).....	72
Fig. 27- Correlación Bioestratigráfica de las áreas de estudio.....	78
Fig. 28.- Mapa que muestra la distribución de fusulínidos durante el Pérmico Inferior y las rutas probables de migración (modificado de Gobbet, 1973).....	83
Fig. 29.- Relación de las provincias faunísticas de fusulínidos con el movimiento de las placas tectónicas durante la formación de la Pangea y probable desplazamiento de terrenos alóctonos (fauna McCloud) hacia América. (modificado de Ross, 1995).....	84
Fig. 30.- Mapa de reconstrucción tectónica, modificado de Scotese y Langford (1995), del Pérmico Temprano (227 ma.), de fusulínidos en base a las provincias faunísticas determinadas por Stevens (1977); Ross y Ross (1983), Miller et al (1992) y Kobayashi (1997).....	85

## LISTA DE TABLAS

	Página
I.-Lista de especies descritas en éste estudio, comparada con la fauna mencionada en el texto.....	69
II.-Rangos de géneros reconocidos en las áreas noroeste y centro de Sonora.....	77
III.- Faunas de fusulínidos representativos del A) Provincia del miogeosinclinal de Norteamérica, B) Provincia del Tethys y C) Fauna McCloud, del Terreno Sonomia, norte de California.....	86
IV.- Lista de especies descritas en Sonora y comparadas con las áreas mencionadas en el texto.....	119

## LISTA DE LAMINAS

### FUSULÍNIDOS DE COBACHI, SONORA CENTRAL

LAMINA I	<u>Skinnerella cobachiensis</u> n.sp. ....	141
LAMINA II	<u>Parafusulina</u> sp. A..... <u>Parafusulina</u> cf. <u>P. durhami</u>	142
LAMINA III	<u>Parafusulina</u> cf. <u>P. multisepta</u> ..... <u>Parafusulina</u> sp. B <u>Parafusulina</u> sp. C	143

### FUSULÍNIDOS DE CERRO PRIETO, OESTE DE SONORA

LAMINA IV	<u>Skinnerella</u> sp. D..... <u>Skinnerella</u> sp. E <u>Parafusulina</u> sp. D <u>Parafusulina</u> sp. E <u>Parafusulina</u> sp. F	144
-----------	--	-----

### FUSULÍNIDOS DE CERRO PRIETO, OESTE DE SONORA

LAMINA V	<u>Parafusulina</u> sp. G..... <u>Parafusulina</u> sp. H	145
----------	---	-----

### FUSULÍNIDOS DE CERRO PRIETO, OESTE DE SONORA

LAMINA VI	<u>Skinnerella</u> sp. A.....	146
-----------	-------------------------------	-----

### FUSULÍNIDOS DE CERRO PRIETO, OESTE DE SONORA

LAMINA VII	<u>Skinnerella</u> sp. B..... <u>Skinnerella</u> sp. C	147
------------	---	-----

### FUSULÍNIDOS DE CERRO PRIETO Y SANTA TERESA, OESTE DE SONORA

LAMINA VIII	<u>Parafusulina</u> sp. I..... <u>Parafusulina</u> sp. J <u>Parafusulina</u> sp. K	148
-------------	--	-----

FUSULÍNIDOS DE CERRO PRIETO, OESTE DE SONORA

LAMINA IX	<u>Skinnerella</u> sp. G.....	149
	<u>Parafusulina</u> sp. F	

FUSULÍNIDOS DE SANTA TERESA Y SIERRA MARTÍNEZ OESTE Y CENTRO DE SONORA.

LAMINA X	<u>Skinnerella</u> sp. F.....	150
	<u>Parafusulina</u> sp. L	
	<u>Parafusulina</u> cf. <i>P. multisepta</i>	
	<u>Parafusulina</u> sp. M	

FUSULÍNIDOS DE CERRO PRIETO, SONORA

LAMINA XI	<u>Cuniculinella</u> sp. A.....	151
-----------	---------------------------------	-----

FUSULÍNIDOS DE CERRO PRIETO, SONORA

LAMINA XII	<u>Cuniculinella</u> sp. A.....	152
------------	---------------------------------	-----

FUSULÍNIDOS DE SIERRA SANTA TERESA Y CERRO LAS RASTRAS, OESTE CENTRO DE SONORA

LAMINA XIII	<u>Cuniculinella</u> sp. B.....	153
	<u>Schwagerina</u> sp. B	
	Paleotextulárido	

FUSULÍNIDOS DE CERRO PRIETO Y CERRO LAS RASTRAS

LAMINA XIV	<u>Toriyamaia</u> cf. <i>T. americana</i> .....	154
	<u>Eoparafusulina</u> cf. <i>E. mendenhalli</i>	
	<u>Eoparafusulina</u> sp. A	
	<u>Eoparafusulina</u> sp. B	
	<u>Schwagerina</u> sp. A	

FUSULÍNIDOS DE EL ANTIMONIO, SONORA (base Cerro El Molino)

LAMINA XV	<u>Parafusulina antimonioensis</u> Dunbar, 1953.....	155
-----------	--	-----

# **LAMINAS**

Lámina I Fusulínidos de Cobachi, Sonora central

Skinnerella cobachiensis n. sp.

(Todas las figuras 10X)

Figuras 1-10

Localidad CO1

Fig. 1 Holotipo. Sección longitudinal, Uni-Son 172 (1)

Fig. 2 Sección transversal, Uni-Son 173

Fig. 3 Sección tangencial mostrando cunícula, Uni-Son 174

Fig. 4 Sección longitudinal, Uni-Son 175 (5)

Fig. 5 Sección longitudinal, Uni-Son 176 (3)

Fig. 6 Sección longitudinal, Uni-Son 177 (n)

Fig. 7 Sección transversal, Uni-Son 178

Fig. 8 Paratipo. Sección longitudinal, Uni-Son 179 (m)

Fig. 9 Sección transversal, Uni-Son 180

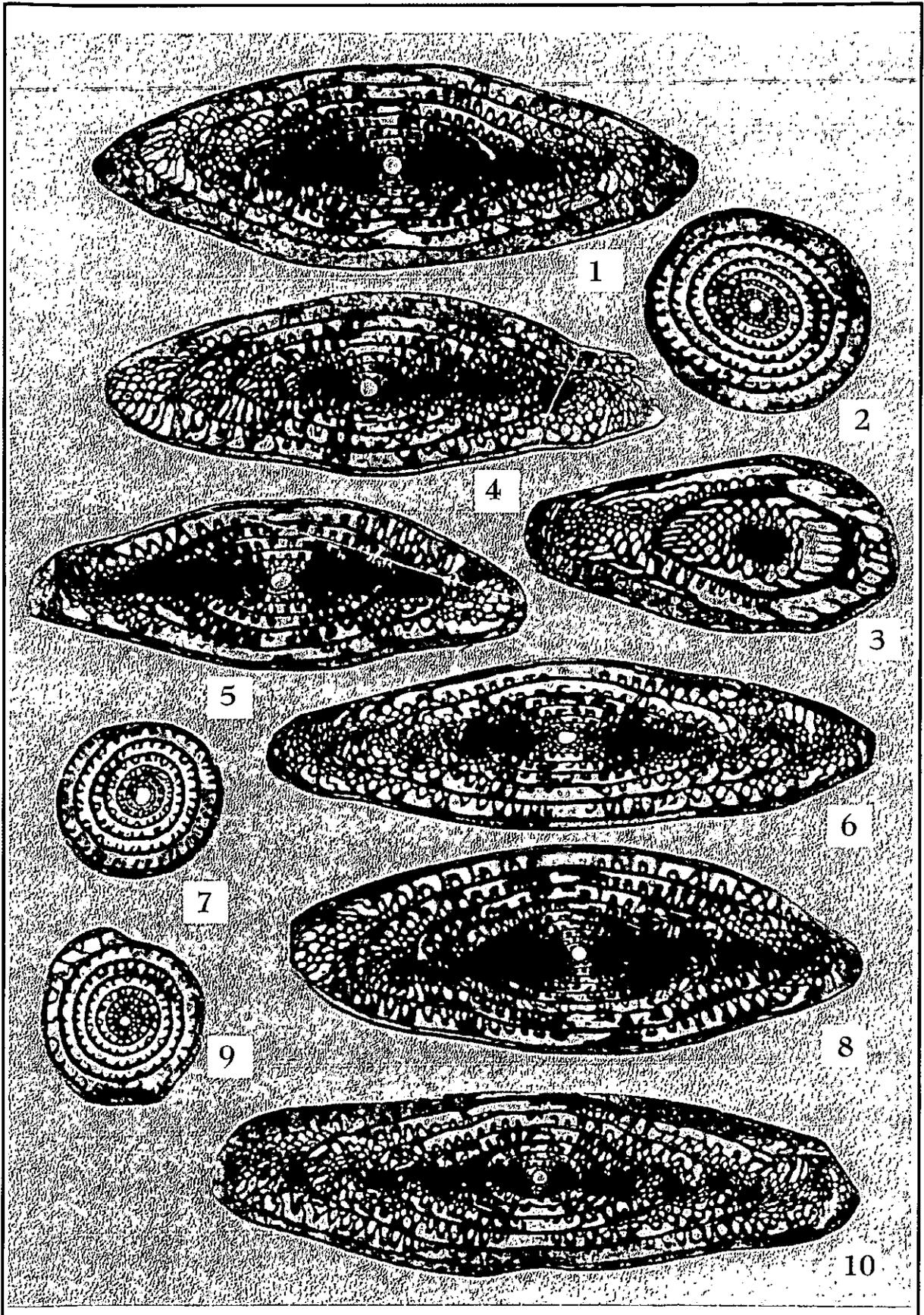
Fig. 10 Sección longitudinal, Uni-Son 182 (2)

---

Uni-Son= Universidad de Sonora, número de especimen

---

medidas de los especímenes Apéndice I



Lamina II Fusulínidos de Cobachi, Sonora central

Parafusulina

(Todas las figuras 10X)

Figuras 1-6

Localidad CO3

Parafusulina sp. A

Fig. 1 Sección longitudinal, Uni-Son 183 (3)

Fig. 2 Sección longitudinal, Uni-Son 184 (2)

Fig. 3 Sección longitudinal, Uni-Son 185 (4)

Fig. 4 Sección longitudinal, Uni-Son 186 (1)

Parafusulina cf. P. durhami

Fig. 5 Sección longitudinal, Uni-Son 190 (1)

Fig. 6 Sección longitudinal, Uni-Son 191 (2)

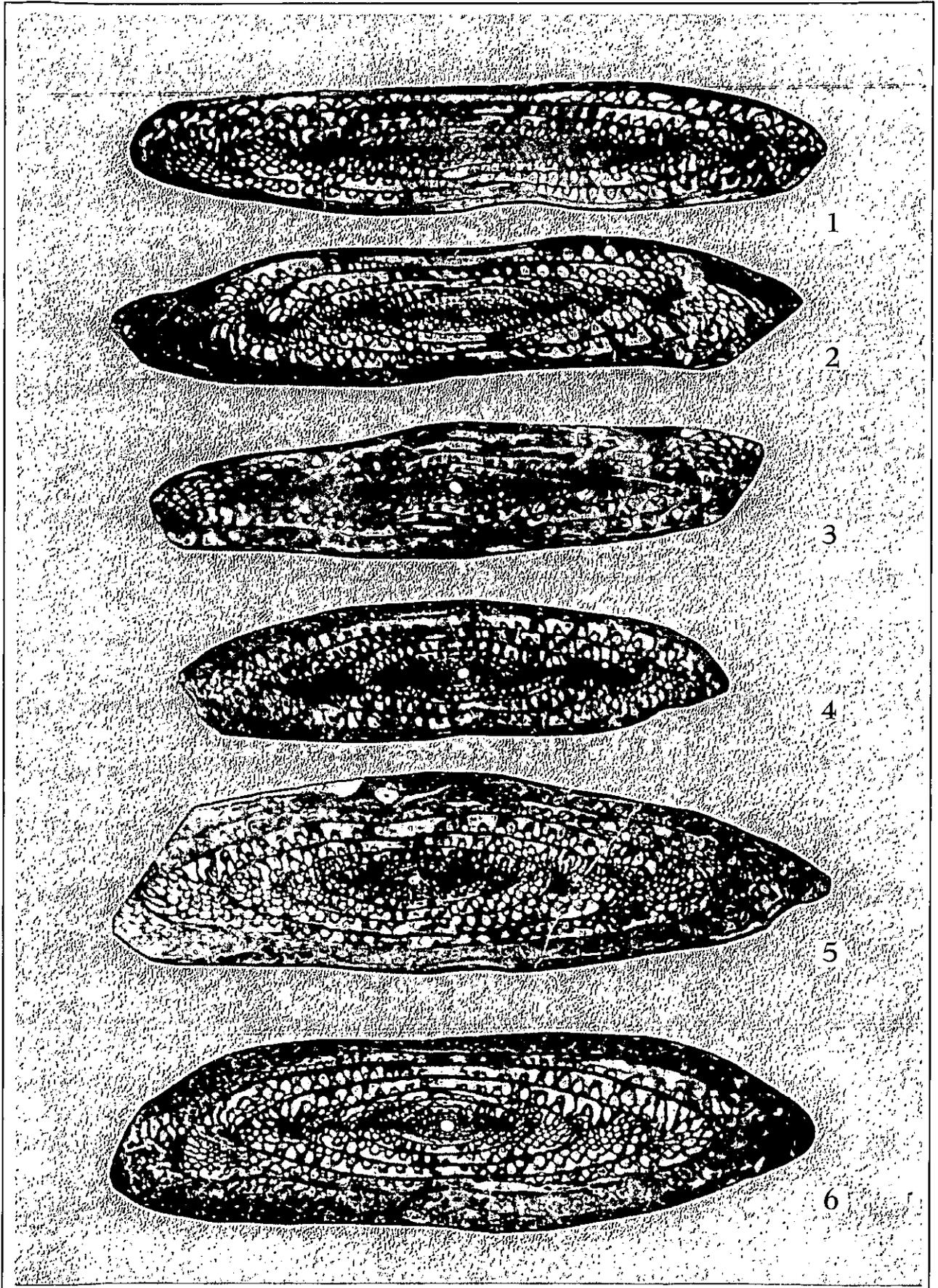


Lámina III Fusulínidos de Cobachi, Sonora central

Parafusulina

(todas las figuras 10X)

Figuras 1-6

Localidad CO3

Parafusulina cf. multisepta

Fig. 1 Sección longitudinal, Uni-Son 192 (1)

Fig. 2 Sección longitudinal, Uni-Son 193 (2)

Fig. 3 Sección tangencial, mostando cunícula, Uni-Son 194

Localidad CO2

Parafusulina sp. B

Fig. 4 Sección longitudinal, Uni-Son 196 (2)

Fig. 5 Sección longitudinal, Uni-Son 197 (1)

Parafusulina sp. C

Fig. 6 Sección longitudinal, Uni-Son 198

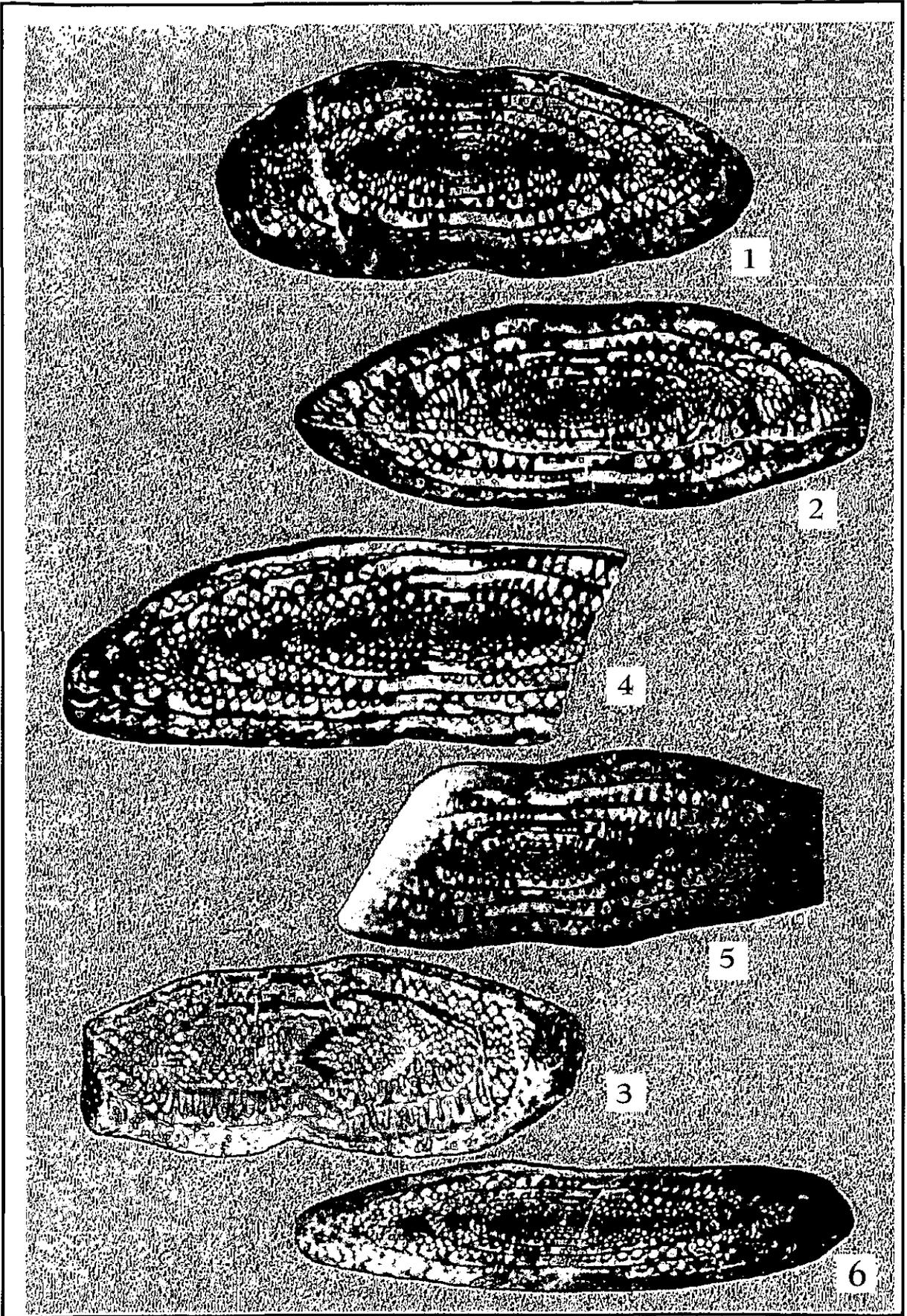


Lámina IV Fusulínidos de Cerro Prieto, oeste de Sonora

Skinnerella, Parafusulina

(Todas las figuras 10X)

Figuras 1-10

- Fig. 1 Skinnerella sp. D Sección longitudinal. Localidad Yaqui A, Uni-Son 199
- Fig. 2 Mismo ejemplar, Sección transversal, Uni-Son 200
- Fig. 3 Parafusulina. sp. D Sección longitudinal. Localidad Yaqui G, Uni-Son 201.
- Fig. 4 Skinnerella sp. E Sección longitudinal Localidad Yaqui G, Uni-Son 202.
- Fig. 5 Parafusulina sp. E, Sección longitudinal. Localidad Yaqui C, Uni-Son 227.
- Fig. 6 Mismo ejemplar en sección transversal. Uni-Son 204
- Fig. 7 Parafusulina. sp. F. Sección longitudinal. Localidad Cantera 1, Uni-Son 205
- Fig. 8 Sección longitudinal. Localidad Yaqui C, Uni-Son 206
- Fig. 9. Sección transversal. Localidad Yaqui C, Uni-Son 207
- Fig. 10 Sección longitudinal Localidad Santa Teresa 2, Uni-Son 208

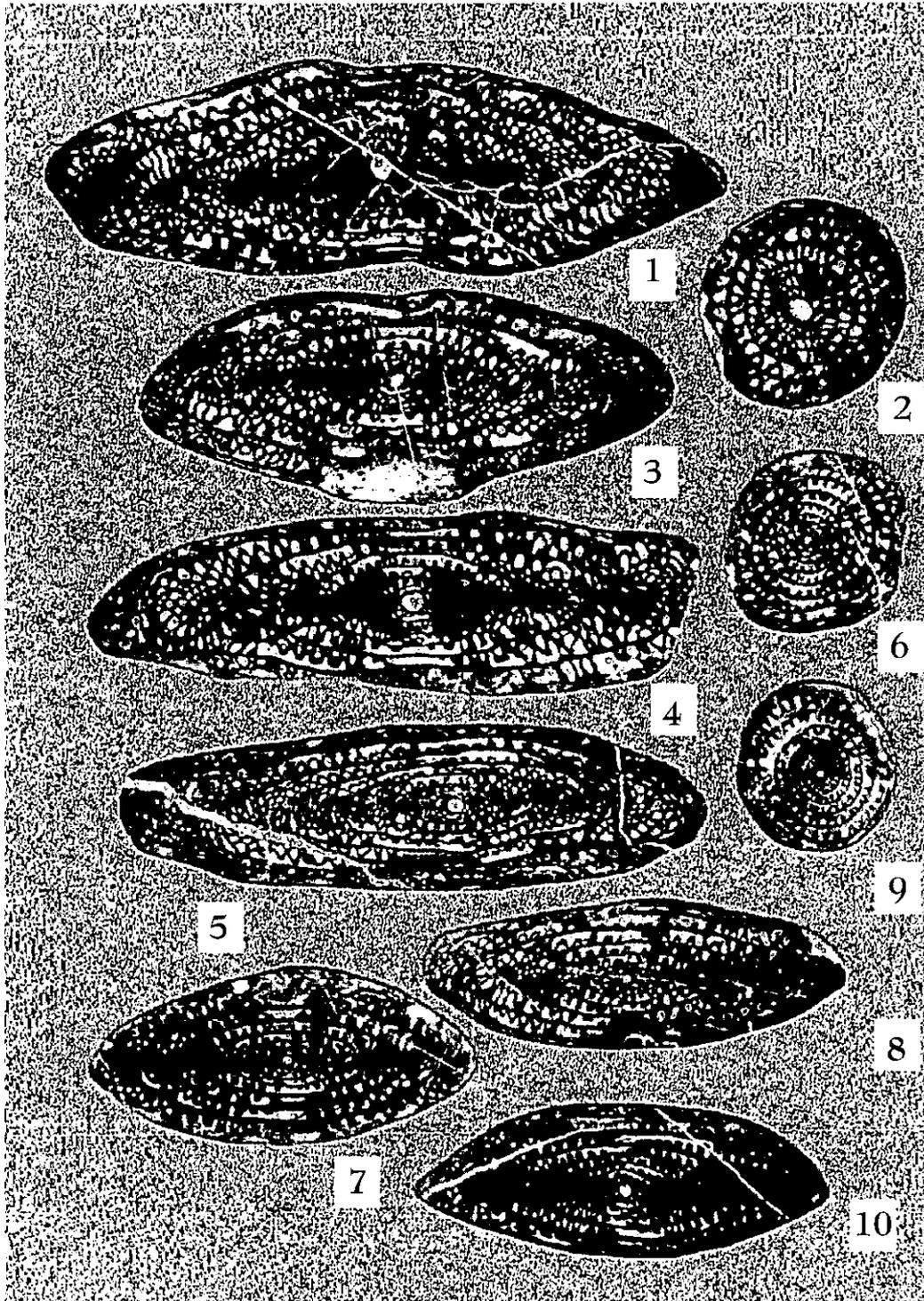


Lámina V Fusulínidos de Cerro Prieto, oeste de Sonora.

Parafusulina sp. G y H

(todas las figuras 10X)

Figuras 1-10

Localidad Yaqui D

P. sp. G

Fig. 1 sección longitudinal, Uni-Son 211 (1)

Fig. 2. Sección longitudinal, Uni-Son 212 (2)

Fig. 3 Sección tangencial, mostrando cuniculi, Uni-Son 213

Fig. 4 Sección longitudinal, Uni-Son 214 (3)

Fig. 5 Sección longitudinal, Uni-Son 215 (4)

Fig. 6 Sección transversal, Uni-Son 216 (4)

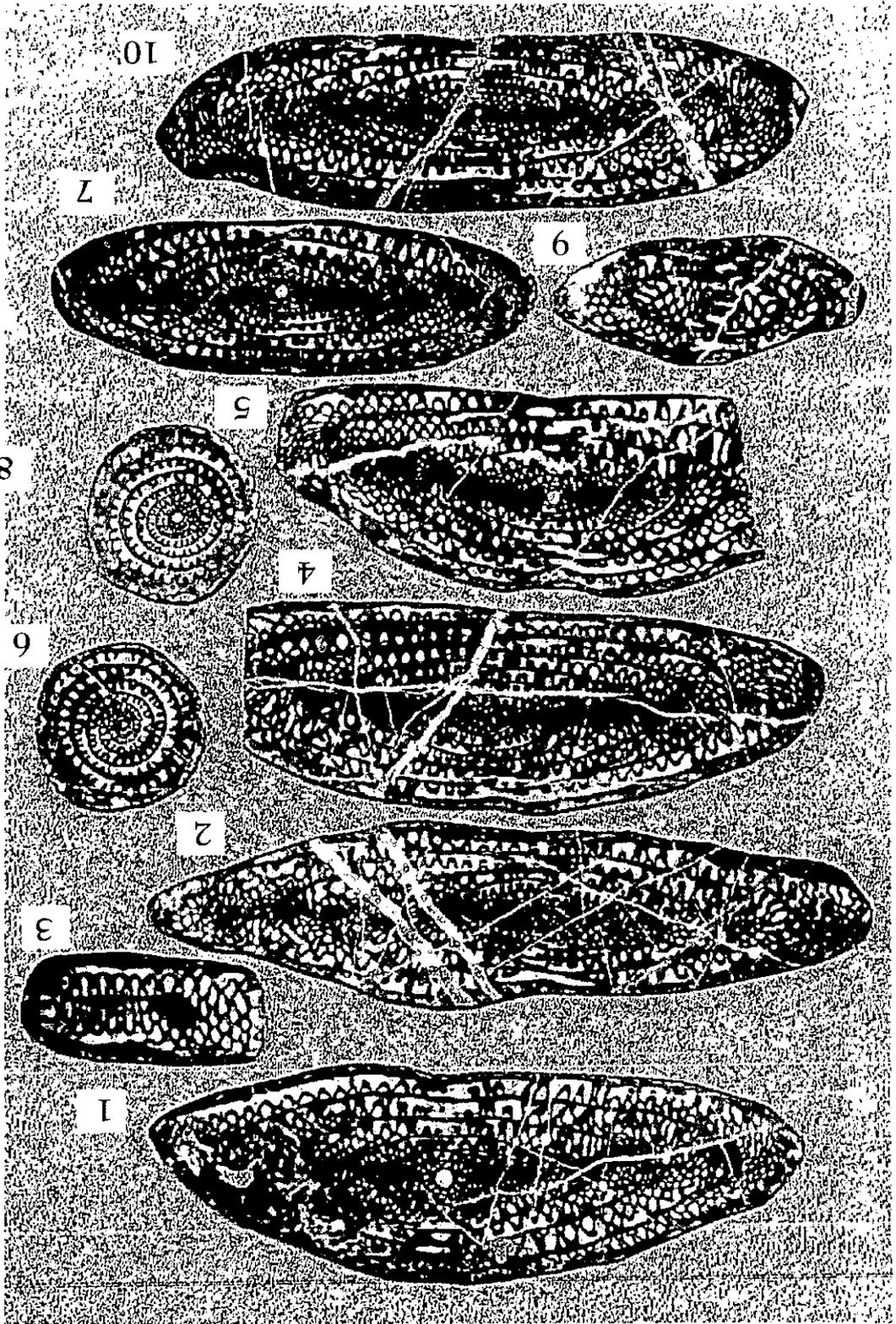
P. sp. H.

Fig. 7 Sección longitudinal, Uni-Son 217 (1)

Fig. 8 Sección transversal, Uni-Son 218

Fig. 9 Sección tangencial mostrando cunicula, Uni-Son 219

Fig. 10 Sección longitudinal, Uni-Son 220 (2)



LAMINA V

Lámina VI Fusulínidos de Cerro Prieto, oeste de Sonora

Skinnerella sp. A

(todas las figuras 10X)

Figuras 1-8

Localidad Yaqui H

Fig. 1 Sección longitudinal, Uni-Son 224 (1)

Fig. 2 Sección transversal, Uni-Son 225

Fig. 3 Sección longitudinal, Uni-Son 226 (2)

Fig. 4 Sección longitudinal, Uni-Son 227 (3)

Fig. 5 Sección transversal, Uni-Son 228

Fig. 6 Sección longitudinal, Uni-Son 229 (4)

Fig. 8 Sección longitudinal, Uni-Son 231 (5)

Localidad Yaqui O1

Fig. 7 Sección longitudinal, Uni-Son 230

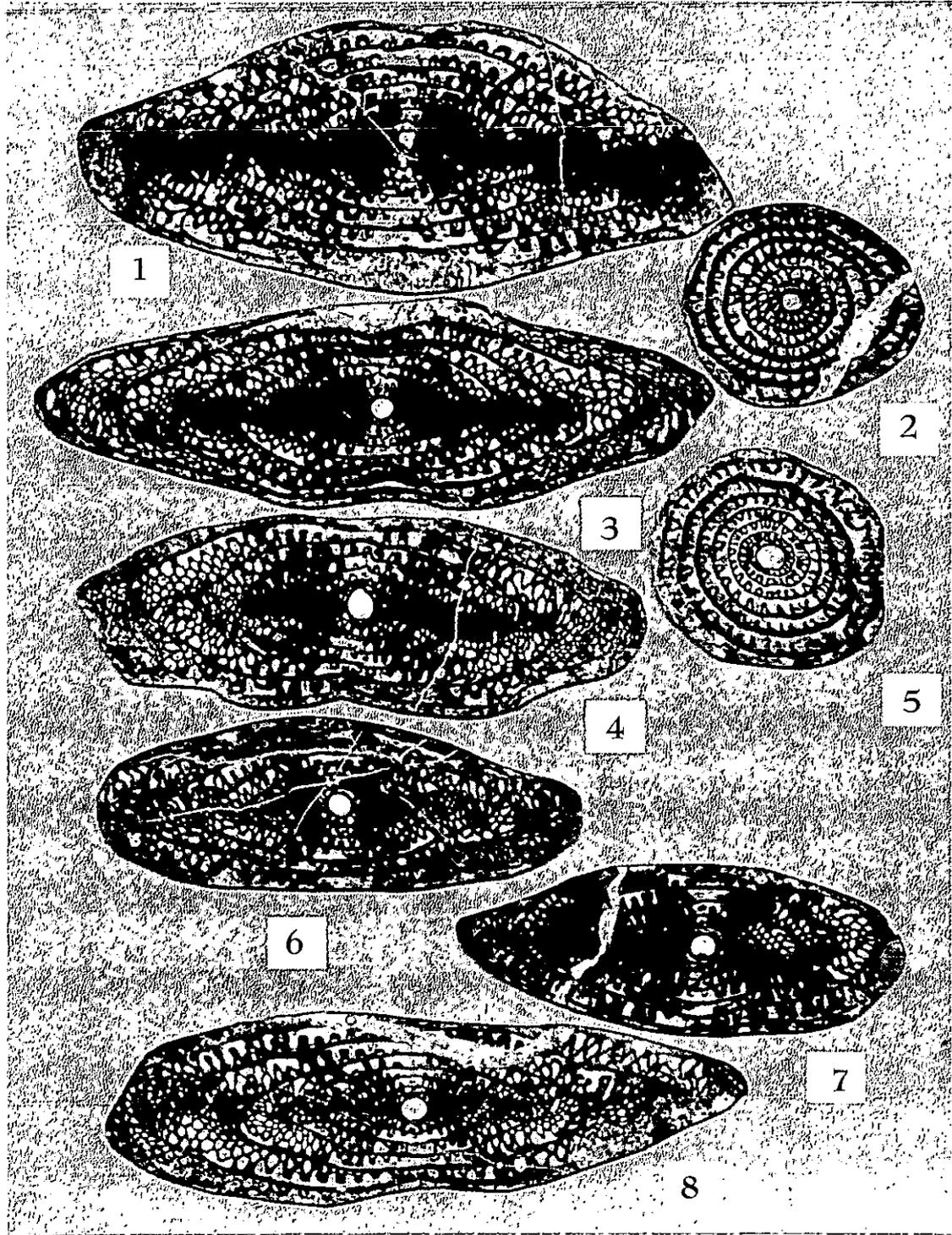


Lámina VII Fusulínidos de Cerro Prieto, oeste de Sonora

Skinnerella B y C

(Todas las figuras 10X)

Figuras 1-6

Localidad Yaqui H

S. sp. B

Fig. 1. Sección longitudinal, Uni-Son 232 (1)

Fig. 2 Sección longitudinal, Uni-Son 233 (2)

S. sp. C

Fig. 3 Sección longitudinal, Uni-Son 234 (1)

Fig. 4 Sección transversal, Uni-Son 235

Fig. 5 Sección longitudinal, Uni-Son 236 (2)

Fig. 6 Sección longitudinal, Uni-Son 237 (3)

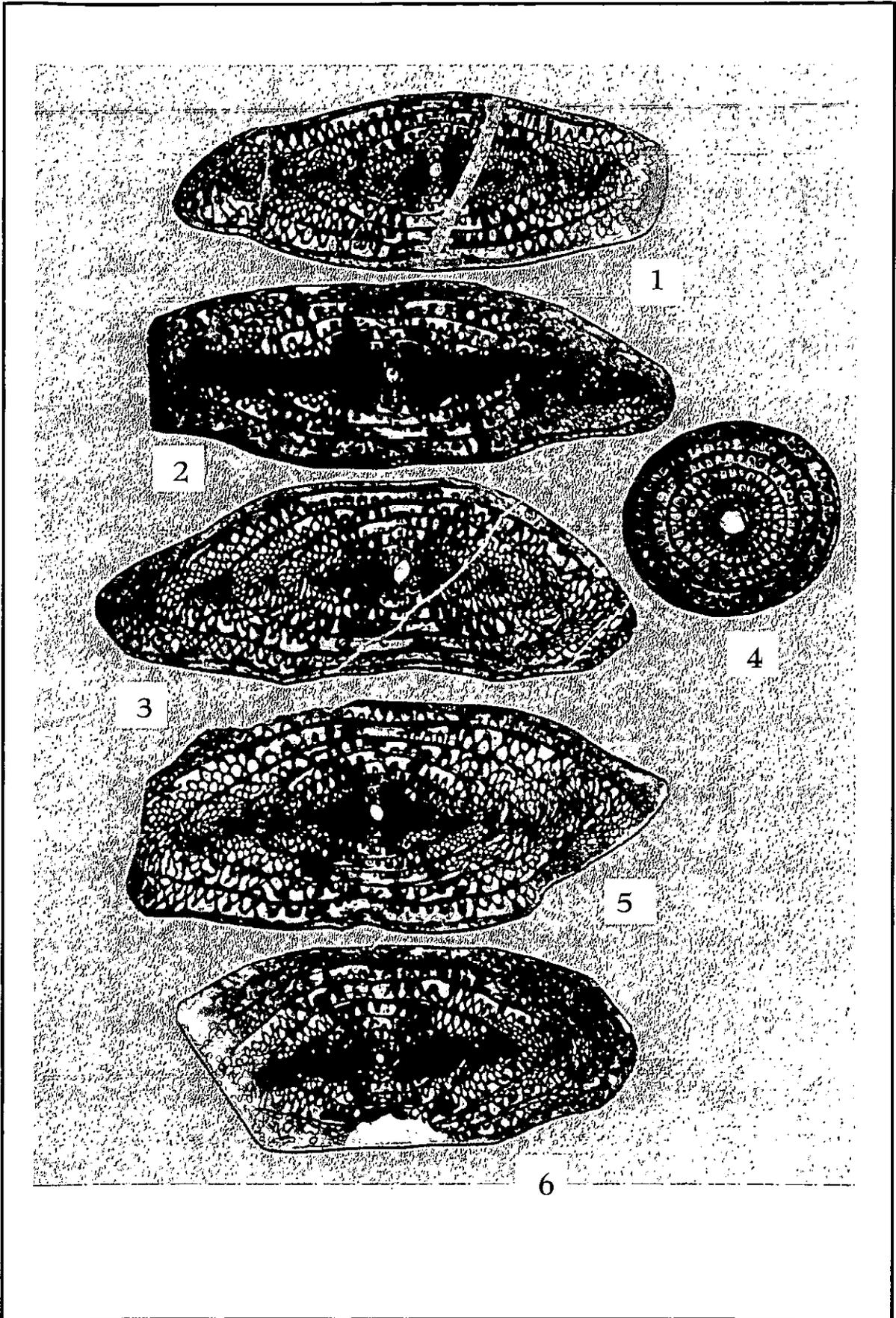


Lámina VIII Fusulínidos de Cerro Prieto y Santa Teresa, oeste de Sonora

Parafusulina sp. I, J, K

(todas las figuras 10X)

Figuras 1-6

Localidad Yaqui O

Parafusulina sp. I

Fig. 1 Sección longitudinal, Uni-Son 239

Localidad Yaqui O

Parafusulina sp. J

Fig. 2 Sección longitudinal, Uni-Son 249

Localidad Santa Teresa 2

Fig. 3. Sección longitudinal, Uni-Son 240 (1)

Fig. 4 Sección longitudinal, Uni-Son 241 (2)

Localidad Yaqui O2

Fig. 5 Sección longitudinal, Uni-Son 242

Localidad Santa Teresa 2

Parafusulina sp. K

Fig. 6 Sección longitudinal, Uni-Son 252

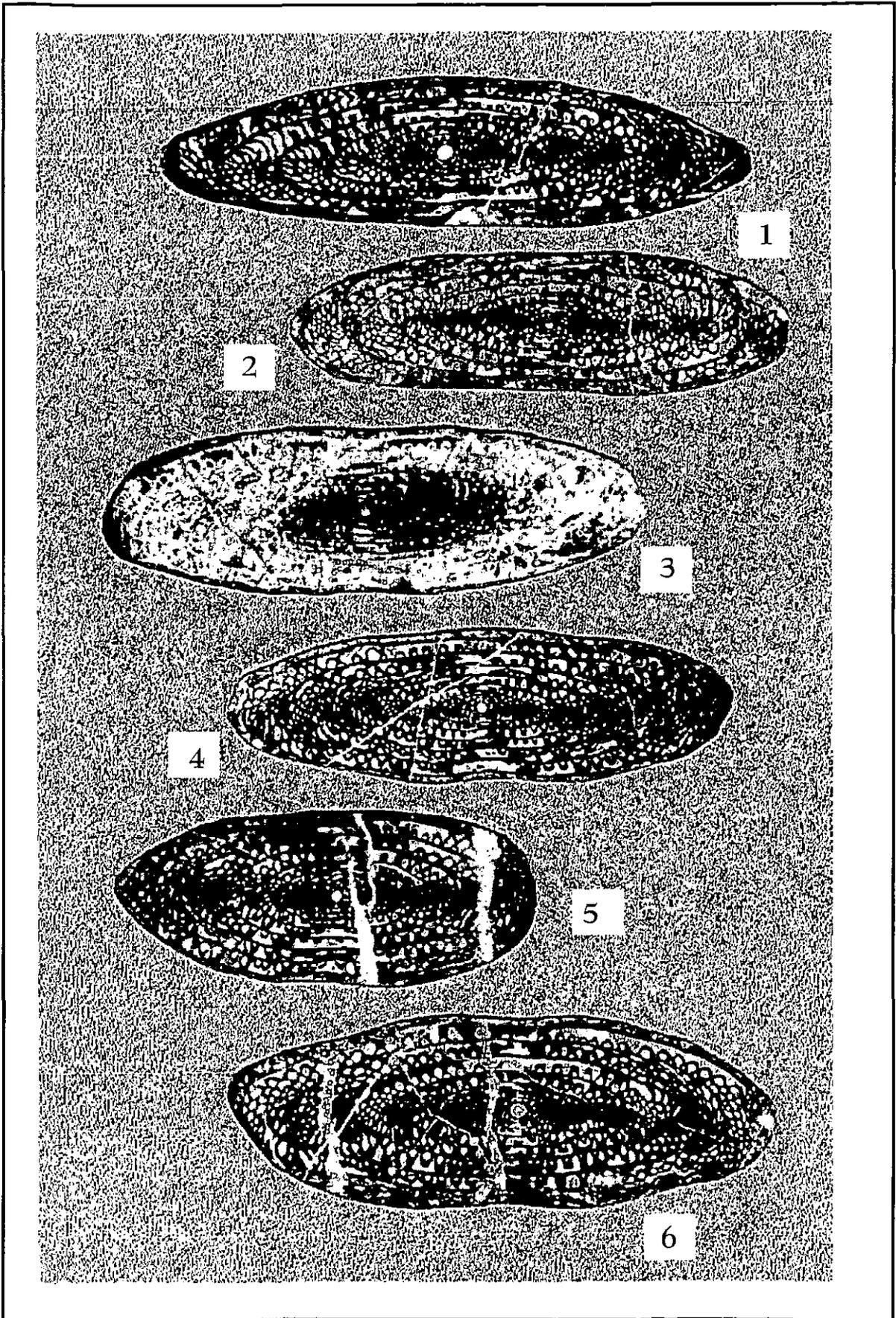


Lámina IX Fusulínidos de Cerro Prieto, oeste de Sonora

Skinnerella, Parafusulina

(Todas las figuras 10X)

Figuras 1-8

Localidad Yaqui H

Skinnerella sp. G

Fig. 1 Sección longitudinal, Uni-Son 244

Localidad Yaqui M

Parafusulina sp. F

Fig. 2 Sección longitudinal, Uni-Son 256 (2)

Fig. 3 Sección transversal, Uni-Son 257

Fig. 4 Sección longitudinal, Uni-Son 258 (6)

Fig. 5 Sección transversal, Uni-Son 259

Fig. 6 Sección longitudinal, Uni-Son 260

Fig. 7 Sección transversal, Uni-Son 261

Fig. 8 Sección longitudinal, Uni-Son 262 (3)

---

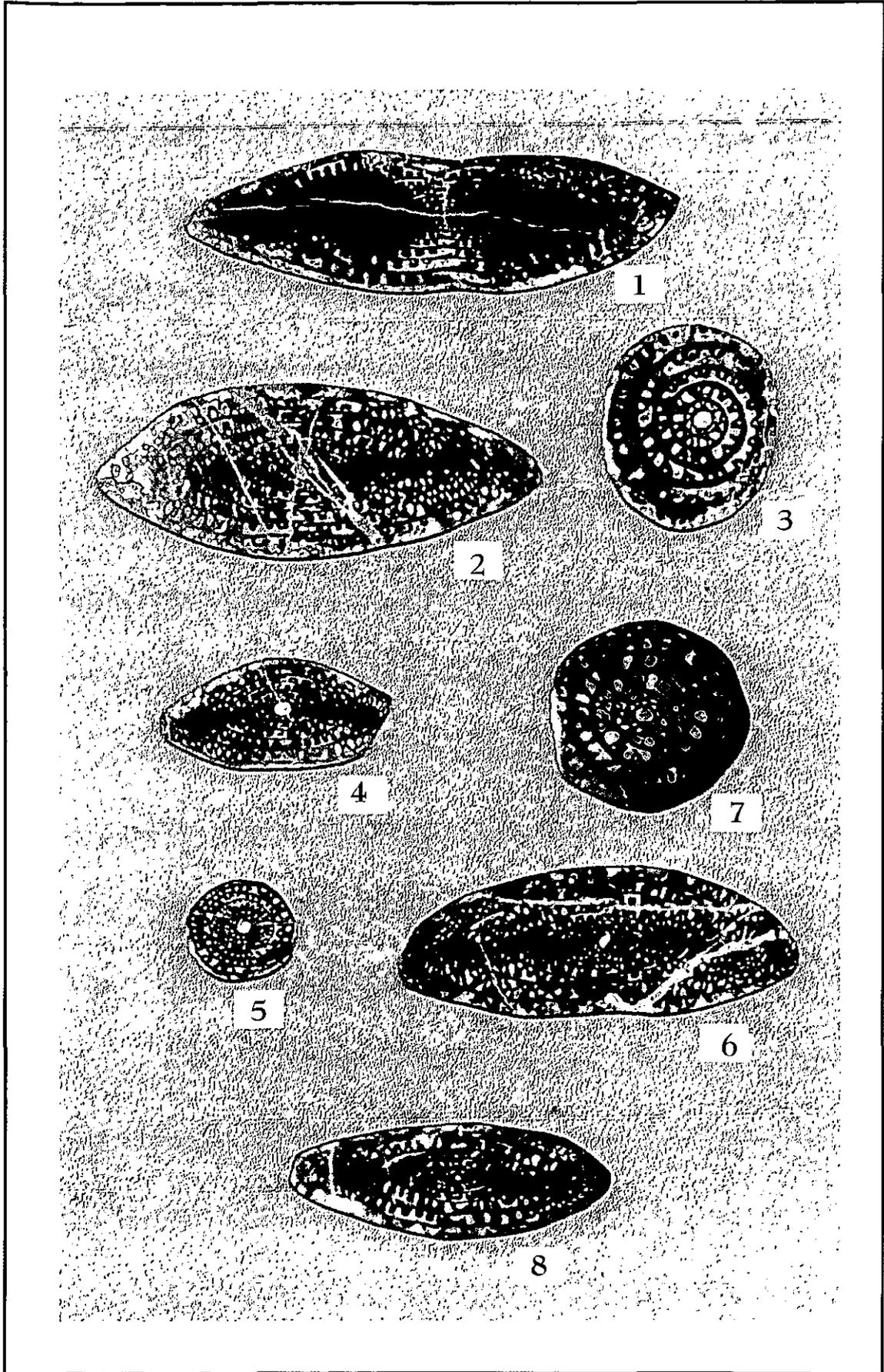


Lámina X Fusulínidos de Santa Teresa y Sierra Martínez oeste-centro de Sonora

Skinnerella, Parafusulina

(Todas las figuras 10X)

Figuras 1-6

Localidad Santa Teresa 2

Skinnerella sp. F

Fig. 1 Sección longitudinal, Uni-Son 264

Parafusulina sp. L

Figs. 2 y 3 Sección longitudinal Uni-Son 265

Fig. 3 Sección longitudinal, Uni-Son 266

Localidad Sierra Martínez SM5

Parafusulina cf. P. multisepta

Fig. 4. Sección longitudinal, Uni-Son 267 (1)

Parafusulina sp. M

Fig. 5 Sección longitudinal, Uni-Son 268 (2)

Fig. 6 Misma especie, Uni-Son 269

---

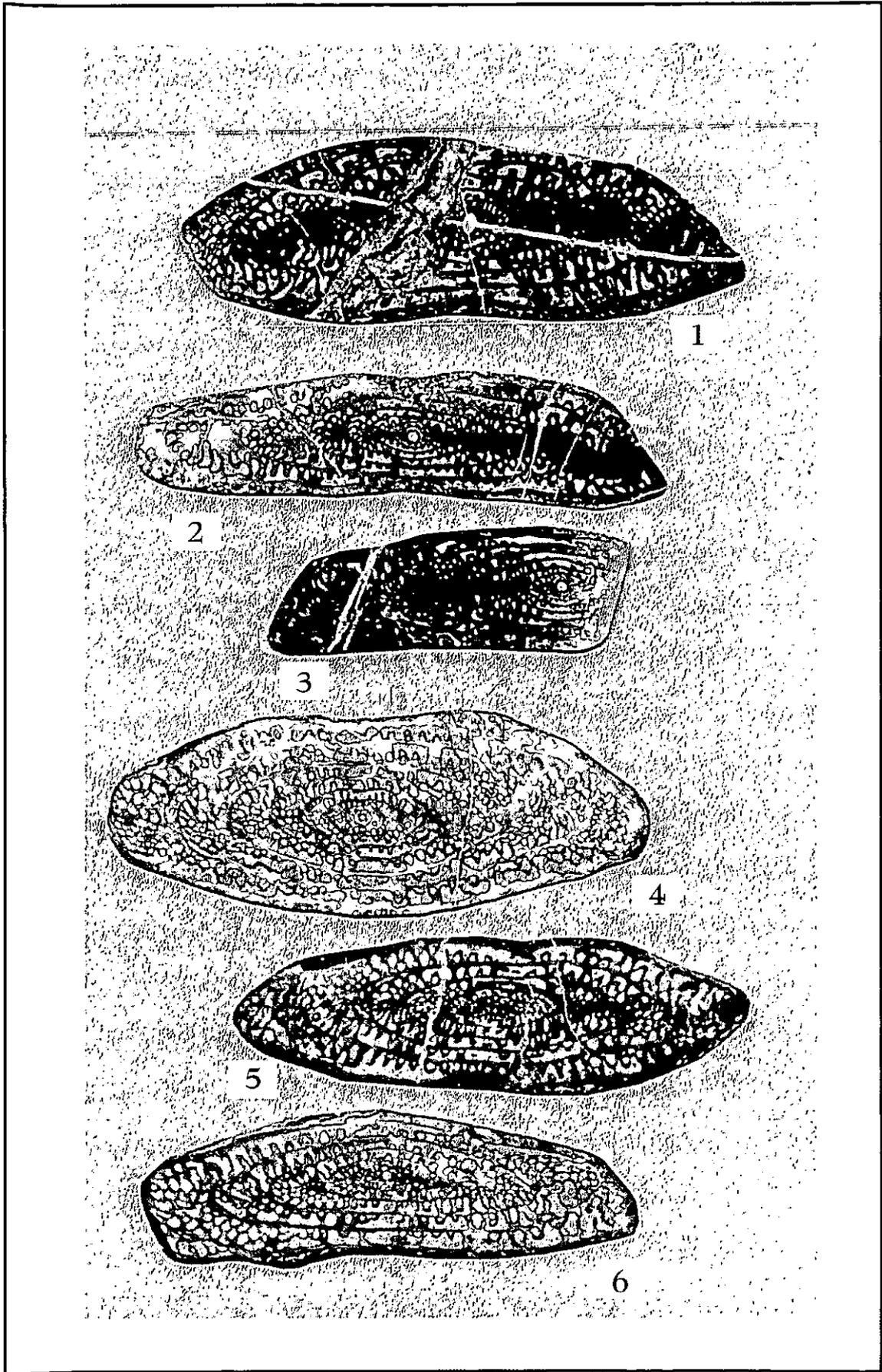


Lámina XI Fusulínidos de Cerro Prieto, Sonora

Cuniculinella sp. A y Paleotexturalido

Figuras 1-8

Localidad Cantera 1

Cuniculinella sp. A

Fig. 1. Sección longitudinal 20X, Uni-Son 276

Fig. 2. Mismo ejemplar 10X

Fig. 3 Misma especie. Sección longitudinal 20X, Uni-Son 277

Fig. 4 Mismo ejemplar 10X

Fig. 5 Sección transversal Uni-Son 278

Localidad Cantera 2

Fig. 6 Misma especie Sección longitudinal, Uni-Son 279

Fig. 7 Sección tangencial 20X, Uni-Son 280

Fig. 8 paleotexturalido

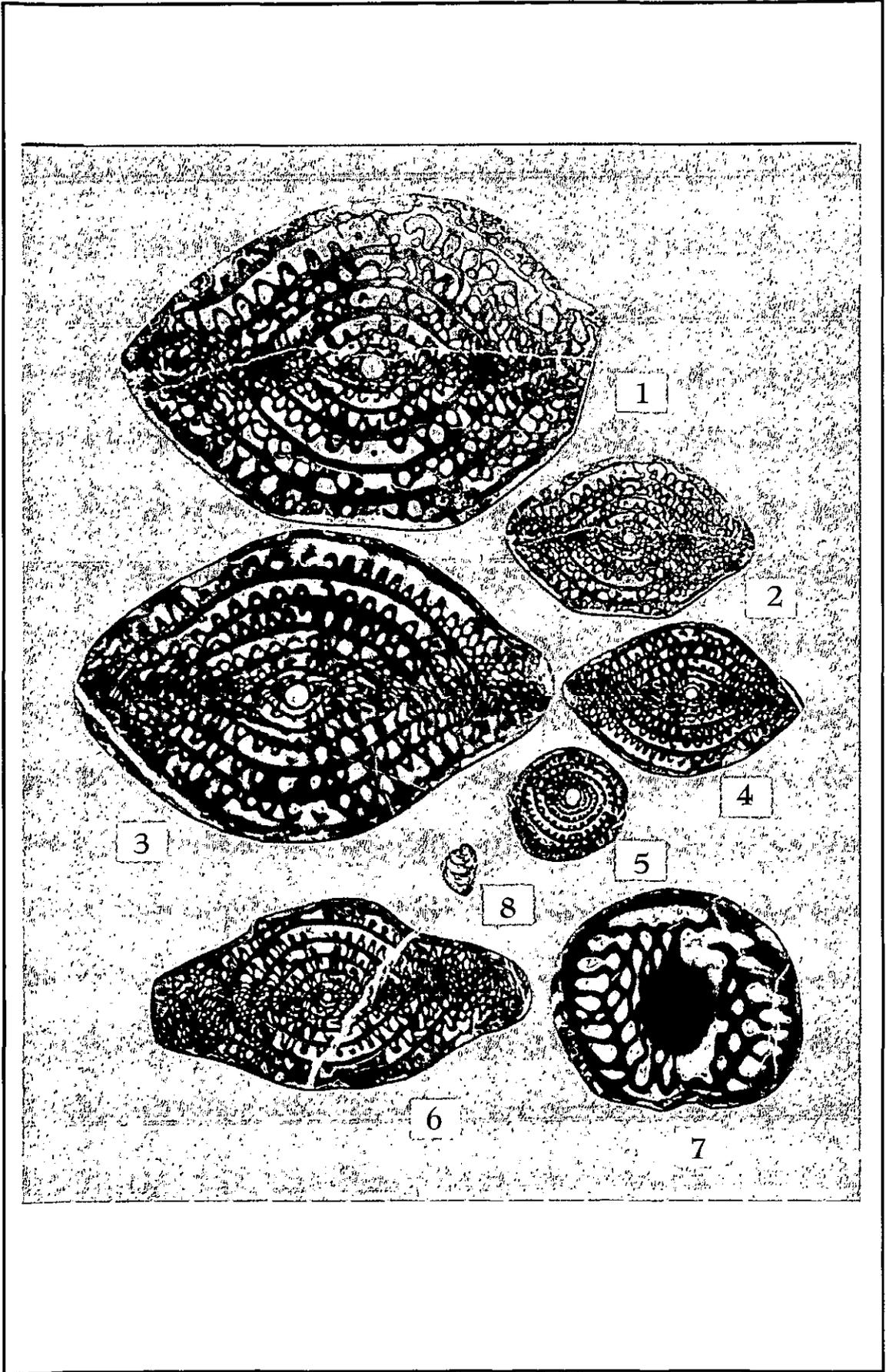


Lámina XII Fusulinidos de Cerro Prieto, Sonora

Cuniculinella sp. A

(Todas las figuras 10X)

Figuras 1-10

Cuniculinella sp. A

Localidad Yaqui O3

Figs. 1, 3 y 9 Sección longitudinal. Uni-Son 287,288 y 289.

Localidad Yaqui O1.

Figs. 2, 5 y 8 Sección longitudinal Uni-Son 290, 291 y 292.

Fig. 4 Sección longitudinal. Localidad Yaqui M, Uni-Son 293

Fig. 6 Sección longitudinal. Localidad Yaqui A, Uni-Son 294

Fig. 7 Sección longitudinal. Localidad Yaqui O, Uni-Son 295 (3)

Fig. 10 Sección longitudinal. Localidad Yaqui A, Uni-Son 296

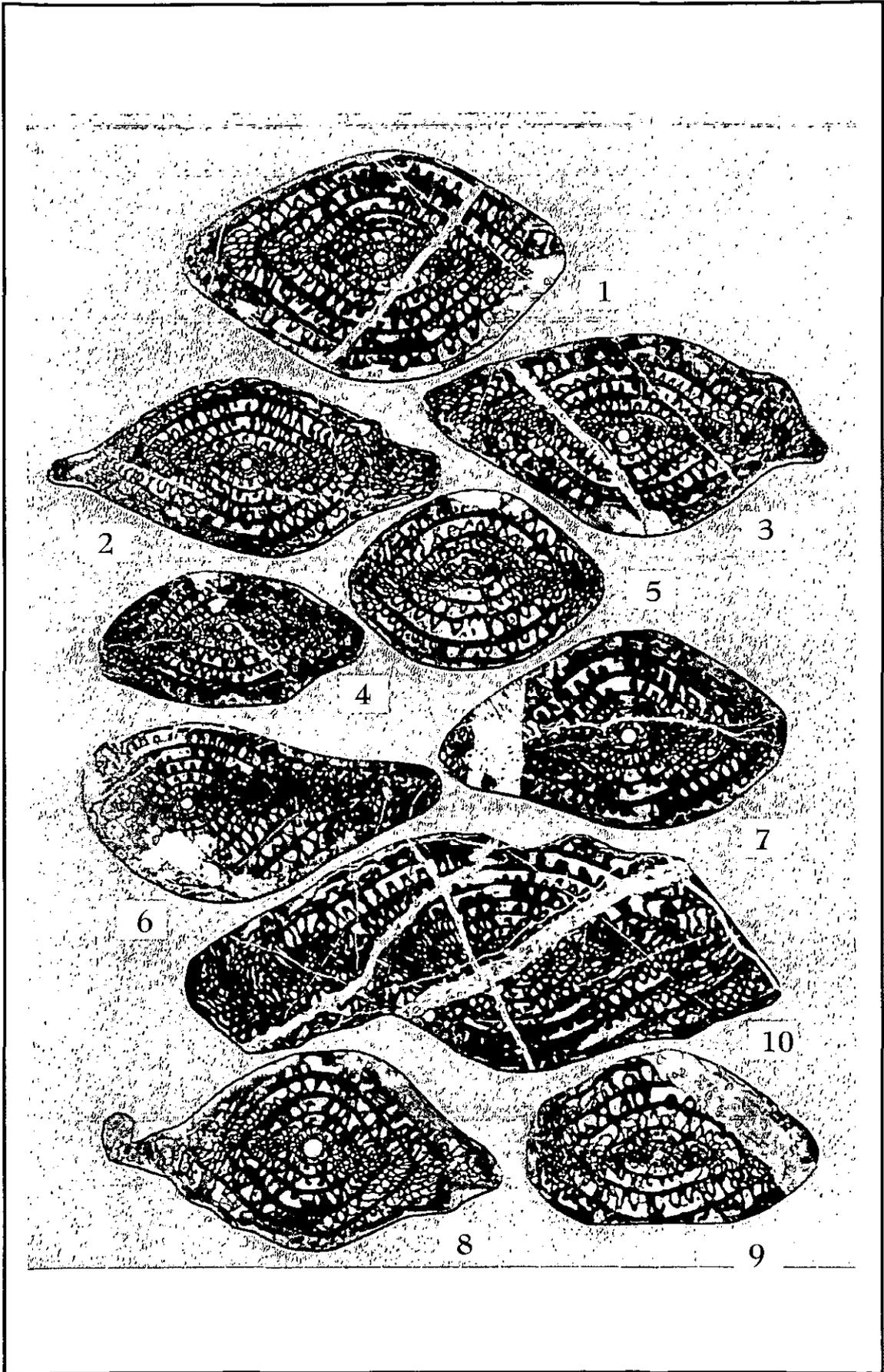


Lámina XIII Fusulínidos de Sierra Santa Teresa y Cerro Las Rastras, oeste-  
centro de Sonora

Cuniculinella, Schwagerina y paleotextulárido

(Todas las figuras 10X)

Figuras 1-8

Localidad Santa Teresa

Cuniculinella sp. B

Fig. 1 Sección longitudinal, Uni-Son 301 (1)

Fig. 2 Sección transversal, Uni-Son 302

Figs. 3-5. Misma especie. Sección longitudinal. Uni-Son 303, 304 y 305.

Fig. 6 Paleotextulárido, sección tangencial, Uni-Son 306.

Localidad Rastras R4A

Schwagerina sp. B

Fig. 7 Sección longitudinal, Uni-Son 313

Fig 8 Especimen inmaduro. Sección longitudinal, Uni-Son 314.

---

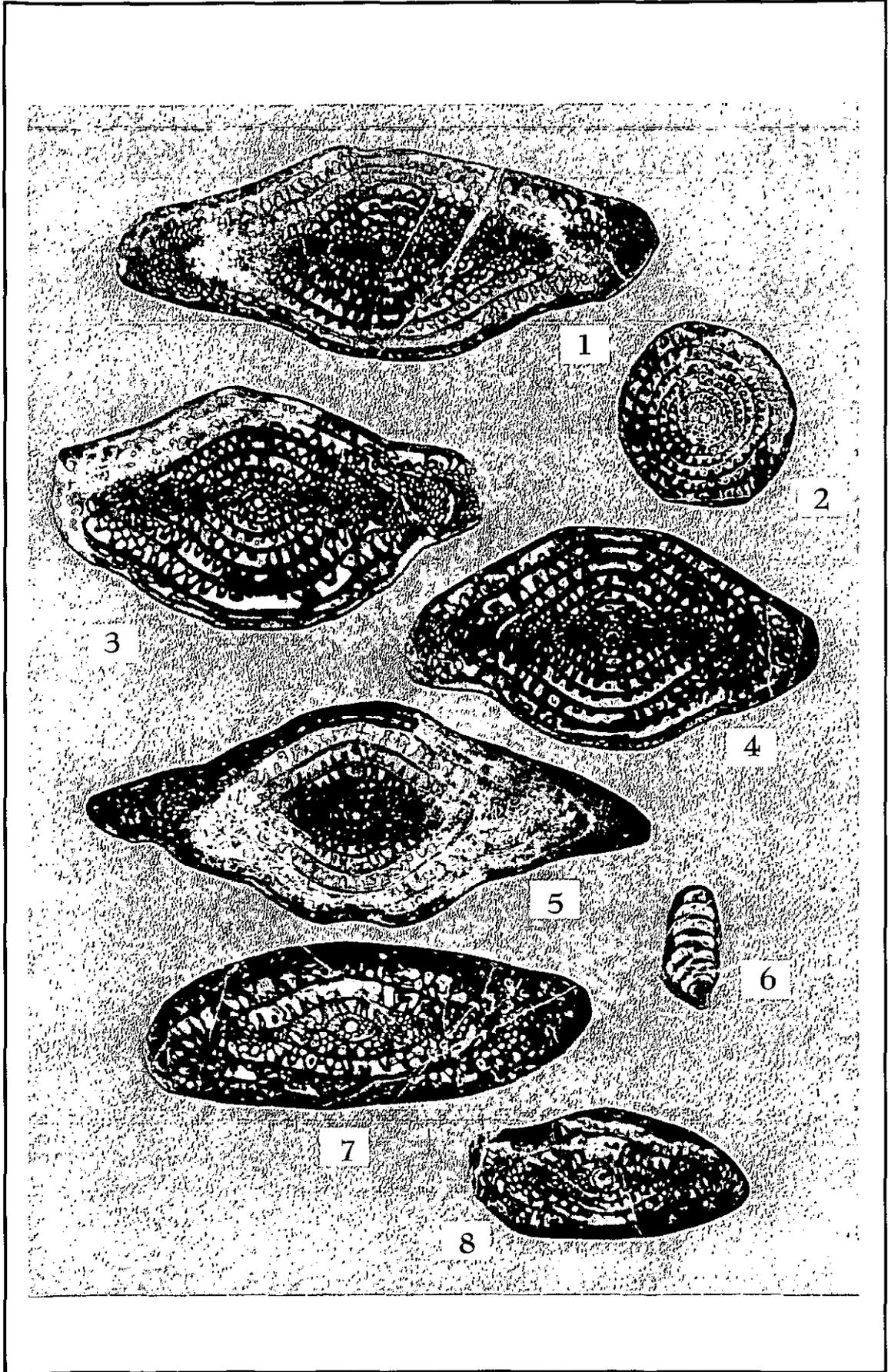


Lámina XIV Fusulínidos de Cerro Prieto y Cerro Las Rastras

Toriyamaia, Eoparafusulina, Schwagerina

Figuras 1-11

Localidad Santa Teresa 2

Toriyamaia cf. T. americana

Fig. 1 Sección longitudinal 20X, Uni-Son 315

Localidad Cerro Las Rastras

Eoparafusulina cf E. mendenhalli

Figs. 2 y 4 Sección longitudinal. Uni-Son 316 y 318.

Figs 3 y 5 Sección transversal. Uni-Son 317 y 319.

Eoparafusulina sp. A

Figs. 6 y 7 Sección longitudinal

Eoparafusulina sp. B

Fig. 8 Sección longitudinal, Uni-Son 322

Fig. 9 Sección tangencial, mostrando cuniculi. Uni-Son 323

Schwagerina sp. A

Figs. 10 y 11 Sección longitudinal Uni-Son 341 y 342

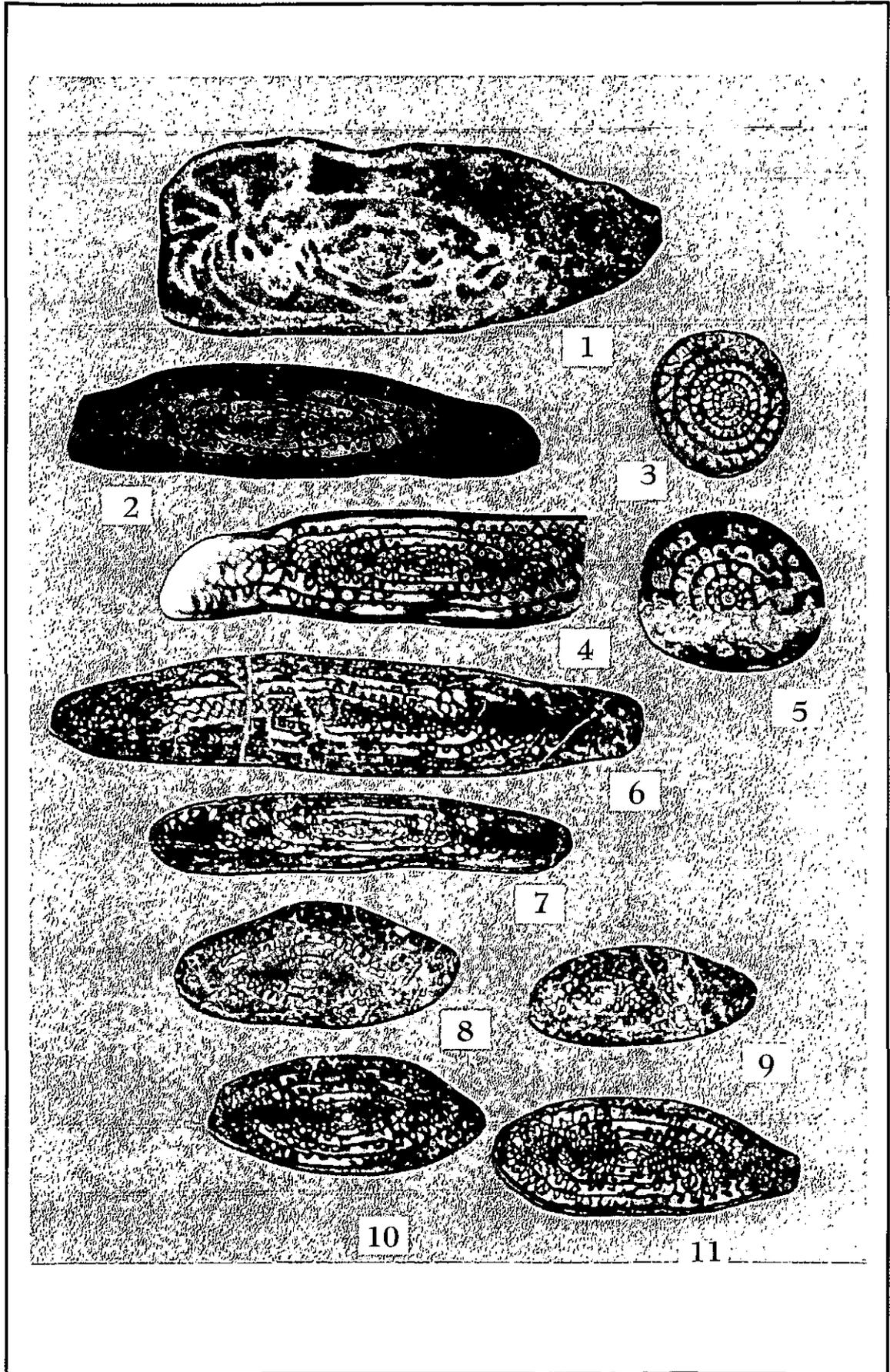


LÁMINA XV Fusulínidos de El Antimonio, Sonora (base Cerro El Molino)

Parafusulina antimonioensis Dunbar, 1953

Figuras 1-3

Localidad A2

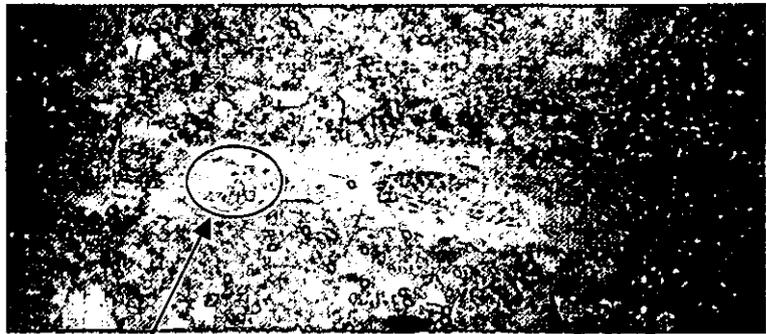
Fig. 1 Forma megalosférica. Sección longitudinal, ligeramente oblicua que no permite observar el ejemplar completo del extremo izquierdo. Uni-Son 343

Fig. 2 Sección tangencial, observándose los cunículi . Uni-Son 344

Fig. 3 Forma megalosférica. Sección longitudinal incompleta, ligeramente oblicua con doble proloculus. Uni-Son 345



1



cuniculi

2



3

**Eoparafusulina cf. E. mendenhalli****Lám. XIV**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rastras 5 (1)	10.36	1.90	260	0.18	0.3	0.49	0.68	0.91	-	-	-	-	0.16	0.72	1.29	2.28	3.76	5.50	-	-	-	0.06	0.12	0.20	0.18	0.25	-	-	-	-
Rastras 5 (2)	9.46	2.33	180	0.1	0.2	0.33	0.48	0.70	0.97	1.24	-	-	0.30	1.20	1.10	2.42	2.96	4.82	5.90	-	-	0.04	0.08	0.12	0.14	0.22	0.28	0.29	-	-
	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)											
Rastras 5 (1)	12 14 19 22 25 28 - - - -									- - - - - - - - -									0.010 0.015 0.020 0.040 0.060 0.060 - - -											
Rastras 5 (2)	7 16 23 27 30 - - - -									- - 0.28 0.38 0.56 0.74 - - -									0.010 0.020 0.040 0.060 0.070 0.080 0.080 - -											

**Eoparafusulina sp. A****Lám. XIV**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rastras 3 (2)	9.06	1.60	170	0.16	0.28	0.42	0.60	0.78	-	-	-	-	0.50	1.17	1.94	4.10	4.58	-	-	-	0.09	0.12	0.13	0.18	0.19	-	-	-	-	
Rastras3 (3)	12.80	2.40	310	0.22	0.34	0.48	0.66	0.86	0.98	-	-	-	0.23	0.34	0.71	1.28	2.22	3.18	5.60	6.06	-	0.09	0.09	0.12	0.14	0.18	0.20	0.10	-	-
	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)											
Rastras 3 (2)	- - - - - - - - -									- 0.36 0.46 0.57 - - - - -									0.020 0.030 0.040 0.050 0.060 - - -											
Rastras3 (3)	- - - - - - - - -									0.2 0.23 0.30 0.38 0.44 0.58 - - -									0.010 0.020 0.020 0.040 0.040 0.050 - - -											

**Eoparafusulina sp. B****Lám. XIV**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rastras 4	5.70	2.42	190	0.14	0.26	0.34	0.72	1.02	1.56	-	-	-	0.26	0.70	1.00	1.40	2.04	2.76	-	-	-	0.05	0.1	0.28	0.30	0.32	0.54	-	-	-
	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)											
Rastras 4	- - - - - - - - -									- - 0.28 0.34 0.46 0.58 - - -									0.015 0.030 0.060 0.080 0.100 - - -											

**Skinnerella cobachiensis n. sp.**

**Lám. I**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cobachi CO1 (1)	11.33	4.20	450	0.29	0.41	0.58	0.89	1.08	1.32	1.63	1.95	-	0.66	0.96	1.22	1.88	2.38	3.04	3.83	4.74	5.36	0.12	0.16	0.20	0.30	0.29	0.30	0.31	-	-
Cobachi CO1 (2)	12.59	3.34	340	0.39	0.57	0.77	1.09	1.36	1.70	2.02	-	-	0.60	0.88	1.22	1.78	2.28	3.43	5.29	6.30	-	0.22	0.18	0.20	0.31	0.27	0.34	0.32	-	-
Cobachi CO1 (3)	8.88	3.19	445	0.27	0.44	0.68	1.00	1.34	1.62	-	-	-	0.60	1.10	1.80	2.28	3.10	4.28	-	-	-	0.09	0.18	0.24	0.32	0.34	0.28	-	-	-
Cobachi CO1 (4)	10.80	3.50	410	0.24	0.36	0.54	0.76	0.98	1.26	1.67	-	-	0.39	0.86	1.32	1.96	3.10	3.91	5.34	-	-	0.06	0.12	0.18	0.22	0.22	0.28	0.36	-	-
Cobachi CO1 (5)	10.66	3.40	446	0.26	0.34	0.51	0.68	0.94	1.26	1.61	-	-	0.46	0.84	1.32	1.72	2.66	3.70	4.80	-	-	0.04	0.08	0.17	0.16	0.27	0.31	0.36	-	-
Cobachi CO1 (m)	10.8	4.10	320	0.24	0.30	0.44	0.58	0.20	1.00	1.20	1.60	1.94	0.52	0.76	1.10	1.52	2.22	2.68	3.22	4.54	5.52	0.09	0.04	0.18	0.14	0.20	0.21	0.20	0.38	0.36
Cobachi CO1 (n)	11.30	3.28	420	0.21	0.32	0.52	0.75	1.20	1.38	1.72	-	-	0.44	1.02	1.54	1.88	2.98	4.42	5.68	-	-	0.09	0.04	0.18	0.14	0.20	0.21	0.20	0.38	0.36
				conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
Cobachi CO1 (1)				10	22	25	27	34	38	42	44	-	-	-	0.21	0.29	0.41	0.52	0.69	0.88	-	0.020	0.040	0.040	0.040	0.060	0.090	0.090	0.100	-
Cobachi CO1 (2)				15	18	26	34	36	40	44	-	-	-	-	-	0.17	0.26	0.41	0.58	0.69	-	0.010	0.020	0.020	0.050	0.060	0.080	0.100	0.090	-
Cobachi CO1 (3)				14	21	26	32	36	43	-	-	-	-	0.06	0.15	0.21	0.30	-	-	-	-	0.040	0.040	0.070	0.080	0.080	0.090	-	-	-
Cobachi CO1 (4)				7	16	22	30	33	35	38	-	-	-	-	-	0.13	0.34	0.60	-	-	-	0.020	0.020	0.040	0.050	0.060	0.100	0.090	-	-
Cobachi CO1 (5)				12	23	28	29	32	40	48	-	-	-	-	-	-	-	0.53	0.77	-	-	0.015	0.010	0.050	0.050	0.060	0.090	0.080	-	-
Cobachi CO1 (m)				9	18	23	28	36	40	45	49	57	0.24	0.26	0.34	0.40	0.48	0.56	0.64	0.76	0.86	0.010	0.015	0.015	0.020	0.050	0.060	0.080	0.080	0.080
Cobachi CO1 (n)				8	20	24	27	32	36	40	-	-	-	0.22	0.26	0.36	0.52	0.68	0.92	-	-	0.015	0.015	0.020	0.040	0.060	0.080	0.080	-	-

**Skinnerella sp. A**

**Lám. VI**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prof.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui H (1)	13.56	5.20	400	0.38	0.64	0.87	1.22	1.52	2.00	2.24	-	-	1.02	1.60	2.30	3.12	4.00	5.22	5.90	-	-	0.20	0.26	0.22	0.33	0.31	0.44	0.30	-	-
Yaqui H (2)	13.56	4.20	530	0.44	0.67	0.89	1.10	1.31	1.63	2.10	-	-	1.05	1.79	2.48	3.20	3.95	5.43	6.99	-	-	0.2	0.23	0.22	0.22	0.21	0.31	0.47	-	-
Yaqui H (3)	11.52	3.62	680	0.60	0.90	1.80	1.40	1.76	1.88	-	-	-	0.68	1.42	2.58	3.68	4.69	5.76	-	-	-	0.12	0.45	0.32	0.36	0.31	0.38	-	-	-
Yaqui H (4)	11.10	3.40	580	0.44	0.67	0.88	1.18	1.44	1.64	1.78	-	-	0.58	1.34	2.23	2.89	3.80	6.03	-	-	-	0.16	0.23	0.20	0.31	0.26	0.20	-	-	-
Yaqui H (5)	13.50	3.62	550	0.33	0.47	0.69	0.89	1.19	1.43	1.83	-	-	0.54	1.18	2.18	2.88	3.56	5.43	6.40	-	-	0.15	0.22	0.20	0.29	0.24	0.39	-	-	-
Yaqui O1	9.20	3.30	660	0.40	0.73	0.98	1.26	1.58	1.87	-	-	-	0.80	1.57	2.48	3.28	3.91	-	-	-	-	0.18	0.34	0.24	0.28	0.30	0.26	-	-	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui H (1)	9	18	23	27	33	39	43	45	-	0.32	0.58	0.76	1.06	1.36	1.70	-	-	-	0.020	0.060	0.040	0.080	0.100	0.120	0.080	-	-
Yaqui H (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.16	0.29	0.40	0.51	0.65	0.77	-	-	-	0.040	0.050	0.060	0.080	0.100	0.120	0.090	-	-
Yaqui H (3)	18	28	32	39	40	44	47	-	-	-	0.12	0.20	0.48	0.62	0.94	1.05	-	-	0.060	0.060	0.070	0.090	0.100	0.100	-	-	-
Yaqui H (4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.32	0.54	0.75	0.93	1.16	-	-	0.050	0.040	0.060	0.090	0.090	0.120	-	-	-
Yaqui H (5)	15	26	28	32	38	-	-	-	-	-	0.21	0.34	0.50	0.65	0.80	-	-	-	0.020	0.030	0.040	0.060	0.050	0.100	0.120	-	-
Yaqui O1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.23	0.32	0.70	0.91	-	-	-	-	0.020	0.020	0.040	0.060	0.080	0.080	-	-	-

**Skinnerella sp. B**

**Lám. VII**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prof.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui H (1)	10.30	3.84	230	0.40	0.58	0.82	1.12	1.40	1.64	-	-	-	0.90	1.44	2.00	2.98	3.88	4.58	5.64	-	-	0.18	0.18	0.22	0.30	0.29	0.27	-	-	-
Yaqui H (2)	11.50	4.10	300	0.32	0.50	0.69	0.94	1.17	1.48	1.96	-	-	0.84	1.48	2.10	3.28	4.28	5.56	5.96	-	-	0.09	0.18	0.18	0.26	0.20	0.31	0.45	-	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui H (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	0.36	0.54	0.78	1.08	1.28	1.64	-	-	0.010	0.020	0.020	0.040	0.060	0.100	-	-	-
Yaqui H (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	0.32	0.58	0.87	1.17	1.47	1.47	1.68	-	0.015	0.020	0.030	0.060	0.070	0.100	0.100	-	-

**Skinnerella sp. C**

**Lám. VII**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui H (1)	12.40	4.20	440	0.48	0.60	0.84	1.18	1.50	1.80	2.08	-	-	1.10	1.58	2.12	2.88	3.30	5.26	6.86	-	-	0.24	0.12	0.28	0.3	0.32	0.3	0.28	-	-
Yaqui H (2)	11.50	5.10	280	0.30	0.42	0.64	0.88	1.41	1.70	2.20	2.41	-	0.84	1.24	1.86	2.72	4.08	4.72	5.92	6.50	-	0.06	0.08	0.22	0.23	0.56	0.3	0.33	0.40	-
Yaqui H (3)	9.20	4.40	230	0.24	0.40	0.66	0.97	1.30	1.70	2.12	-	-	0.54	1.20	1.70	2.42	3.20	4.12	4.60	5.30	-	0.10	0.15	0.28	0.32	0.34	0.41	0.38	-	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui H (1)	12	19	25	30	34	39	44	47	-	0.80	0.92	1.12	1.40	1.72	2.08	2.32	-	-	0.020	0.040	0.070	0.080	0.120	0.120	0.100	-	-
Yaqui H (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	0.18	0.38	0.60	0.78	1.00	-	-	-	0.020	0.040	0.050	0.060	0.070	0.080	0.100	0.100	-
Yaqui H (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	0.60	0.86	1.81	1.58	-	-	-	0.015	0.020	0.040	0.060	0.080	0.070	0.100	-	-

**Skinnerella sp. D**

**Lám. IV**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui A	13.00	3.90	540	0.42	0.58	0.82	1.02	1.36	1.64	1.90	-	-	0.86	1.38	2.04	2.78	3.60	4.44	5.82	-	-	0.10	0.14	0.24	0.22	0.32	0.28	0.24	-	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui A	9	12	19	28	35	42	51	-	-	0.24	0.46	0.80	1.06	1.36	-	-	-	-	0.020	0.042	0.060	0.040	0.080	0.080	0.120	-	-

**Skinnerella sp. E**

**Lám. IV**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui G	12.30	3.30	520	0.38	0.64	0.90	1.12	1.39	-	-	-	-	0.40	0.98	1.84	2.86	3.60	5.04	6.24	-	-	0.014	0.024	0.026	0.022	0.026	-	-	-	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.38	0.60	0.78	0.98	1.06	-	-	-	-	0.010	0.015	0.020	0.090	0.100	0.100	-	-	-

**Skinnerella sp. F****Lám. X**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta									
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Sta. Teresa 2	10.50	3.38	380	0.36	0.48	0.72	1.00	1.28	1.72	-	-	-	0.62	0.80	1.42	2.12	3.10	4.10	4.90	-	-	-	0.08	0.12	0.24	0.26	0.28	0.42	-	-	-
Sta. Teresa 2	conteo septal acumulativo												anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)									
	-												0.68 0.94 1.38 1.70 - - -									0.040 0.060 0.060 0.100 0.110 0.140 - - -									

**Skinnerella sp. G****Lám. IX**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui H	10.50	3.30	50	0.08	0.18	0.27	0.40	0.60	0.77	1.02	1.22	-	0.20	0.60	0.86	1.20	1.58	2.38	3.32	3.84	-	-	0.06	0.08	0.09	0.14	0.20	0.16	0.26	0.20
Yaqui H	conteo septal acumulativo												anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	-												0.06 0.14 0.26 0.44 0.62 0.88 1.14 -									0.015 0.020 0.040 0.040 0.040 0.040 0.060 0.040 -								

**Parafusulina antimonioensis****FIGURA 10 A Y 10 B**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta									
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Caborca (1)	9.84	3.40	600	0.32	0.4	0.52	0.66	0.78	0.98	1.20	1.46	1.70	0.73	1.08	1.48	2.08	2.78	3.80	5.12	6.08	7.42	0.08	0.08	0.12	0.14	0.14	0.20	0.22	0.26	0.26	
Caborca (2)	27.00	3.32	520	0.22	0.38	0.56	0.72	1.02	1.30	1.59	1.90	-	0.40	0.78	1.29	2.28	3.20	9.28	11.60	16.40	-	-	0.06	0.12	0.20	0.16	0.30	0.28	0.30	0.30	-
Caborca (1)	conteo septal acumulativo												anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)									
	10 24 32 36 43 45 47 49 50 -												0.17 0.25 0.32 0.46 0.58 - - -									0.040 0.040 0.040 0.040 0.050 0.040 0.080 0.080 0.060									
Caborca (2)	-												-									0.020 0.040 0.100 0.040 0.050 0.120 0.080 0.070 -									

**Parafusulina cf. P. durhami**

**Lám. II**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cobachi CO3 (1)	14.10	3.59	200	0.20	0.30	0.44	0.86	1.16	1.42	1.78	-	-	0.41	0.74	1.72	2.70	3.72	5.05	6.38	6.02	-	0.04	0.09	0.14	0.2	0.23	0.28	0.27	0.34	-
Cobachi CO3 (2)	12.61	3.33	320	0.17	0.28	0.42	0.60	0.81	1.07	1.31	1.58	-	0.23	0.73	1.35	1.78	2.66	4.18	5.17	6.06	-	0.04	0.14	0.18	0.21	0.27	0.29	0.29	0.32	-
				conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
Cobachi CO3 (1)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.36	0.48	0.86	1.16	1.36	-	0.010	0.020	0.030	0.040	0.080	0.090	0.090	0.070	-
Cobachi CO3 (2)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	0.16	0.25	0.41	0.63	0.83	1.04	-	0.010	0.020	0.030	0.060	0.070	0.070	0.090	0.080	-

**Parafusulina cf. P. multisepta**

**Lám. III**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cobachi CO3 (1)	10.50	3.52	160	0.12	0.20	0.32	0.43	0.66	0.92	1.26	1.56	1.80	0.20	0.62	0.98	1.20	1.80	2.40	3.28	4.20	5.34	0.08	0.09	0.12	0.22	0.28	0.28	0.30	0.30	-
Cobachi CO3 (2)	9.96	3.90	220	0.12	0.24	0.40	0.58	0.80	1.09	1.40	1.78	2.12	0.56	0.94	1.40	2.22	2.96	3.86	4.74	5.22	-	0.04	0.1	0.12	0.18	0.22	0.26	0.32	0.40	0.32
SM5 (1)	10.90	3.90	200	0.16	0.22	0.39	0.62	0.88	1.18	1.47	1.88	-	0.24	0.42	0.88	1.40	2.30	3.26	4.37	5.50	-	0.06	0.06	0.16	0.23	0.26	0.30	0.30	0.40	-
SM5 (2)	10.50	3.00	-	0.24	0.40	0.58	0.84	1.10	1.41	1.91	-	-	0.63	0.89	1.44	1.98	2.78	4.26	4.94	-	-	0.11	0.16	0.18	0.27	0.24	0.31	0.50	-	-
SM5 (3)	10.02	2.90	180	0.12	0.22	0.34	0.58	0.78	1.03	1.03	1.42	-	0.28	0.62	1.02	1.80	2.70	4.02	5.32	-	-	0.04	0.09	0.12	0.23	0.22	0.24	0.39	-	-
				conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
Cobachi CO3 (1)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	0.20	0.34	0.54	0.74	0.94	1.14	0.015	0.020	0.020	0.040	0.060	0.080	0.110	0.090	0.100
Cobachi CO3 (2)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.22	0.38	0.54	0.7	0.92	-	-	0.010	0.020	0.040	0.070	0.100	0.070	0.120	0.080	-
SM5 (1)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	0.33	0.50	0.66	0.92	-	0.010	0.020	0.040	0.060	0.070	0.090	0.050	0.100	-
SM5 (2)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	0.16	0.32	0.48	0.64	-	-	-	0.020	0.030	0.050	0.050	0.060	0.100	0.100	-	-
SM5 (3)				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.020	0.040	0.050	0.060	0.090	0.090	-	-

**Parafusulina sp. A**

**Lám. II**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cobachi CO3 (1)	10.51	2.40	280	0.18	0.22	0.24	0.40	0.58	0.80	1.00	-	-	0.38	0.64	1.12	1.86	2.64	3.82	5.40	-	-	0.04	0.04	0.02	0.16	0.18	0.2	0.22	-	-
Cobachi CO3 (2)	13.30	2.28	200	0.12	0.14	0.24	0.32	0.50	0.66	0.96	1.18	-	0.20	0.72	1.08	1.48	2.33	3.16	4.46	6.00	-	0.06	0.04	0.08	0.09	0.18	0.16	0.3	0.22	-
Cobachi CO3 (3)	13.50	2.20	200	0.16	0.22	0.40	0.62	0.82	1.04	-	-	-	0.68	1.58	2.96	4.60	5.92	6.20	-	-	-	0.08	0.06	0.16	0.23	0.20	0.22	-	-	-
Cobachi CO3 (4)	12.10	2.52	300	0.20	0.24	0.40	0.60	0.86	1.10	-	-	-	0.72	1.60	2.98	4.90	5.98	6.80	-	-	-	0.010	0.012	0.015	0.022	0.024	0.022	-	-	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cobachi CO3 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	0.22	0.54	0.48	-	-	0.010	0.010	0.015	0.020	0.040	0.080	0.060	-	-
Cobachi CO3 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.28	0.46	0.74	0.96	-	0.010	0.015	0.015	0.020	0.040	0.060	0.070	0.070	-
Cobachi CO3 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	0.30	0.46	0.50	0.54	-	-	-	0.015	0.020	0.040	0.050	0.080	0.080	-	-	-
Cobachi CO3 (4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.36	0.50	0.62	0.66	-	-	-	0.015	0.020	0.040	0.050	0.080	0.080	-	-	-

**Parafusulina sp. B**

**Lám. III**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cobachi CO2 (1)	9.2	3.40	100	0.10	0.20	0.30	0.51	0.72	1.20	1.34	1.53	-	0.38	0.92	1.28	2.20	3.24	4.62	5.90	6.40	-	0.10	0.14	0.18	0.20	0.22	0.30	0.34	-	-
Cobachi CO2 (2)	10.40	3.94	110	0.12	0.18	0.36	0.53	0.88	1.14	1.48	1.84	-	0.52	1.04	2.18	3.70	5.00	6.40	6.90	-	-	0.08	0.12	0.18	0.18	0.38	0.28	0.34	0.34	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cobachi CO2 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.28	0.42	0.54	0.70	0.90	1.10	-	-	0.010	0.020	0.020	0.030	0.040	0.060	0.080	-	-
Cobachi CO2 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.28	0.54	0.72	0.98	1.18	-	-	0.010	0.020	0.040	0.040	0.060	0.070	0.080	0.080	-

**Parafusulina sp. C**

**Lám. III**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cobachi CO2	9.98	2.28	120	0.08	0.18	0.24	0.38	0.52	0.68	0.88	1.14	-	0.42	0.92	1.22	1.96	2.60	3.44	4.40	5.48	-	0.08	0.10	0.08	0.14	0.14	0.18	0.2	0.24	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cobachi CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	0.20	0.25	0.30	0.42	0.56	0.76	-	0.010	0.010	0.015	0.015	0.020	0.040	0.040	0.060	-

**Parafusulina sp. D****Lám. IV**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui G	11.10	3.90	420	-	0.42	0.64	0.90	1.10	1.26	1.50	-	-	0.38	0.90	1.42	2.18	2.88	4.52	5.28	-	-	0.15	0.20	0.22	0.24	0.20	0.14	0.22	-	-
Yaqui G	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)											
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.34	0.44	0.62	0.88	0.98	1.12	1.34	-	-	0.015	0.020	0.040	0.050	0.060	0.120	0.120	-	-

**Parafusulina sp. E****Lám. IV**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui C	11.40	3.10	370	0.18	0.26	0.40	0.60	0.89	1.03	1.32	-	-	0.48	0.78	1.16	2.34	2.95	4.17	6.01	-	-	0.04	0.06	0.13	0.20	0.19	0.24	0.29	-	-
Yaqui C	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)											
	6	16	24	32	39	46	54	-	-	-	-	-	0.38	0.42	0.74	1.03	-	-	-	-	-	0.010	0.020	0.050	0.040	0.050	0.090	0.070	-	-

**Parafusulina sp. G****Lám.V**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui D (1)	13.95	4.20	480	0.36	0.56	0.88	1.09	1.35	1.72	1.91	-	-	0.50	1.04	1.82	2.50	3.12	4.54	5.58	-	-	0.10	0.20	0.31	0.20	0.26	0.38	0.20	-	-
Yaqui D (2)	14.20	3.30	120	0.16	0.26	0.39	0.57	0.72	1.00	1.24	1.68	-	0.26	0.63	1.10	1.74	2.54	3.48	5.74	7.42	-	0.04	0.10	0.12	0.19	0.20	0.23	0.24	0.32	-
Yaqui D (3)	11.20	3.58	110	0.14	0.24	0.36	0.60	0.78	0.98	1.36	1.56	-	0.42	0.64	1.10	2.00	2.88	3.90	4.50	5.40	-	0.02	0.10	0.12	0.24	0.20	0.20	0.38	0.18	-
Yaqui D (4)	9.20	3.82	320	0.20	0.30	0.44	0.61	0.91	1.28	1.57	1.80	-	0.46	0.76	1.38	1.86	2.58	4.12	5.00	5.60	-	0.06	0.10	0.18	0.16	0.30	0.28	0.34	0.30	-
Yaqui D (1)	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)											
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	0.46	0.76	1.08	-	-	-	-	-	0.020	0.030	0.040	0.060	0.080	0.100	0.080	-	-
Yaqui D (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	0.28	0.42	0.58	-	-	-	-	-	0.015	0.015	0.020	0.040	0.060	0.100	0.100	0.130	-
Yaqui D (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015	0.015	0.020	0.060	0.060	0.100	0.060	0.090	-
Yaqui D (4)	9	21	28	34	40	44	50	-	-	-	-	-	0.32	0.46	0.68	0.86	1.12	-	-	-	-	0.020	0.040	0.050	0.060	0.060	0.080	0.080	0.080	-

**Parafusulina sp. F**

**Lám. IV y IX**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cantera 1	7.50	3.20	280	0.20	0.28	0.42	0.58	0.80	1.06	1.36	1.58	-	0.22	0.48	0.80	1.18	1.76	2.54	3.30	4.12	-	0.06	0.08	0.16	0.16	0.22	0.26	0.32	0.2	-
Sta. Teresa 2	7.62	2.74	280	0.24	0.40	0.58	0.78	1.02	1.24	-	-	-	0.44	0.84	1.10	1.68	2.30	3.34	4.18	-	-	0.08	0.14	0.18	0.2	0.24	0.22	-	-	-
Yaqui C	7.82	2.64	180	0.18	0.20	0.44	0.70	1.00	1.24	-	-	-	0.40	0.66	1.04	1.72	2.42	2.98	3.94	-	-	0.09	0.12	0.12	0.20	0.30	0.24	-	-	-
Yaqui M (2)	7.96	2.80	300	0.20	0.22	0.32	0.44	0.52	0.66	0.80	1.10	-	0.43	0.66	0.84	1.22	1.68	2.28	3.18	3.90	-	0.06	0.02	0.08	0.12	0.08	0.14	0.14	0.30	-
Yaqui M (3)	6.10	2.10	110	0.08	0.12	0.24	0.38	0.56	0.90	-	-	-	0.40	0.52	1.02	1.54	2.70	3.06	-	-	-	0.08	0.04	0.10	0.13	0.18	0.36	-	-	-
Yaqui M (4)	8.40	3.20	340	0.26	0.40	0.56	0.74	0.96	1.18	1.36	-	-	0.42	0.70	1.06	1.62	2.28	3.10	3.60	-	-	0.02	0.16	0.14	0.18	0.20	0.23	0.17	-	-
Yaqui M (6)	4.50	2.00	340	0.22	0.30	0.42	0.61	0.82	1.09	-	-	-	0.44	0.80	1.06	1.56	2.12	2.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cantera 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	0.20	0.24	0.34	0.46	0.62	0.72	-	0.020	0.060	0.040	0.060	0.080	0.120	-	-	-
Sta. Teresa 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.12	0.28	0.38	0.50	0.62	-	-	-	0.020	0.040	0.040	0.060	0.100	0.080	-	-	-
Yaqui C	7	12	20	28	39	45	-	-	-	-	-	-	0.06	0.21	0.36	0.48	0.66	-	0.010	0.010	0.015	0.020	0.050	0.080	0.080	-	-
Yaqui M (2)	8	19	34	50	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.020	0.020	0.030	0.040	0.080	0.080	-	-
Yaqui M (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.010	0.020	0.020	0.060	0.080	-	-	-
Yaqui M (4)	7	18	36	48	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.020	0.040	0.040	0.040	0.050	0.060	-	-	-
Yaqui M (6)	5	12	24	39	52	65	-	-	-	-	-	0.22	0.32	0.44	0.56	-	-	-	0.010	0.020	0.040	0.040	0.040	0.060	-	-	-

164

**Parafusulina sp. H**

**Lám. V**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui D (1)	9.20	3.10	260	0.32	0.46	0.72	0.93	1.19	1.48	-	-	-	0.76	1.06	1.62	2.58	3.82	4.56	-	-	-	0.19	0.13	0.26	0.20	0.28	0.28	-	-	-
Yaqui D (2)	12.30	3.06	210	0.15	0.31	0.43	0.59	0.81	1.04	1.36	1.67	-	0.22	0.64	1.02	1.80	2.38	3.52	3.80	4.76	5.42	0.04	0.12	0.11	0.12	0.21	0.31	0.31	-	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui D (1)	7	18	24	32	45	52	59	-	-	-	-	0.08	0.20	0.38	0.52	-	-	-	0.015	0.020	0.040	0.050	0.080	0.100	-	-	-
Yaqui D (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	0.30	0.44	0.62	0.84	-	-	0.010	0.020	0.040	0.050	0.080	0.090	0.100	0.100	-

**Parafusulina sp. I**

**Lám. VIII**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui O	12.50	2.89	423	0.30	0.43	0.58	0.78	1.00	1.25	1.46	-	-	0.69	1.10	1.50	2.10	3.60	4.72	5.80	-	-	0.08	0.13	0.15	0.20	0.21	0.25	0.21	-	-
Yaqui O	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)											
	-									-									-											

**Parafusulina sp. J**

**Lám. VIII**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui O	10.20	2.60	210	0.15	0.22	0.31	0.48	0.63	0.90	1.21	-	-	0.28	0.44	1.15	1.80	2.30	2.98	3.91	-	-	0.06	0.07	0.10	0.10	0.22	0.22	0.25	-	-
Sta. Teresa 2 (1)	11.02	3.50	240	0.20	0.28	0.42	0.58	0.76	1.00	1.22	1.46	-	0.42	0.98	1.32	2.18	2.74	3.40	4.80	5.28	-	0.08	0.1	0.14	0.18	0.18	0.23	0.23	0.26	-
Sta. Teresa 2 (2)	10.60	2.98	250	0.21	0.27	0.37	0.49	0.74	1.00	1.21	1.51	-	0.30	0.58	1.22	1.96	2.48	3.46	4.01	4.52	-	0.07	0.06	0.10	0.11	0.25	0.25	0.22	0.30	-
Yaqui O2	8.80	3.40	250	0.15	0.33	0.44	0.50	0.62	0.83	1.06	1.32	1.60	0.53	0.80	1.14	1.48	1.89	2.72	3.14	3.50	3.84	0.03	0.08	0.08	0.14	0.12	0.21	0.23	0.26	0.27
Yaqui O	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)											
	-									-									-											
Sta. Teresa 2 (1)	-									-									-											
Sta. Teresa 2 (2)	-									-									-											
Yaqui O2	-									-									-											

**Parafusulina sp. K**

**Lám. VIII**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sta. Teresa 2	11.10	3.80	410	0.24	0.33	0.52	0.74	1.04	1.42	1.81	-	-	0.52	0.96	1.72	2.68	3.20	4.80	5.60	-	-	0.08	0.08	0.19	0.20	0.31	0.38	0.38	-	-
Yaqui O2	7.22	2.78	280	0.18	0.22	0.32	0.46	0.64	0.82	1.04	1.34	-	0.38	0.76	1.08	1.52	2.20	3.14	3.90	-	-	0.08	0.06	0.10	0.12	0.20	0.18	0.22	0.30	-
Sta. Teresa 2	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)											
	-									-									-											
Yaqui O2	-									-									-											

**Parafusulina sp. L**

**Lám. X**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sta. Teresa 2 (1)	11.50	2.30	180	0.12	0.22	0.36	0.50	0.68	0.80	1.00	-	-	0.16	0.42	0.92	1.50	2.40	3.54	4.98	5.74	-	0.06	0.08	0.12	0.14	0.18	0.22	0.14	-	-
Sta. Teresa 2 (2)	6.20	2.30	180	0.20	0.28	0.40	0.58	0.70	0.84	1.06	-	-	0.38	0.62	1.14	1.40	2.80	3.42	3.98	5.72	-	0.10	0.06	0.10	0.16	0.18	0.16	0.20	-	-

	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)																			
Sta. Teresa 2 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.42	0.62	0.72	-	-	-	-	-	-	0.010	0.020	0.020	0.040	0.080	0.140	0.140	-	-
Sta. Teresa 2 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	0.26	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.020	0.020	0.040	0.060	0.080	0.080	-	-

**Parafusulina sp. M**

**Lám. X**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SM5 (1)	10.70	2.82	80	0.12	0.16	0.24	0.40	0.60	0.83	1.04	1.40	-	0.10	0.29	0.62	1.02	1.62	2.76	3.82	5.46	6.28	0.08	0.04	0.08	0.16	0.21	0.23	0.30	0.26	-
SM5 (2)	9.68	2.80	220	0.14	0.16	0.30	0.50	0.76	1.09	1.38	-	-	0.28	0.62	1.18	1.94	2.92	4.14	4.78	-	-	0.04	0.02	0.12	0.22	0.24	0.33	0.30	-	-
SM5 (3)	9.48	3.00	200	0.12	0.20	0.34	0.52	0.78	1.04	1.34	-	-	0.30	0.70	1.16	1.82	2.88	4.10	4.98	-	-	0.04	0.06	0.12	0.18	0.26	0.28	0.30	-	-

	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)										
SM5 (1)	6	17	21	24	30	32	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.010	0.020	0.020	0.020	0.020	0.060	0.060	0.050
SM5 (2)	11	17	21	29	31	36	39	-	-	-	-	-	0.19	0.25	0.29	0.32	-	-	-	-	0.010	0.010	0.015	0.020	0.040	0.050	0.080	-	-
SM5 (3)	8	14	18	24	28	32	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.010	0.010	0.020	0.050	0.060	0.050	-	-

**Schwagerina sp. A**

Lám. XIV

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rastras 4 (1)	6.30	2.66	280	0.22	0.28	0.43	0.64	0.90	1.16	1.46	-	-	0.31	0.58	0.98	1.40	2.18	2.70	3.05	-	-	0.08	0.06	0.12	0.23	0.26	0.26	0.30	-	-
Rastras 4 (2)	5.90	3.06	240	0.22	0.38	0.63	0.94	1.28	1.54	-	-	-	0.31	0.75	1.52	2.04	2.44	2.76	-	-	-	0.11	0.15	0.26	0.32	0.33	0.26	-	-	-
Rastras 4 (3)	6.90	2.50	260	0.18	0.30	0.48	0.66	0.94	1.24	-	-	-	0.54	0.96	1.28	1.96	2.30	2.92	-	-	-	0.04	0.11	0.18	0.18	0.28	0.28	-	-	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rastras 4 (1)	10	16	23	25	27	-	-	-	-	0.18	0.23	0.34	-	-	-	-	-	0.010	0.040	0.040	0.040	0.080	0.100	0.090	-	-	
Rastras 4 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30	0.48	0.68	0.94	-	-	-	-	0.010	0.060	0.090	0.100	0.110	0.110	-	-	-	
Rastras 4 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.18	0.28	0.38	-	-	-	-	0.020	0.040	0.040	0.040	0.060	0.070	-	-	-	

**Schwagerina sp. B**

Lám. XIII

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rastras 4a (1)																														
Rastras 4a (2)	6.60	2.63	320	0.22	0.48	0.83	1.26	-	-	-	-	-	0.44	1.10	2.00	3.78	-	-	-	-	-	0.06	0.23	0.35	0.44	-	-	-	-	-
Rastras 4a (3)	9.50	3.10	400	0.36	0.74	1.15	1.56	-	-	-	-	-	0.59	1.35	2.69	3.98	-	-	-	-	-	0.20	0.36	0.42	0.40	-	-	-	-	-
	5.90	2.58	440	0.30	0.45	0.70	0.98	1.33	-	-	-	-	0.40	0.87	1.30	2.30	2.88	-	-	-	-	0.08	0.14	0.28	0.26	0.35	-	-	-	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rastras 4a (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.040	0.070	0.110	0.100	-	-	-	-	-
Rastras 4a (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	0.24	0.64	-	-	-	-	-	0.040	0.080	0.120	0.100	-	-	-	-	-	
Rastras 4a (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	0.14	0.30	0.54	-	-	-	-	0.020	0.050	0.040	0.060	0.100	-	-	-	-	

**Cuniculinella sp. A**

**Lám. XI y XII**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cantera 1 (1)	6.10	4.20	380	0.31	0.48	0.81	1.20	1.64	2.02	-	-	-	0.62	1.05	1.44	1.95	2.95	4.12	-	-	-	0.12	0.13	0.32	0.40	0.42	0.40	-	-	-
Cantera 1 (2)	6.10	4.28	270	0.21	0.41	0.71	1.12	1.49	1.81	2.11	-	-	0.31	1.01	1.43	1.88	2.12	2.68	3.98	-	-	0.06	0.25	0.25	0.43	0.35	0.32	0.30	-	-
Cantera 1 (3)	6.10	3.86	360	0.30	0.48	0.67	1.03	1.37	1.76	-	-	-	0.52	1.14	1.55	2.10	2.58	3.02	-	-	-	0.12	0.18	0.22	0.34	0.34	0.40	-	-	-
Cantera 1 (4)	5.80	3.50	280	0.22	0.44	0.76	1.08	1.44	1.88	-	-	-	0.31	0.74	1.24	1.68	2.30	2.95	-	-	-	0.09	0.22	0.30	0.31	0.36	0.44	-	-	-
Cantera 2 (1)	5.60	3.27	260	0.24	0.40	0.68	1.08	1.38	1.40	-	-	-	0.24	0.98	1.18	1.78	2.24	2.60	-	-	-	0.08	0.16	0.26	0.40	0.29	0.34	-	-	-
Cantera 2 (2)	9.82	4.42	320	0.29	0.48	0.94	1.28	1.76	2.14	-	-	-	0.33	0.66	1.36	2.52	3.16	3.68	4.86	-	-	0.12	0.18	0.36	0.44	0.49	0.40	-	-	-
Yaqui M	5.80	2.76	260	0.30	0.38	0.76	1.10	1.41	-	-	-	-	0.34	0.65	1.30	1.88	2.73	-	-	-	0.10	0.16	0.34	0.73	1.04	-	-	-	-	-
Yaqui O1	8.10	4.10	300	0.17	0.40	0.77	1.10	1.51	1.76	-	-	-	0.41	0.83	1.20	2.14	2.62	2.94	-	-	-	0.09	0.13	0.35	0.33	0.42	0.26	-	-	-
Yaqui O3 (1)	9.25	3.89	340	0.32	0.58	0.97	1.39	1.74	2.02	-	-	-	0.64	1.20	1.60	1.42	3.10	4.54	-	-	-	0.2	0.24	0.40	0.42	0.35	0.29	-	-	-
Yaqui O3 (2)	6.56	4.22	260	0.18	0.28	0.58	0.92	1.54	2.10	-	-	-	0.20	0.72	1.22	1.94	2.58	3.22	-	-	-	0.06	0.08	0.28	0.36	0.60	0.58	-	-	-
Yaqui O3 (3)	8.80	5.06	400	0.40	0.72	1.12	1.52	1.98	2.40	-	-	-	0.68	1.08	1.70	2.08	2.70	3.58	4.51	-	-	0.2	0.3	0.40	0.40	0.44	0.40	-	-	-
Yaqui O1 (1)	9.50	4.00	260	0.22	0.36	0.95	1.31	1.71	2.04	-	-	-	0.18	0.50	0.90	0.66	2.14	2.90	5.12	-	-	0.08	0.12	0.28	0.30	0.38	0.40	0.32	-	-
Yaqui O1 (2)	6.20	3.88	180	0.12	0.20	0.78	1.14	1.74	2.12	-	-	-	0.36	0.67	1.18	1.86	2.41	3.12	-	-	-	0.06	0.12	0.18	0.38	0.34	0.62	0.40	-	-
Yaqui A	8.50	6.82	320	0.28	0.44	0.72	1.00	1.30	1.78	-	-	-	0.20	0.62	0.90	1.28	1.84	2.32	3.20	4.00	5.26	0.16	0.2	0.26	0.30	0.30	0.40	-	-	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Cantera 1 (1)	11	16	20	25	32	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.040	0.060	0.120	0.140	0.140	0.080	-	-	-	
Cantera 1 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015	0.060	0.100	0.160	0.170	0.180	0.120	-	-
Cantera 1 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.070	0.060	0.080	0.130	0.140	0.130	-	-	-
Cantera 1 (4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.040	0.060	0.100	0.120	0.140	0.130	-	-	-
Cantera 2 (1)	13	16	18	22	26	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.030	0.040	0.080	0.150	0.120	0.140	-	-	-
Cantera 2 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	0.3	0.48	0.79	0.94	-	-	-	-	0.010	0.080	0.100	0.120	0.120	0.120	-	-	-
Yaqui M	11	19	21	24	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.030	0.040	0.060	0.100	0.100	-	-	-	-
Yaqui O1	9	17	20	22	29	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.060	0.040	0.090	0.090	0.130	0.100	-	-	-
Yaqui O3 (1)	9	18	20	27	35	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.050	0.100	0.140	0.140	0.150	0.122	-	-	-
Yaqui O3 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015	0.020	0.080	0.100	0.120	0.160	-	-	-
Yaqui O3 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.040	0.080	0.100	0.120	0.140	0.160	0.110	-	-
Yaqui O1 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.020	0.030	0.080	0.090	0.100	0.160	0.050	-	-
Yaqui O1 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.020	0.040	0.080	0.080	0.160	0.120	-	-
Yaqui A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.020	0.040	0.060	0.080	0.100	0.140	-	-

**Cuniculinella sp. A**

**Lám. XII**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui O (1)	4.92	3.50	480	0.39	0.67	0.88	1.24	1.67	-	-	-	-	0.49	0.87	1.34	1.82	2.33	-	-	-	-	0.11	0.24	0.24	0.36	0.43	-	-	-	-
Yaqui O (2)	6.92	4.30	470	0.42	0.78	1.12	1.64	2.20	-	-	-	-	0.52	1.16	1.66	2.62	3.42	-	-	-	-	0.2	0.33	0.38	0.50	0.56	-	-	-	-
Yaqui O (3)	7.10	4.15	480	0.50	0.82	1.22	1.71	2.14	-	-	-	-	0.70	1.11	1.64	2.03	3.04	3.68	-	-	-	0.25	0.43	0.46	0.44	-	-	-	-	-
Yaqui A	13.10	5.43	240	0.24	0.36	0.62	0.94	1.26	1.64	2.00	2.44	2.64	0.46	0.78	1.04	1.72	2.32	3.00	3.98	5.72	7.58	0.12	0.140	0.24	0.32	0.320	0.36	0.38	0.44	0.20

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaqui O (1)	4	16	19	25	34	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.060	0.080	0.100	0.130	0.140	-	-	-	-
Yaqui O (2)	9	17	19	24	29	35	-	-	-	-	0.24	0.50	0.84	-	-	-	-	-	0.080	0.110	0.115	0.160	0.180	-	-	-	-
Yaqui O (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.060	0.100	0.170	0.200	0.100	-	-	-	-
Yaqui A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30	0.45	0.62	-	-	0.020	0.080	0.080	0.080	0.100	0.110	0.140	0.140	0.120

**Cuniculinella sp. B**

**Lám. XIII**

especimen	vuelta #			radio vectorial									longitud media									altura de vuelta								
	L	D	Prol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sta. Teresa 1 (1)	11.04	4.50	245	0.20	0.41	0.60	0.84	1.18	1.50	1.82	2.20	-	0.42	0.90	1.20	1.42	2.02	2.74	3.72	4.08	5.36	0.10	0.19	0.18	0.26	0.32	0.34	0.34	0.38	-
Sta. Teresa 1 (2)	8.42	4.72	380	0.34	0.54	0.80	1.10	1.46	1.80	2.04	2.26	-	0.50	0.75	1.09	1.62	2.16	2.80	3.36	4.03	-	0.20	0.20	0.26	0.31	0.36	0.34	0.28	0.29	-
Sta. Teresa 1 (3)	8.75	4.09	300	0.24	0.34	0.48	0.72	0.97	1.31	1.68	1.92	2.08	0.49	0.67	0.90	1.30	1.73	2.83	3.82	4.17	4.58	0.10	0.10	0.12	0.23	0.22	0.34	0.36	0.27	0.17
Sta. Teresa 1 (4)	11.51	4.90	250	0.22	0.52	0.75	0.98	1.52	1.78	1.90	2.30	2.52	0.52	0.72	1.25	1.40	2.10	2.90	3.85	4.20	5.40	0.20	0.20	0.24	0.26	0.32	0.34	0.34	0.36	-

especimen	conteo septal acumulativo									anchura del túnel									espesor de pared (espiroteca)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sta. Teresa 1 (1)	7	14	21	24	31	36	38	44	46	-	-	-	-	0.30	0.54	0.76	1.08	-	0.020	0.060	0.050	0.080	0.100	0.090	0.090	0.140	0.110
Sta. Teresa 1 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.050	0.060	0.100	0.100	0.100	0.140	0.120	0.080	-
Sta. Teresa 1 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.34	0.69	0.89	0.96	0.040	0.040	0.050	0.080	0.110	0.115	0.160	0.130	0.140
Sta. Teresa 1 (4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.020	0.040	0.050	0.080	0.100	0.100	0.110	0.120	-

## APENDICE II. Descripciones Petrograficas

Las especies de los fusulínidos identificados y microfauna descrita se encuentran en las Tablas I y IV.

### El Antimonio, Caborca

Muestras no. A1 a A7

A1. Limolita rojiza, deleznable, sin fósiles. No se hizo sección delgada.

A2. Caliza arenoso-limosa de grano grueso. Bioespatita ligeramente dolomitizada con abundancia en restos de briozoarios criptostomados, fragmentos de fusulínidos en cortes transversales y longitudinales, placas de crinoides, espinas de equinodermo y escasos fragmentos de braquiópodos; finos cristales de dolomita y cuarzo esparcidos sobre la muestra así como cristales de óxidos de Fe; escasos fragmentos de roca metamórfica. Fracturas de calcita espática.

A2. Caliza arenosa. Caliza de grano fino, con abundancia en fragmentos de equinodermo, braquiópodos, briozoarios y fusulínidos, presencia de Parafusulina antimoniensis Dunbar en cortes longitudinales y transversales y otros foraminíferos incluyendo: paleotextuláridos con enrollamiento biserial y uniserial; abundancia en fragmentos de briozoarios y braquiópodos y en menor proporción ostrácodos, moluscos y trilobitas. En general la muestra se presenta ligeramente dolomitizada, con parches de recristalización y finos cristales de cuarzo y óxidos de Fe; fragmentos de roca metamórfica.

A3. Caliza arenosa de grano grueso. Bioespatita parcialmente recristalizada, con abundancia en fragmentos y espinas de braquiópodos; fragmentos de equinodermo, y briozoarios en menor proporción; con finos cristales de cuarzo anguloso y escasos fragmentos de roca metamórfica. Vetillas de calcita espática atraviesan la muestra.

A4. Caliza de grano fino parcialmente recristalizada y dolomitizada con fragmentos de braquiópodos, y escasos fragmentos de equinodermo. así como algunos cristales de óxidos ferrosos.

A5. Caliza de grano fino parcialmente recristalizada, con escasos fragmentos de braquiópodos y vetillas de calcita de grano grueso.

A6. Caliza de grano grueso parcialmente recristalizada con fragmentos de braquiópodos, escasos equinodermos y briozoarios.

A7. Calizas de grano fino, parcialmente recristalizada sin fósiles, con vetillas de calcita de grano grueso.

### Sierra Santa Teresa

Muestras: S.T. 1 y S.T. 2

S.T. 1. Caliza de grano fino. Biomicrita (Packstone) con parches de recristalización y silicificación, ligeramente hematizada; abundancia en cortes longitudinales y transversales de fusulínidos incluyendo Cuniculinella sp. B y otros foraminíferos como son

paleotextuláridos biseriales y uniseriales, algunos ostrácodos y en menor proporción placas de equinodermos (Pelmatozoa).

S.T. 2. Caliza de grano fino. Biomicrita (Packstone) parcialmente recristalizada y silicificada, con abundancia en cortes transversales y longitudinales de fusulínidos con las cámaras internas parcialmente silicificadas, incluyendo: Toriyamaia cf. T. americana Skinnerella sp. F, Parafusulina sp. F, P. sp. J, P. sp. K y P. sp. L, incluyendo paleotextuláridos, placas de crinoides y en menor proporción: briozoarios, braquiópodos, restos algáceos y ostrácodos.

### **Cerro Prieto (Cementería La Yaqui)**

Cantera 1 y 2 (Cima de la sección) Calizas (Encrinitas) recristalizadas. Grainstone de grano grueso con abundancia en fragmentos de equinodermos y fusulínidos de los géneros: Cuniculinella sp. A y Parafusulina sp. K; otros foraminíferos incluyen paleotextuláridos y Globivalvulina sp. En menor proporción se observan restos de briozoarios, moluscos, ostrácodos y otros restos biógenos no identificables.

Las localidades Yaqui A, C, D, G, H, M O, O1, O2 y O3 corresponden a la cima de Cerro Prieto, en la cantera a la base del trazo del camino, (Fig. 11) las cuáles petrográficamente son similares en contenido biótico y texturas, difieren más bien en las diferentes especies de fusulínidos. En general corresponden a calizas crinoidales y biomicritas las cuáles incluyen: Grainstone (A, H, O y O3), Packstone-Grainstone (O1 y O2) y Packstone (C, D y G).

Las calizas se encuentran en general recristalizadas parcialmente hematizadas con óxidos de Fe y algunas parcialmente silicificadas y dolomitizadas con vetillas de calcita espática y cuarzo.

El contenido biótico de éstas calizas muestra en general abundancia en placas crinoidales (encrinitas), cortes transversales y longitudinales de fusulínidos bien preservados, y cierta abundancia en otros foraminíferos uniseriales y biseriales incluyendo: paleotextuláridos, Climacammina, (Carb.-Pérm.); endotíridos Tuberitina; (Dev.-Pérm) y Globivalvulina (Pen.-Pérm.) en menor proporción calcivertélidos; ostrácodos; fragmentos de briozoarios, moluscos, trilobitas y braquiópodos. También se observan fragmentos algáceos formando oncolitos, algas dasycladaceas y Tubyphytes (Carb.-Jurás.).

### **Sierra Martínez**

#### **Muestras SM 1 a SM7**

**Muestra SM 1.** Caliza arenosa de grano fino. Biomicrita con abundancia en fragmentos de moluscos, en menor proporción braquiópodos y briozoarios y fusulínidos mal preservados en cortes transversales y longitudinales parcialmente silicificados. Se observan parches de silicificación y finos cristales de cuarzo angulosos y escasos fragmentos de roca metamórfica esparcidos sobre la muestra.

**Muestra SM 2.** Caliza de grano fino parcialmente recristalizada ligeramente oscura. Biomicrita con abundancia en fragmentos de moluscos y equinodermos; restos de escasos braquiópodos y fusulínidos regularmente preservados. También se encuentran otros

foraminíferos como Staffella (?), amodiscidos y algunos paleotextuláridos. Se observa la presencia de materia orgánica en fragmentos y en partes con finas laminaciones.

Muestra SM 3 Caliza arenosa de grano fino. Micrita con parches de recristalización y silicificación parcialmente dolomitizada con finos cristales de cuarzo anguloso y subredondeado y escasos fragmentos de roca metamórfica. Vetillas de calcita espática. Sin fósiles.

Muestra SM 4 Caliza de grano fino. Biomicrita con una matriz oscura, con abundancia en placas de equinodermos y briozoarios los cuáles muestran las cavidades internas recristalizadas con espatita, y las paredes de calcita fibrosa. También se observan fusulínidos regularmente preservados (Staffella?) y otros foraminíferos en menor proporción incluyendo: Globivalvulina, amodiscidos, calcivertélidos, paleotextuláridos con enrollamiento biserial y uniserial; escasos fragmentos de braquiópodos, ostrácodos y algas dasycladáceas y otros restos biógenos no identificables. Se presentan cristales de pirita espaciados sobre la muestra así como finas vetillas de calcita.

Muestra SM 5. Similar a la muestra SM 4 en litología y contenido biótico, pero con la presencia de fusulínidos identificados como: Parafusulina cf. multisepta y P. sp. M.

Muestras SM6 y SM7. Semejantes a la muestra SM 2 en litología y contenido biótico; con la presencia de fusulínidos no identificables debido a su estado de preservación.

## **Cerro Las Rastras**

### **Muestras R1 a R5**

Muestra R1. Conglomerado polimictico formado por clastos de fragmentos de roca subredondeados a redondeados de 2 a 30 cm de longitud el cuál incluye: caliza, cuarcita, pedernal, lutitas tobáceas, jaspe y fragmentos volcánicos. Sin fósiles.

R2. Caliza de grano fino color amarillo rojizo debido a la presencia de óxidos de Fe. Micrita (Mudstone) sin fósiles y finos cristales de cuarzo esparcidos sobre la muestra.

R3. Caliza de grano fino. Biomicrita parcialmente recristalizada, con abundancia en fusulínidos regularmente preservados, identificados como: Eoparafusulina sp. A; escasos fragmentos de briozoarios equinodermos y moluscos; restos biógenos no identificables; finos cristales de cuarzo autigénico así como vetillas de calcita espática.

R4. Caliza bioclástica de grano medio. Biocalcarenita o Grainstone peloidal parcialmente recristalizada con gran abundancia en fragmentos algáceos (?); peloides probablemente de origen fecal y bioclastos redondeado cubiertos de envolturas delgadas de micrita (cortoides), formando también agregados de granos (grainstone) además de intraclastos de micrita. Se observan foraminíferos incluyendo paleotextuláridos y abundancia en fragmentos de fusulínidos y testas completas, de Schwagerina sp. A y Eoparafusulina sp. B en cortes longitudinales y transversales. En menor proporción se presentan fragmentos de braquiópodos, equinodermos, briozoarios y restos algáceos (Tubiphytes), así como algas dasycladáceas.

R4 A. Petrográficamente similar a la anterior, con la presencia de Schwagerina sp. B.

R5. Caliza oscura de grano fino. Wackestone con fauna escasa incluyendo fusulínidos bien preservados identificados como Eoparafusulina cf. E. mendenhalli y restos algáceos.

## Cerro Picacho Colorado, Cobachi

### Muestras CO1-CO13

Muestra CO1. Caliza parcialmente recristalizada y dolomitizada. Biomicrita-Packstone. con abundancia en fragmentos de espinas de equinodermos, braquiópodos, briozoarios, y foraminíferos incluyendo paleotextuláridos biseriales y abundancia en cortes longitudinales de fusulínidos identificados como Skinnerella cobachiensis n. sp. y algas dasycladáceas. Se observan fragmentos de hematita diseminados sobre la muestra así como formando vetillas.

Muestra CO2. Biomicrudita parcialmente recristalizada y ligeramente dolomitizada y silicificada con abundancia en placas de equinodermo y fusulínidos identificados como Parafusulina sp. B y P. C; algunos briozoarios; en menor proporción espículas de esponja, fragmentos de moluscos y restos orgánicos no identificables. Se observan cristales de óxidos férricos.

CO3. Biomicrudita-Packstone de fusulínidos parcialmente silicificada, con abundancia en fragmentos crinoidales con suturas estilolíticas entre las placas (efecto de presión-solución). Se presentan gran abundancia en fusulínidos de diferentes especies incluyendo: Parafusulina cf. P. multisepta, P. cf. P. durhami y P. sp. A.

CO4. Calcirudita biógena. Packstone (encrinita) parcialmente silicificada y recristalizada con abundancia en fragmentos de crinoides y briozoarios en menor proporción. Matriz de grano fino con algunos cristales de cuarzo autigénico. Vetillas de cuarzo microcristalino atraviesan la muestra.

CO5. Caliza bioclástica silicificada. Se observa abundancia en fragmentos de equinodermo en una matriz de grano fino silicificada.

CO6. Packstone de grano fino parcialmente silicificada, con abundancia en fragmentos de equinodermo, incluyendo placas crinoidales, con estructuras estilolíticas espinas en corte transversal y longitudinal; así como foraminíferos incluyendo: amodiscidos, paleotextuláridos y fusulínidos silicificados. espinas de braquiópodos óxidos de hematita esparcidos sobre la muestra.

CO7. Semejante a la anterior.

CO8 y CO9. Calizas silicificadas de grano fino con parches de recristalización y escasos fragmentos de equinodermos así como restos biogénicos no identificables.

CO10. Caliza silicificada con escasos fragmentos de equinodermos y fusulínidos silicificados y mal preservados. Se observan algunos óxidos de Fe esparcidos sobre la muestra así como vetillas de sílice microcristalino.

CO11-CO13. Calizas silicificadas de grano fino con escasos fragmentos de crinoides silicificados y mal preservados.