

## I. INTRODUCCION

### 1.1. Antecedentes

La historia deposicional del Paleozoico Superior (Pensilvánico-Pérmico) en Sonora ha sido un tema de análisis, discusión y controversia, debido a que en varias localidades donde afloran las rocas que conforman a la secuencia carbonatada, depositada en un ambiente marino de plataforma somera, está siendo cabalgada por un conjunto de sedimentos siliciclásticos y carbonatados, que fueron depositados en ambientes de cuencas oceánicas, y que regionalmente son referidos con el nombre de “Paleozoico alóctono de Sonora central” (Poole, 1988; Stewart et al 1990; Gastil et al, 1991; Stevens et al, 1992, Poole et al 2005). La edad asignada a estos cuerpos alóctonos, de acuerdo con la presencia de macro y microfósiles, comprende desde el Ordovícico hasta el Pérmico.

La controversia que se ha dado en los últimos años es producto de las diferentes interpretaciones estratigráficas y tectónicas relacionadas con un conjunto de sedimentos siliciclásticos y turbidíticos, denominados Formación Mina México, reportada por primera vez al sur del poblado de Bacanora en los años 70’s, por Hewett y Schmidt (1978), a la cuál le asignaron una edad Permo-Triásica, tomando en consideración que estos sedimentos fueron depositados sobre los estratos superiores de la secuencia carbonatada de plataforma, la cuál y de acuerdo con la presencia de una fauna característica, consistente en fusulínidos, crinoides, biozoarios y gasterópodos, indican un rango de edad de Pérmico Temprano.

En años subsecuentes, período 80-90’s, y dentro de un esquema paleogeográfico y tectónico regional, se estableció la interpretación de que estos

sedimentos de la Formación Mina México constituían la parte superior de una secuencia paleozoica alóctona, depositada en su origen en ambientes de cuencas oceánicas profundas, que fueron yuxtapuestos tectónicamente sobre la cima de la secuencia carbonatada de plataforma, a consecuencia de la colisión entre Gondwana (Suramérica) y Laurentia (Norteamérica). (Poole et al 2005). Radelli et al. (1987)

Posteriormente, Poole y Amaya Martínez (2002, 2004) y Poole et al, (2005), proponen una interpretación alternativa sobre los sedimentos de esta Formación Mina México, ubicados al sur del poblado de Bacanora, los cuales se ha comprobado que afloran en otras áreas de la región centro-oriental de Sonora (Sierra Martínez, Cerro Las Rastras, Sierra Santa Teresa y Sierra La Flojera, entre otras). La información obtenida, al estudiar en detalle las relaciones estratigráficas de los contactos, complementada con la presencia y significado de macro y microfósiles contenidos en varios niveles de turbiditas calcáreas (referidas también como calcarenitas o grainstones bioclásticos), permiten considerar que estos sedimentos siliciclásticos en realidad fueron depositados, de manera concordante y transicional, sobre las rocas de la plataforma, aunque en un ambiente de depósito ligeramente más profundo y por lo mismo, no constituyen parte de la secuencia alóctona.

De acuerdo con esta interpretación, la secuencia paleozoica alóctona de cuenca estarían cabalgando directamente a los sedimentos de la Formación Mina México, en lugar de los sedimentos de plataforma. Existiendo la posibilidad, considerando los factores de levantamiento y erosión, de que en algunas localidades se pudiera haber efectuado este cabalgamiento sobre otros niveles de rocas carbonatadas de la plataforma.

Esta relación estratigráfica y tectónica se ha observado y documentado en el flanco este de Sierra Martínez, particularmente en el Cerro La Ventana. En consecuencia, es de esperarse que esta nueva interpretación modifique las consideraciones establecidas anteriormente, que se refieren a la interrelación misma entre las rocas de plataforma y de cuenca oceánica; así como también, sus edades y significado paleogeográfico y tectónico.

## **1.2 Selección del área**

Tomando como marco de referencia la información geológica, estratigráfica, paleontológica y tectónica-estructural, producto de un conjunto de investigaciones anteriores, se delimitaron a escala regional los contactos reportados entre las rocas de plataforma y de cuenca. Esta información base, complementada con los estudios litológicos, estratigráficos y faunísticos de detalle, confirman por una parte la influencia paleontológica del oeste de Norteamérica, así como también la continuidad del cinturón orogénico Marathon-Ouachita en esta porción del Estado de Sonora.

Las áreas seleccionadas para el desarrollo de este proyecto de tesis se caracterizan por contener afloramientos de secuencias carbonatadas, con una abundante presencia de macro y microfósiles, que habitaron y evolucionaron en un típico ambiente de plataforma marina somera. En el área de estudio estas rocas de plataforma están siendo cubiertas, de manera concordante y transicional, por sedimentos siliciclásticos y turbidíticos de la Formación Mina México, depositados en ambientes marinos ligeramente mas profundos que los de la plataforma, tal como lo sugiere la presencia de fósiles traza.

### **1.3 LOCALIZACION DEL AREA Y VIAS DE ACCESO**

El área estudiada se localiza en la porción centro-oriental del Estado de Sonora, ubicándose aproximadamente a unos 110 km al este de la ciudad de Hermosillo, quedando delimitada por las coordenadas 3,100,000 – 3,208,000 Latitud Norte y 600,000 - 612,000 Longitud Oeste.

En el área central oeste del Estado se estudiaron tres localidades incluyendo: 1) Sierra Martínez a 136 km al este de Hermosillo, 2) Cerro Las Rastras localizado a 100 km al este de Hermosillo y 3) Cerro Los Novillos

El acceso principal lo constituye la carretera estatal No. 104 Sonora en su trayecto Hermosillo-Sahuaripa, pavimentada en su totalidad, pasando por el poblado de Mazatán en el Km. 80 y la mina Barita de Sonora en el Km 100, existiendo a lo largo de esta varios caminos de terracería que comunican con poblaciones y rancherías. (Fig. 1).

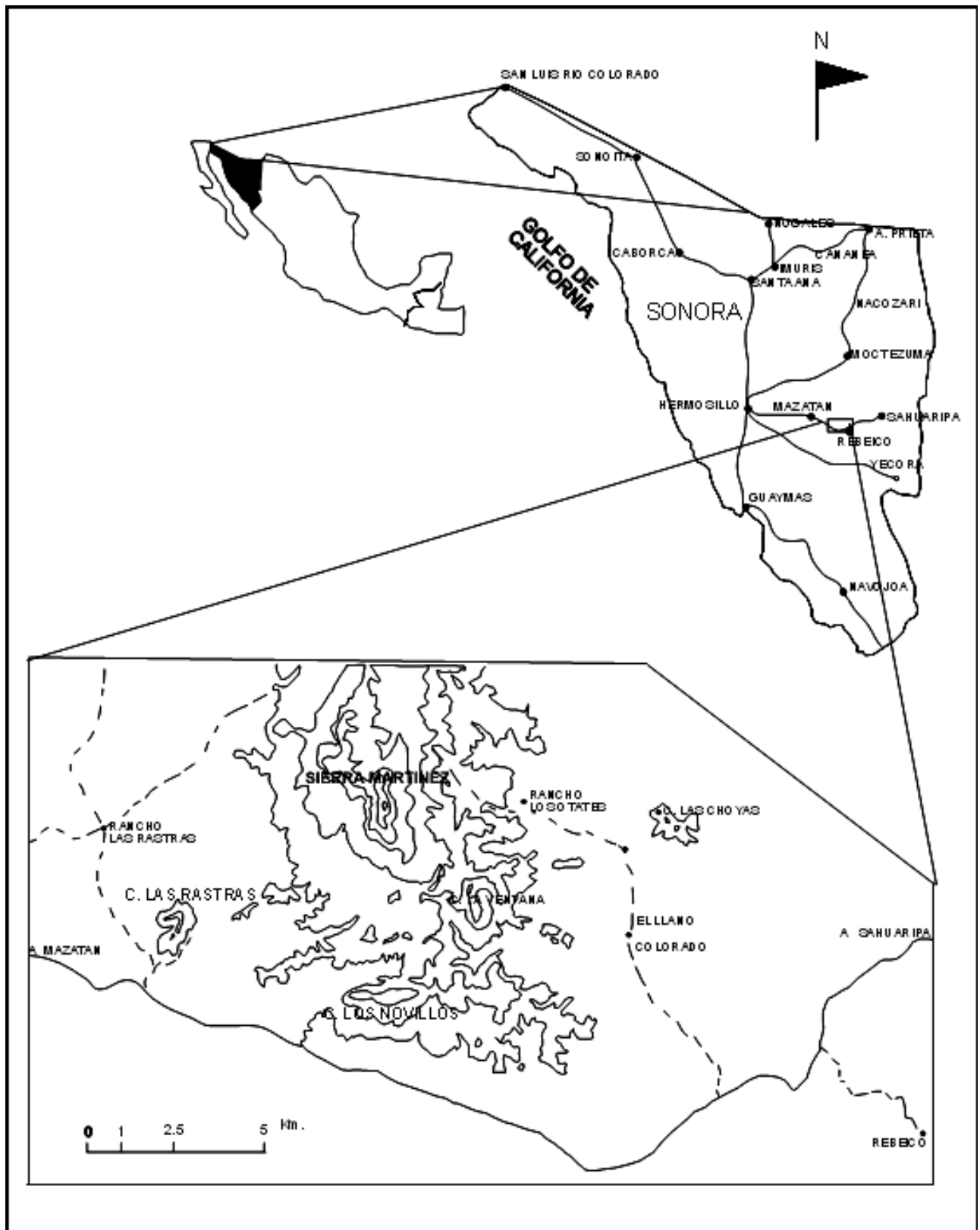


Figura 1. Mapa de localización de las áreas de estudio

## **1.4 OBJETIVOS**

Uno de los objetivos principales de esta investigación, entre otros, consistió en efectuar un estudio petrográfico y paleontológico-bioestratigráfico sobre las rocas del Paleozoico Superior de la plataforma carbonatada, con énfasis en el Pérmico Inferior, que afloran dentro del área estudiada y que se caracterizan por la presencia y abundancia de macro y microfósiles, dentro de los cuales sobresalen los fusulínidos. La información paleontológica sobre los fósiles permitirá definir un conjunto de biozonas o zonas bioestratigráficas; así como también las probables afinidades y correlaciones, desde un punto de vista estratigráfico y paleobiogeográfico, entre las rocas paleozoicas carbonatadas de Sonora central y rocas similares reportadas en algunas localidades de Norteamérica, incluyendo California y Texas.

## 1.5 TRABAJOS PREVIOS

En el área de estudio y sus alrededores son escasos los estudios bioestratigráficos realizados sobre fusulínidos contenidos en rocas del Paleozoico Superior; sin embargo, a continuación se mencionan aquellos en donde, a pesar de no tener un enfoque enteramente paleontológico, incluyen una descripción de la fauna encontrada:

Menicucci et al. (1982) en un estudio sobre diferencias de sedimentación Permo-Triásica, en Sonora central, mencionan la presencia en el Cerro Las Rastras de *Schwagerina aff. bellula* (*Pseudofusulina*), *Calcitornella* sp. *Schwagerinidae s. l.*, *Pseudoendothyra* sp., *Globivalvulina* sp., *Pseudoendothyra* sp., *Pseudoschwagerina* sp. *Pseudofusilinella* sp., *Schwagerina* (*Pseudofusulina*), *Schwagerina longissimoidea* (beech), *Pseudoschwagerina texana*, *Triticites powwowensis*, *Triticites creekensis*, *Dumbarinella hughensi* Thompson. Todos los géneros y especies mencionadas indican un rango de edad del Pérmico Temprano (Wolfcampiano). Estos mismos autores mencionan que en la localidad referida como Sierra Martínez existe la presencia de los géneros: *Deckerella* sp., *Schwagerina*, *Parafusulina* sp. *Cuniculinella calix*. y *Parafusulina imlayi*, indicativos de una edad del Pérmico Temprano (Wolfcampiano-Leonardiano).

Peiffer (1987), realiza el estudio bioestratigráfico más completo y detallado del Paleozoico en Sonora. En esta investigación se incluyen las secciones estratigráficas de las regiones noreste y central de Sonora, con la descripción de la microfauna observada. Estas secciones se ubican en varias localidades: 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.

La misma investigadora reporta en el Cerro Las Rastras y Sierra Martínez varias especies de fusulínidos en sedimentos de plataforma incluyendo: *Millerella* sp., *Stafella* sp., *Pseudoendothyra* sp., *Syzrania bella*, *Fusulinella* sp. y *Parawedekindellina* sp, que corresponden a una fauna característica del Pensilvánico Medio. Así como también la presencia de *Chalartoschwagerina*, *Schwagerina*, *Cuniculinella*, *Pseudofusulina*, y *Occidentoschwagerina* del Pérmico Temprano (Wolcampiano). En Sierra Martínez reporta *Schwagerina*, *Parafusulina* sp., *Cuniculinella* cáliz o *Parafusulina imlayii*, que indican un rango de edad del Wolcampiano-Leonardiano.

Montijo-González y Terán-Ortega, (1988) en un estudio regional a semidetalle, sobre la geología de la Hoja Rebeico, donde queda incluida la Sierra Martínez, proponen y utilizan el término informal de Serie Martínez para describir a una secuencia detrítico-carbonatada de plataforma, que dividen en una Unidad Inferior sin fósiles pero de probable edad Cámbrico-Ordovícico (Menicucci, 1975) y una Unidad Superior, que incluye estratos con rango de edad desde el Devónico Medio (?) al Pérmico Inferior, en donde los niveles medio y superior se caracterizan por la presencia de estratos de caliza conteniendo abundantes fósiles, con predominio de fusulínidos, corales, crinoides y briozoarios. Finalmente, mencionan la presencia de rocas intrusivas félsicas, de composición granodiorítica, que se emplazan y metamorfizan en grado variable a las rocas paleozoicas y mesozoicas. Este intrusivo, al igual que otros aflorantes en áreas vecinas, se considera que es producto del evento magmático regional que ocurrió en la parte noroccidental de México.



Bartolini (1988), en un estudio estructural y estratigráfico de la Sierra El Aliso, en Sonora central, reporta la presencia de un conjunto de sedimentos siliciclásticos turbidíticos, existiendo un nivel de conglomerado constituido por fragmentos de caliza y pedernal, que contienen fusulínidos de los géneros: *Schwagerina*, *Parafusulina*, *Schubertella*, *Triticites* y *Pseudoschwagerina* del Wolcampiano, a los que el autor interpreta como foraminíferos transportados de un ambiente de plataforma a uno de cuenca oceánica. La probable proveniencia de estos clastos de caliza los atribuye a los afloramientos de plataforma ubicados en la Sierra La Campanería, Cerro Las Rastras, Sierra Martínez, Cerro Valuarte y Cerro Tinaja. De acuerdo con Bartolini (op cit), la unidad correspondiente al conglomerado con clastos con fusulínidos arriba mencionados, se encuentra en contacto por falla inversa con lutitas con graptolitos de edad Ordovícico.

Pérez Ramos 1992, reporta fusulínidos del Pérmico Inferior del centro este y oeste de Sonora incluyendo las siguientes especies *Schwagerina crassitectoria* Dunbar and Skinner, *Parafusulina cf. P. deltoides* Ross, *Monodiexodina linearis* (Dunbar and Skinner), *Parafusulina allisonensis* Ross, *Schwagerina dugoutensis* Ross, *Parafusulina cf. P. brooksensis* Ross, *Parafusulina (Skinnerella) cf. P. (S.) sonoraensis*, *Parafusulina (Skinnerella) brevis* Skinner, *P. (Skinnerella) sp. A. P. cf. P. durhami* Thompson and Miller, *P. empirensis* Sabins and Ross.

Poole *et al.* (1995), describen que la base de la secuencia de plataforma en la Sierra Martínez está constituida por estratos de caliza y ortocuarcita, reportándose en los niveles carbonatados la presencia de trilobitas, conodontos y el gasterópodo *Maclurites*, interpretando que pudiera ser sugestivo de una probable edad Cámbrico.

Los estratos de cuarcita se consideran de edad Ordovícico, con base a correlaciones litológicas con otras áreas vecinas. Estos autores también reportan calizas asignadas al Devónico y Misisipico, que cubren discordantemente a las anteriores, cuya edad se ha determinado por la presencia de conodontos.

Poole y Amaya-Martínez (2000), reportan en las porciones sureste de Sierra Martínez y este del Cerro las Rastras la presencia de rocas de plataforma del Paleozoico, con rangos de edad desde el Cámbrico (?), Ordovícico, Devónico Misisipico, Pensilvánico (?) y rocas del Pérmico Inferior, en contacto por fallas, tanto inversas como normales, con la parte superior del alóctono, que corresponde a la Formación Rancho Nuevo, interpretando que esta ha sido sobrepuesta tectónicamente a los estratos de plataforma.

Pérez-Ramos (2001), en un estudio bioestratigráfico del Pérmico en Sonora describe en Sierra Martínez la presencia de *Parafusulina* sp. M y *P. cf. P. multisepta* en rocas del Pérmico Inferior (Leonardiano); la misma autora reporta en calizas del Cerro Las Rastras la presencia de: *Eoparafusulina cf.*, *E. mendenhalli*, *Schwagerina sp. B.*, *Eoparafusulina sp. B.*, *Schwagerina sp. A.*, *Eoparafusulina sp. B.*, depositados en sedimentos del Wolcampiano (Pérmico Inferior).

Pérez Ramos y Nestell (2002), reportan en Sonora central la presencia de *Skinnerella cobachiensis* n. sp., *Paraskinnerella cf. durhami*, *Parafusulina cf. P. multisepta* del Pérmico Inferior (Leonardiano).

Poole et al. (2005) definen en Sierra Martínez estratos del Ordovícico, Devónico, Misisipico, Pensilvánico, Pérmico en una plataforma carbonatada en donde la parte superior está constituida por estratos de caliza con abundantes fusulínidos, briozoarios y crinoides del Pérmico Inferior, estando cubiertos transicional

y concordantemente por una secuencia de sedimentos siliciclásticos y turbidíticos, referidos como equivalentes a los de la Formación Mina México, que se caracteriza por presentar fósiles trazas y varios niveles de turbidita calcárea (calcarenita o grainstone) conteniendo fusulínidos y otros fósiles re TRABAJADOS y derivados de la plataforma. Consideran que el depósito de estos se efectuó en cuencas alargadas, tipo *foredeep*, que se desarrollaron sobre la plataforma a consecuencia del transporte, cabalgamiento y colisión entre los continentes de Gondwana (Sudamérica) y Laurentia (Norteamérica). La depositación de estos sedimentos turbidíticos se efectúa dentro de un ambiente ligeramente más profundo que los estimados para el depósito de los sedimentos de la plataforma, tal como es indicado por la presencia de fósiles traza.

En el Cerro Los Novillos no se reportan estudios anteriores al presente.

## 1.6 METODOLOGIA

Para la realización este trabajo de tesis de Licenciatura programó una serie de actividades de campo y gabinete, por etapas, dentro de las cuales se consideraron las siguientes:

**1).- Recopilación bibliográfica**, que consistió en el análisis e interpretación de la información geológica, estratigráfica, paleontológica y tectónica, generada en estudios que han sido efectuadas dentro y en los alrededores del área de estudio.

**2).- Interpretación fotogeológica**, utilizando fotografías blanco y negro, a escala convencional 1: 50000, se delimitaron los principales contactos litológicos y rasgos estructurales mayores que se determinaron dentro del área de estudio, poniendo énfasis en los afloramientos de las rocas carbonatadas de plataforma y particularmente en aquellos sitios en donde existen contactos, estratigráficos y estructurales, con las otras unidades litológicas.

**3).- Visita de reconocimiento**, a las localidades denominadas Las Rastras, Los Novillos y Sierra Martínez, con el objetivo de coleccionar muestras representativas de las rocas y fósiles presentes; así como para determinar las tendencias y predominio de rumbos y echados en las rocas carbonatadas, lo cual permitió posteriormente definir la ubicación y orientación de las secciones a recorrer.

**4.- Recorrido de secciones**, en parte medidas, con la finalidad de definir las características litológicas de las diferentes unidades de la porción superior de la secuencia carbonatada y efectuar un muestreo de rocas representativas de los niveles superiores de la plataforma, en particular sobre aquellos conteniendo fósiles (fusulínidos principalmente) con aceptable grado de preservación.

**5.- Estudio petrográfico y clasificación**, sobre 50 secciones delgadas, elaboradas a partir de una selección de rocas representativas de los diferentes niveles del Paleozoico Superior, las cuales fueron clasificadas utilizando tanto los criterios de Dunham (1962), como los de Folk (1974) para rocas carbonatadas y detríticas respectivamente. Complementariamente se elaboraron alrededor de 70 secciones orientadas de fusulínidos, tanto en cortes transversales como longitudinales, que permitieron la descripción y clasificación de estos fósiles contenidos en las calizas. El estudio petrográfico de las rocas permitió definir las características litológicas y al mismo tiempo, establecer las condiciones prevalecientes de los ambientes en que se depositaron estas rocas.

**6.- Elaboración de tesis**, producto de la integración de toda la información litológica, estratigráfica, paleontológica y tectónica, tanto generada en este estudio, como aquella compilada de estudios anteriores; particularmente retomando algunos aspectos e interpretaciones, actualmente consideradas como válidas, aunque pudieran ser discutidas y cuestionadas.