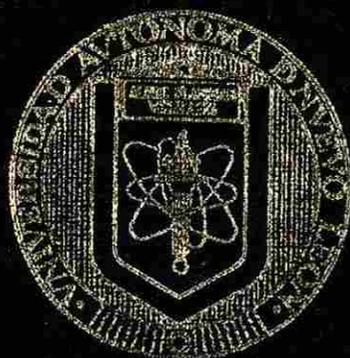


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



PALEOECOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA DEL
CONTACTO ENTRE LAS FORMACIONES
LA CASITA Y TARAISES EN LA SIERRA DE
MINAS VIEJAS, AL NOROESTE DE
MONTERREY, NUEVO LEON, MEXICO.

Por

BIOL. MARIA ELENA ANGELES VILLEDA

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en
Ecología Acuática y Pesca

AGOSTO 2004

TM

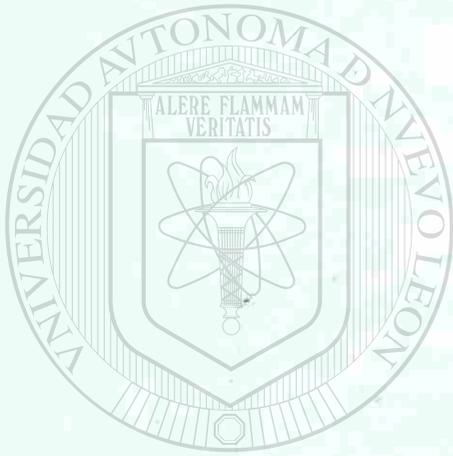
75320

FCB

2004

.A5

Rep Oct
11/04



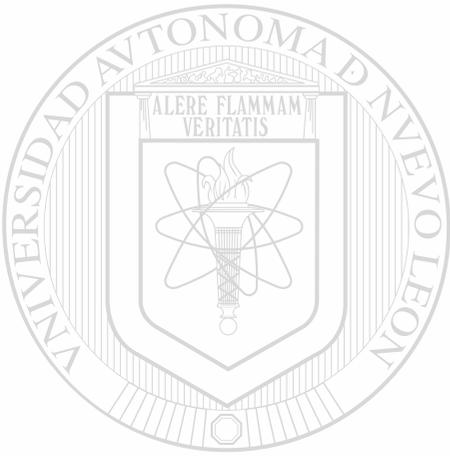
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



129192 (1)



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

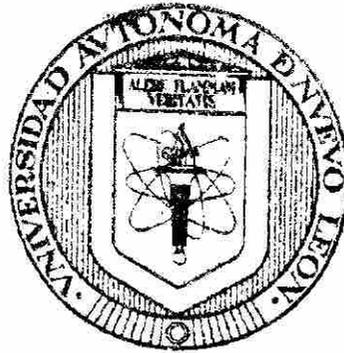
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

m

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



PALEOECOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA DEL
CONTACTO ENTRE LAS FORMACIONES
LA CASITA Y TARAISES EN LA SIERRA DE
MINAS VIEJAS, AL NOROESTE DE
MONTERREY, NUEVO LEON, MEXICO.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Por

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
BIOL. MARIA ELENA ANGELES VILLEDA

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS con Especialidad en
Ecología Acuática y Pesca

AGOSTO 2004

980617

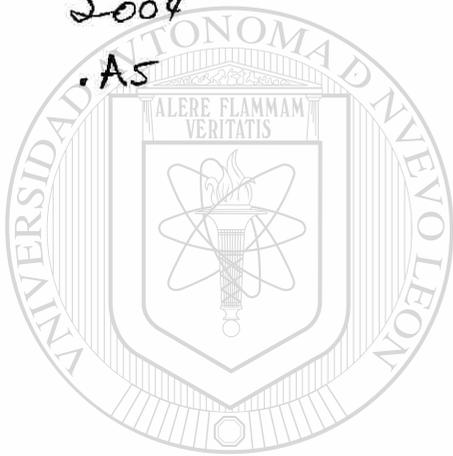
TM

Z5320

FCB

2004

.A5



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

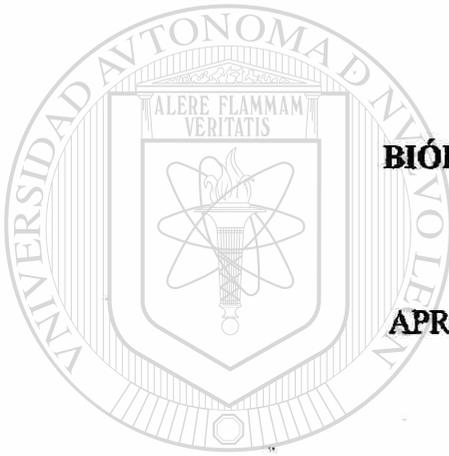
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**PALEOECOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA DEL CONTACTO
ENTRE LAS FORMACIONES LA CASITA Y TARAISES
EN LA SIERRA DE MINAS VIEJAS, AL NOROESTE
DE MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO.**

Presentada por

BIÓL. MARÍA ELENA ANGELES VILLEDA

APROBADA POR LA COMISIÓN DE TESIS





Dr. Arcadio Valdés González

Director



M. C. Jaime O. González Pérez

Secretario



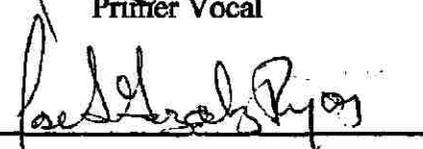
M. C. Antonio Guzmán Velasco

Primer Vocal



Dr. Mohammed H. Badii Z

Segundo Vocal



Dr. José Ignacio González Rojas

Tercer Vocal

San Nicolás de los Garza, Nuevo León

Agosto, 2004

DEDICATORIA

Con todo cariño y respeto a mis Padres:

Camilo Angeles Ramos

María Villeda Hernández

A mi abuelito:

Crisóforo Villeda Martínez †

A mis hermanos:

Gerardo, Yolanda, Angélica, María Guadalupe y Ricardo

A mis cuñadas:

Belén Rangel

Yolanda Ramos

A mis sobrinas:

Suzzette Guadalupe Villeda Angeles

Belén Anahí Angeles Rangel

Claudia Guadalupe Angeles Rangel

Con todo mi cariño y eterno agradecimiento a quien considero mi hermano del alma realmente mi amigo:

“ Tú eres mi hermano del alma realmente mi amigo,
que en todo camino y jornada está siempre conmigo,
aunque eres un hombre aun tienes alma de niño,
aquel que me da su amistad, su respeto y cariño.

Juntos hemos pasado muy duros momentos,
y tú no cambiaste por fuertes que fueran los vientos,
es tu corazón una casa de puertas abiertas.

En los momentos difíciles que hay en la vida,
encontramos a quien nos ayude a encontrar la salida,
y en aquella palabra de fuerza y de fe que me has dado,
me da la certeza que siempre estas a mi lado.

Tú eres mi amigo del alma en toda jornada
quien me brinda sonrisa y abrazo festivo a cada llegada,
me dices verdades tan grandes con frases abiertas
Tú eres realmente el más cierto, de horas inciertas. ”

Siempre escribo mi sentir, nunca había tomado de otros lo que siento o pienso,
pero en esta ocasión, al escuchar ésta canción vino a mi mente a alguien que justamente
es así: mi hermano del alma....realmente mi amigo.

Quien ha demostrado desde que lo conocí y aún con el paso de los años, que
realmente es mi amigo, a quien precisamente conocí, en mi primer etapa difícil que la
me la vida presentó, quien con su amistad, paciencia y cariño, ha sabido sacarme
adelante, tanto en el ámbito profesional como en el personal.

Me siento en deuda contigo, por todo lo que has hecho por mi, espero igualar de
alguna manera a todo el cariño, el tiempo, y la dedicación que has tenido para conmigo.

Y como dice otra canción: “No sé, cuanto me debía la vida que contigo me pago”

Mil gracias por estar conmigo.

Te quiere:

Ángeles

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a **mi familia**: a quien les debo lo que soy, ya que al darme plena libertad he podido llegar hasta donde estoy.

Especialmente a **Alejandro Reséndiz Rodríguez**, gracias por tu amistad, consejos, apoyo y sobre todo, al estar conmigo: tanto en linares haciendo laminillas, que bajo el calcinante sol que nos tocó siempre que fuimos a muestrear a Minas Viejas, al igual al estar a mi lado cuando en la computadora realice este escrito. Sin tu valiosa ayuda no hubiera sido posible el terminar esta tesis.

A la comisión de tesis, integrada por el **Dr. Arcadio Valdés González, M.C. Jaime Otilio González Pérez, M.C. Antonio Guzmán Velazco, Dr. Mohammed H. Badii Z., Dr. José Ignacio González Rojas.**

Dr. Arcadio Valdés, por su amistad y consejos, tanto en la vida personal como al apoyarme y asesorarme en este trabajo.

Al Biól. **Javier Jaime Hinojosa Espinosa**, por su asesoría y revisión de este escrito.

Dr. José Guadalupe López Oliva por su asesoría al realizar este trabajo y por la corroboración de los géneros de calpionélidos.

Dr. Wolfgang Stinnesbeck por su asesoría al realizar este trabajo y por la corroboración de los amonites.

A quienes me acompañaron en algunas de las colectas de campo: **Yolanda Castillo, Hugo Ortega, Javier Jaime Hinojosa, Martín Ibarra y Jorge García.**

A mis amigos del Lab. de Preparación de la Fac. de Ciencias de la Tierra, los Ingenieros Mineralogistas: **Pedro, Víctor, Andrés y Adalberto**, gracias por asesorarme, adoptarme y hacerme sentir en casa, como una de ustedes: una linarense.

A la Arqueóloga **Araceli Rivera Estrada**, amiga y compañera de clase en Linares, gracias por tu amistad, consejos y apoyo tanto en el ámbito profesional como en el personal.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

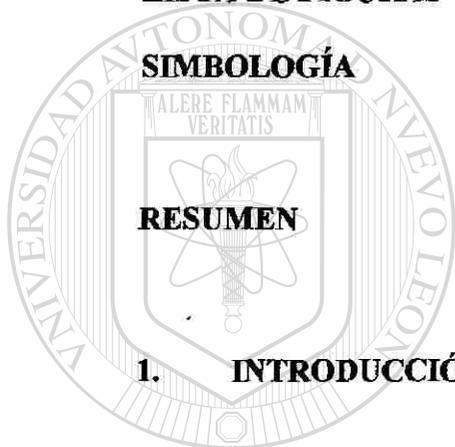
A mis compañeros de Laboratorio de Acuicultura: **Alejandro Reséndiz, Yolanda Castillo, Sergio García, Pedro Flores, Rafael Flores, Aldo Quiroga.**

A la Q.I. **Mireya Valdez Alanís y Adrián Roldán Orozco** por su amistad, consejos y el apoyo que me han brindado.

A la L.C.A **Marcela Araceli Ramos Flores** por tu amistad incondicional, y recuerda: “Las Piedras rodando se encuentran, y tu y yo, nos volveremos a encontrar”.

INDICE

Cápítulo:	Páginas
INDICE	ii
LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
SIMBOLOGÍA	ix
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES	7
3. HIPÓTESIS DE TRABAJO	11
4. OBJETIVO	
4.1 Objetivo general	12
4.2 Objetivos Específicos	12



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5. ÁREA DE ESTUDIO

5.1	Localización	13
5.2	Descripción	16

6. METODOLOGÍA

6.1	De Campo	19
6.2	De Laboratorio	21

7. RESULTADOS

7.1	Taxonomía	26
------------	------------------	-----------

7.1.1	Calpionélidos	28
--------------	----------------------	-----------

7.1.2	Ammonites	34
--------------	------------------	-----------

7.1.3	Equinodermos	46
--------------	---------------------	-----------

7.1.4	Belemnite	49
--------------	------------------	-----------

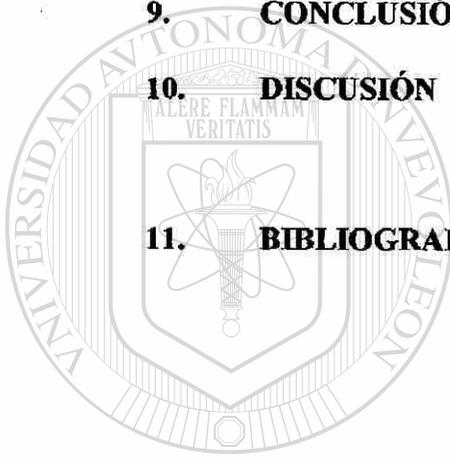
7.2	Geología Estructural	50
7.3	Litología	58
7.4	Paleoecología	66
7.5	Posición Cronoestratigráfica	74

8.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	76
-----------	-----------------------------	-----------

9.	CONCLUSIÓN	79
-----------	-------------------	-----------

10.	DISCUSIÓN	82
------------	------------------	-----------

11.	BIBLIOGRAFÍA	84
------------	---------------------	-----------



UANL

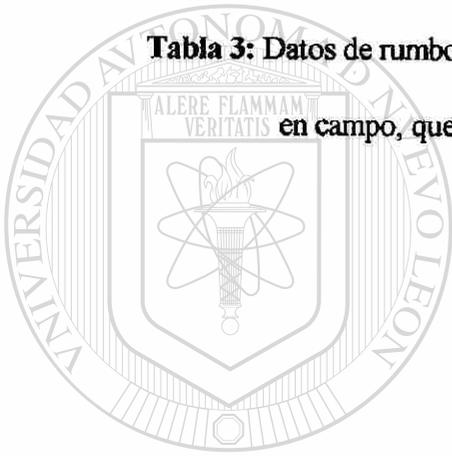
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Datos de los estratos de caliza, tomados en campo.	53
Tabla 2: Datos de los estratos de lutita, tomados en campo.	54
Tabla 3: Datos de rumbo y echado de las fracturas tomadas en campo, que se utilizaron en la Red de Schmidt.	56



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Representación idealizada de un calpionélido vivo	6
Figura 2. Representación de un ammonite.	6
Figura 3 Imagen de satélite en donde se observa la Sierra de Minas Viejas.	14
Figura 4 Localización del área de estudio.	15
Figura 5. <i>Lorenziella hungarica</i> .	28
Figura 6. <i>Calpionella alpina</i> .	29
Figura 7. <i>Calpionella elliptica</i> .	30
Figura 8. <i>Tintinnopsis longa</i> .	31
Figura 9. <i>Calpionellopsis simplex</i> .	32
Figura 10. <i>Calpionellopsis oblonga</i> .	33
Figura 11. <i>Neocomites</i> .	35
Figura 12. Neocomitidae; cf. <i>Sarasinella</i> .	36
Figura 13. Fragmento de Neocomitidae; cf. <i>Sarasinella</i> .	37
Figura 14. Fragmento de Neocomitidae; cf. <i>Sarasinella</i> .	37
Figura 15. Fragmento de Neocomitidae; cf. <i>Sarasinella</i> .	38
Figura 16. Fragmento de Neocomitidae; cf. <i>Sarasinella</i> .	38
Figura 17. Fragmento de <i>Karakaschiceras crassicostatus</i> .	39

Figura 18. Fragmento de <i>Distoloceras</i> .	40
Figura 19. Fragmento de <i>Olcostephanus</i> .	41
Figura 20. Fragmento de <i>Olcostephanus</i> .	42
Figura 21. Fragmento de <i>Olcostephanus</i> .	42
Figura 22. <i>Olcostephanus</i> .	42
Figura 23. <i>Olcostephanus</i> .	43
Figura 24. <i>Olcostephanus</i> .	43
Figura 25. Fragmento de <i>Olcostephanus</i> .	44
Figura 26. Fragmento de <i>Olcostephanus</i> .	44
Figura 27. <i>Oosterella</i> .	45
Figura 28. Fragmento de Equinodermo.	46
Figura 29. Fragmento de Equinodermo.	47
Figura 30. Fragmento de Equinodermo.	48
<hr/>	
Figura 31. Fragmento de Belemnite.	49
Figura 32. Perfil del área de estudio.	50
Figura 33. Mapa geológico del área de estudio.	51
Figura 34. Orientación de las fracturas por el Método Red de Schmidt..	57
Figura 35. Vista panorámica en dirección al sureste, donde se observa el área de estudio.	59
Figura 36. Vista en dirección al sureste, mostrando la zona de contacto entre las formaciones de estudio	59

Figura 37. Imagen de la formación La Casita, con predominancia de rocas arcillosas. a: vista general en dirección al sur; b: vista al este.	61
Figura 38. Vista del límite litológico entre las Fm. La Casita y Taraises.	62
Figura 39. Vistas de la Formación Taraises.	63
Figura 40. Columna estratigráfica de la sección medida en la Sierra de Minas Viejas.	65
Figura 41. Indicios de actividad orgánica: fragmento de conducto.	67
Figura 42: Criterio de Folk (1962).	68
Figura 43: Criterio de Dunham (1962).	68
Figura 44. Wackestone/biomicrita de radiolarios.	70
Figura 45. Wackestone/biomicrita de radiolarios.	70
Figura 46. Mudstone/biomicrita.	71
Figura 47. Mudstone/biomicrita de radiolarios.	71
Figura 48. Representación idealizada de la fauna de la Fm. La Casita	72
Figura 49 Perfil marino en donde se muestran las formas del relieve asociadas a los diferentes paleoambientes.	73
Figura 50. Tabla comparativa que muestra la correlación de las zonas de los ammonites con las zonas de calpionélidos. acuerdo al estándar internacional.	74
Figura 51. Posición cronoestratigráfica del área de estudio.	75
Figura 52. Tabla estratigráfica de Nuevo León.	83

Símbolo Significado

mm milímetros

m metros

al aluvión

Q cuaternario

Lu lutita

Ar arenisca

Cz Caliza

J/K límite Jurásico-Cretácico

Cre Cretácico

Cg conglomerado

T Terciario

E 70° echado 70 grados

SSW Sursuroeste

R-N103° Rumbo 103 grados al Norte.



Símbolo que representa el rumbo y el echado.

Fm. Formación.

RESUMEN

La Sierra de Minas Viejas al noroeste de Monterrey, N.L es una estructura geológica de plegamiento que presenta su centro erosionado, en donde quedan expuestos estratos Jurásicos (Formación La Casita) y Cretácicos (Formación Taraises). El objetivo general fue la identificación taxonómica de los calpionélidos y ammonites, y las determinaciones cronológica y paleoambiental de la sección estudiada. La hipótesis fue “El cambio litológico entre la Formación La Casita y la Formación Taraises coincide con el límite cronológico Jurásico-Cretácico”.

Se muestreó la roca a lo largo de un trayecto de 39.05 m, correspondiendo a la parte final (cima) de la Formación La Casita y la parte inicial (base) de la Formación Taraises. Se obtuvieron un total de 46 muestras de roca caliza, además de macrofósiles encontrados en las capas de caliza y de lutita.

Los calpionélidos identificados fueron: *Calpionella elliptica* Cadisch 1932, *Tintinnopsella longa* (Colom 1939), *Calpionella alpina* Lorenz, 1902, *Lorenziella hungarica* Knauer & Nagy 1964, *Calpionellopsis oblonga* (Colom 1939) y *Calpionellopsis simplex* (Colom 1939). Los ammonites identificados fueron: *Olcostephanus* Neumayr 1875, *Oosterella* Imlay 1938, Neocomitidae; cf. *Sarasinella* P. Lory 1897, *Neocomites* Uhlig 1905 emend Spath 1921, *Distoloceras* Hyatt 1903, *Karakaschiceras crassicostatus* Imlay 1938.

En base al análisis paleontológico y de microfacies, se determinó para la Formación La Casita un paleoambiente marino cercano a la costa, con aporte de terrígenos finos (arcillas), y una deficiente producción de carbonatos biológicos. Los sedimentos calcáreos predominantes de la Formación Taraises, indican una mayor proliferación de organismos con esqueleto calcáreo, en un ambiente propicio de mar de plataforma.

En base a los amonites y calpionélidos encontrados en el área de estudio, la sección estudiada, que incluye al contacto entre las formaciones La Casita y Taraises, tiene una edad de Valanginiano Inferior (Cretácico Inferior). Se puede inferir que para nuestro caso, el límite cronoestratigráfico Jurásico-Cretácico se encuentra dentro de la Formación La Casita, por debajo del afloramiento estudiado, por lo que la hipótesis de trabajo se rechaza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1. INTRODUCCIÓN

La Sierra de Minas Viejas, al noroeste de Monterrey N.L., es una estructura geológica de plegamiento que presenta su centro erosionado, en la cual quedan expuestos estratos de la Formación La Casita (comúnmente asignada al Jurásico) y de la Formación Taraises (asignada a Cretácico). Esta sierra tiene importancia económica debido a la extracción del yeso proveniente de capas jurásicas, y la caliza, perteneciente a capas cretácicas, ambos materiales ampliamente usados en construcción.

La estratigrafía es el estudio de las secuencias de estratos de roca, interpretando su ambiente y modo de formación, permitiendo reconstruir la historia geológica de cada región. Su importancia práctica se relaciona con la prospección del petróleo, agua subterránea y minerales. Para tales fines, son fundamentales el conocimiento de la columna estratigráfica, y las determinaciones cronológicas y paleoambientales de los estratos sedimentarios.

Los trabajos bioestratigráficos se realizan basándose en los restos de organismos, que han llegado a nosotros formando parte de las rocas sedimentarias y que han persistido en el transcurso del tiempo geológico (macro y microfósiles).

Los estudios paleoecológicos basados en análisis de microfacies (aspecto microscópico de las rocas, tanto textural como micropaleontológico), son una base importante para las interpretaciones estratigráficas.

Los estudios estratigráficos y paleoecológicos, en este caso para la Sierra de Minas Viejas al noroeste de Monterrey, representa una contribución al conocimiento de la estratigrafía y geología histórica del Noreste de México, en especial respecto a la determinación del límite Jurásico-Cretácico, y las características paleoambientales.

En cuanto a la historia de la vida, el límite Jurásico-Cretácico es importante debido a que se ha reconocido como una fase de extinción de especies cuyas causas aún son investigadas.

La ubicación exacta del límite cronológico Jurásico-Cretácico en el noreste de México ha sido controversial y con alto grado de incertidumbre, debido principalmente a inconsistencias litológicas y a la mala preservación de los microfósiles índice. Este límite cronológico suele ubicarse en el contacto litológico entre las Formaciones La Casita y Taraises, pero según algunos estudios en varias localidades, el verdadero límite cronológico se ubica dentro de la parte superior de la Formación La Casita.

Se ha propuesto que el límite bioestratigráfico verdadero no está presente en esta zona, suponiendo la existencia de un hiato sedimentario y/o erosivo, no estando presentes sedimentos del límite como sucede en otras zonas en México. Probablemente esto fue el producto de deformaciones tectónicas, relacionadas con la subducción de la placa tectónica del Pacífico (Placa Farallón), o quizás se debió a reacomodos oceánicos resultado de procesos de la apertura del Atlántico.

Los calpionélidos (figura 1) son protozoarios ciliados que vivieron desde el Tithoniano al Valanginiano. Los ammonites (figura 2) son moluscos cefalópodos que existieron desde el Silúrico Superior hasta el Cretácico. Ambos tipos de organismos son ampliamente usados como fósiles índice, utilizándose como herramientas de precisión para llevar a cabo estudios de bioestratigrafía, en particular para la definición del límite Jurasico-Cretácico.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

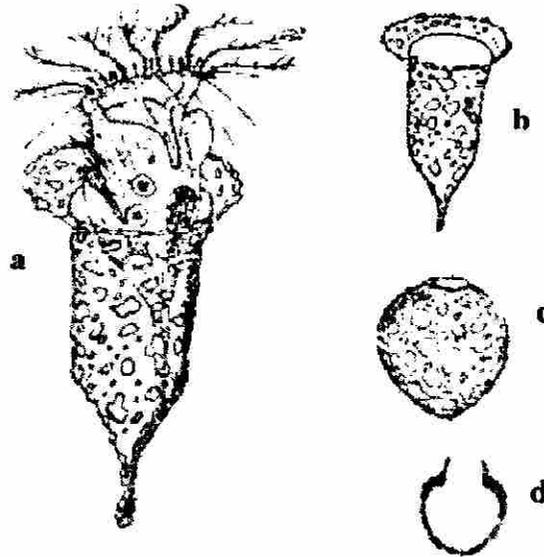


Figura 1: Representación idealizada de calpionélidos. a: aspecto del organismo vivo; b y c: calpionélidos fósiles enteros; d: corte axial tal como se ve en una laminilla. (Tomado de Trejo, 1980.)



Figura 2: Representación de un ammonite en donde se observan el cuerpo y la concha espiralada. (Tomado de Moore, 1964).

2. ANTECEDENTES

Imlay (1938 a) en su estudio de la Formación Taraises en el norte de México, describe a ammonites como *Olcostephanus*, *Distoloceras*, *Neocomites* y *Leopoldia* entre otros, además de estudiar su paleogeografía y los paleoambientes.

Imlay (1938 b) reporta para la Formación La Casita una edad de Kimmeridgiano-Tithoniano y para la Formación Taraises una edad de Berriasiano-Hauteriviano Medio, para localidades de Melchor Ocampo y la Sierra de Parras. Así mismo, menciona a ammonites como *Olcostephanus* y *Neocomites* para la Formación Taraises.

Bonet, (1956) describe a *Calpionella alpina*, *Calpionella elliptica*, *Calpionellites darderi*, entre otras, para el este de México. Además elabora una tabla con los alcances estratigráficos para estas especies. Este fue un estudio base para el posterior reconocimiento y determinación de las condiciones paleoecológicas y bioestratigráficas de los sedimentos del Jurásico Tardío al Cretácico Temprano.

Humphrey y Díaz (1956) describen las Formaciones La Casita y Taraises para la Sierra Madre Oriental entre Monterrey y Torreón. Mencionan especies de ammonites que permiten un reconocimiento más próximo del límite Jurásico-Cretácico.

Vokes (1962) publica sobre la geología del Cañón de la Huasteca, encontrando edades desde el Jurásico hasta el Cuaternario. Para este estudio se basó principalmente en ammonites y pelecípodos.

Busnardo y Le Hégarat (1963) publican la zonificación del Cretácico Inferior en base a ammonites y calpionélidos, proporcionando tablas de frecuencia de especies de ammonites y una tabla de los alcances estratigráficos de estas especies.

Geel (1966) describe la bioestratigrafía de los sedimentos de Caravaca (España) del Jurásico Superior y Cretácico Inferior, mostrando la composición faunística de cada biozona en base a calpionélidos y nanocónidos.

Weide y Wolleben (1969) estudiaron la estratigrafía del Jurásico Superior en las cercanías de Monterrey, Nuevo León, reportando para la parte basal de la Formación La Casita una edad del Kimeridgiano Superior, y mediante especies de ammonites confirma la presencia de rocas del Jurásico Superior en las cercanías de Monterrey.

Bolli (1978) reporta *Calpionella alpina*, *Tintimopsella carpathica*, *Calpionellites darderi* y *Remaniella murgeanui* para el Jurásico Tardío y Cretácico Temprano de la Cuenca Marroquí, proporcionando una tabla de ocurrencia y frecuencia de los calpionélidos estudiados.

Chantaca (1982) reporta 11 especies de ammonites, entre ellas *Leopoldia bakeri*, *Olcostephanus coloriensis*, *O. quadriradiatus* y *Distoloceras parritense* para la Formación Taraises, en el Cañón de San Pablo en Santa Catarina, Nuevo León.

López-Oliva (1989 y 1991) realiza un levantamiento geológico en la Sierra del Fraile, y determina el límite Jurásico-Cretácico para dos puntos de correlación bioestratigráfica basada en calpionélidos. Se confirma la presencia de calpionélidos y se efectúa la determinación del límite dentro de los sedimentos de la Formación la Casita, y no en el límite litológico entre ésta y la Formación Taraises.

Stinnesbeck et al. (1993) reevaluó a la localidad de Mazatepec en Puebla en su valor como estrato tipo del límite Jurásico-Cretácico, concluyendo que esta área abarca una serie litológica del Berriasiano Inferior y Medio y no presenta el límite Jurásico-Cretácico.

Adatte et al. (1994) estudiaron perfiles en la Sierra Madre Oriental y en la Cuenca Durango, encontrando que los calpionélidos muestran que el límite Jurásico-Cretácico es diácrono, situado en el Berriasiano Temprano, y que son más o menos esporádicos en la parte inferior de la zona B, y frecuentes en la parte superior, lo que indica un cambio brusco importante en las condiciones oceanográficas (corrientes y/o temperaturas),

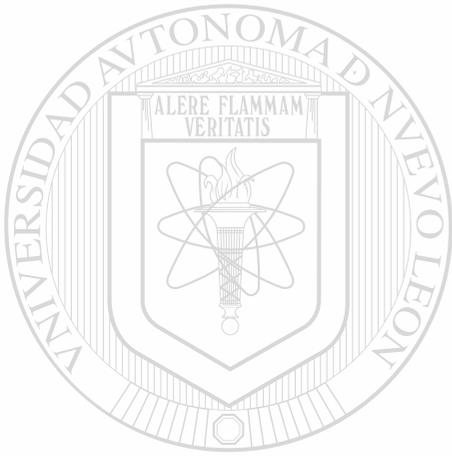
presentándose además un cambio en la composición de las arcillas (aumento de clorita y disminución de caolinita).

Adatte et al. (1996) analizaron a detalle cinco perfiles cerca de Monterrey y uno cerca de Durango, y proponen que ocurrió un gran cambio paleoceanográfico en la parte superior de la Zona B de Calpionélidos en el Berriasiano Tardío. Este cambio se refleja en un incremento en la facies pelágica, en una dramática aparición de ammonites y microfósiles tethyanos, así como en cambios en los valores de los isótopos estables en la roca y en las arcillas, sugiriendo que estos cambios se debieron a la elevación global del nivel del mar que conectó directamente el noreste de México con el Tethys Europeo, finalizando el ambiente anóxico, semi-restringido y endémico de la Formación La Casita del Jurásico Tardío.

Adatte et al. (2000) para la localidad de Potrero García reportan a *Calpionella alpina* (forma mediana) y a *Crassicolaria parvula* en la parte superior de la Formación La Casita, concluyendo que de acuerdo a la presencia de calpionélidos en la Sierra del Fraile, el límite litológico (Formación La Casita / Formación Taraises) no coincide con el límite bioestratigráfico indicado por estos organismos.

3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El cambio litológico entre la Formación La Casita y la Formación Taraises coincide con el límite cronológico Jurásico-Cretácico.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



4. OBJETIVO

4.1 OBJETIVO GENERAL

La identificación taxonómica de los calpionélidos y ammonites de la zona de contacto entre las formaciones La Casita y Taraises en la Sierra de Minas Viejas, así como realizar las determinaciones cronológica y paleoambiental, determinando además si el contacto litológico entre estas formaciones coincide con el límite Jurásico-Cretácico.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.- Identificar taxonómicamente los calpionélidos y ammonites que se encuentren en sección de estudio.

2.- Con la base en las especies encontradas y las texturas de las rocas (microfacies), interpretar los paleoambientes sedimentarios correspondientes a las formaciones estratigráficas estudiadas.

3.- Analizar los rangos cronológicos de las especies encontradas para definir la edad de la sección estudiada, determinando la probable coincidencia del contacto formacional con el límite cronológico Jurásico-Cretácico.

5. **ÁREA DE ESTUDIO**

5.1 **Localización**

La Sierra de Minas Viejas (figura 3), conocida también como Potrero Minas Viejas o Potrero Grande, pertenece principalmente al municipio de Hidalgo, N.L., ocupando además parte de los municipios de Abasolo y Mina.

El área de estudio está comprendida entre los 26° 00' 59.66" y los 26° 01' 15.54" de Latitud Norte, y entre los 100° 26' 0.1" y los 100° 26' 18.03" de Longitud Oeste (figura 4). (INEGI, 1992).

Geológicamente, el área de estudio se ubica dentro de la Provincia Geológica de Coahuila, y en la Subprovincia de la Cuenca de Sabinas (López Ramos, 1980).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Pertenece a la Región Fisiográfica conocida como Provincia de la Sierra Madre Oriental, Subprovincia de las Sierras y Llanuras Coahuilenses, con un sistema de topografía de sierra pliegue. (INEGI, 1986).

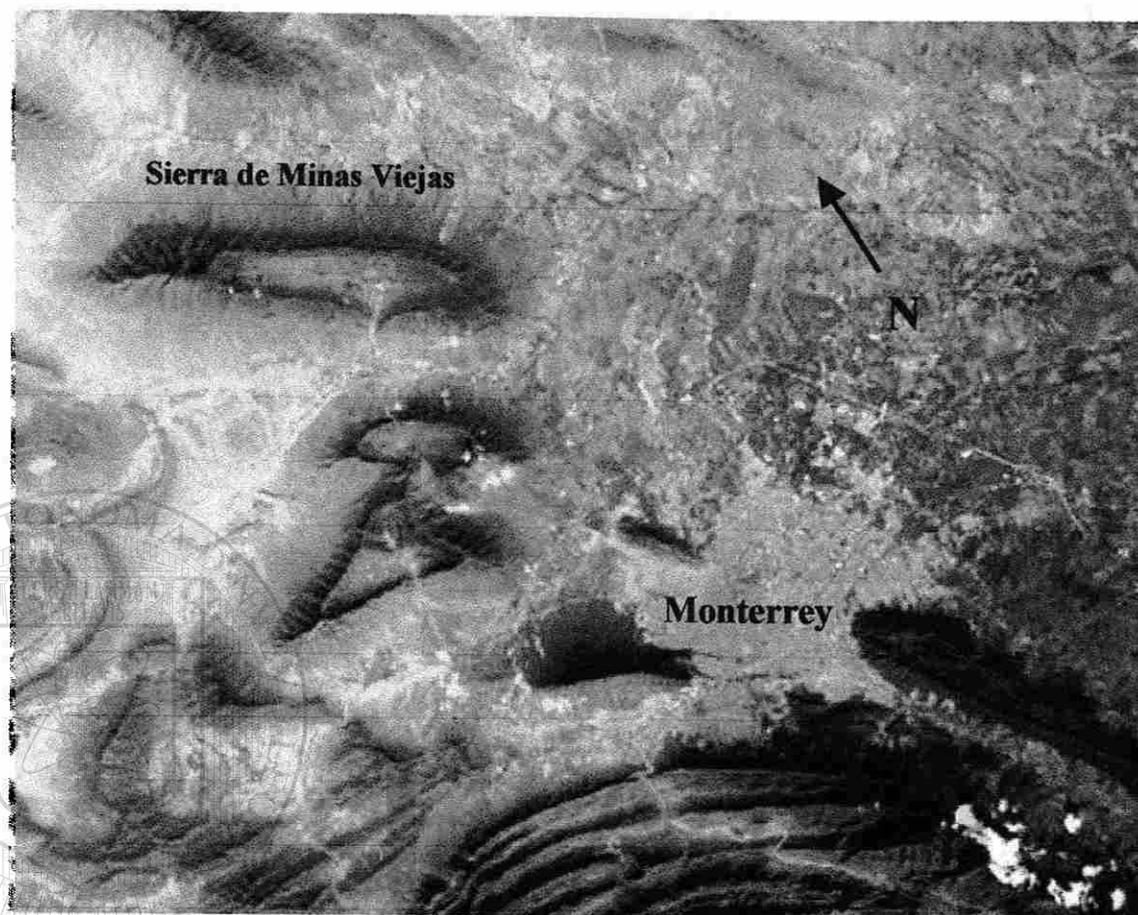


Figura 3: Imagen desde satélite en donde se observa la Sierra de Minas Viejas.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

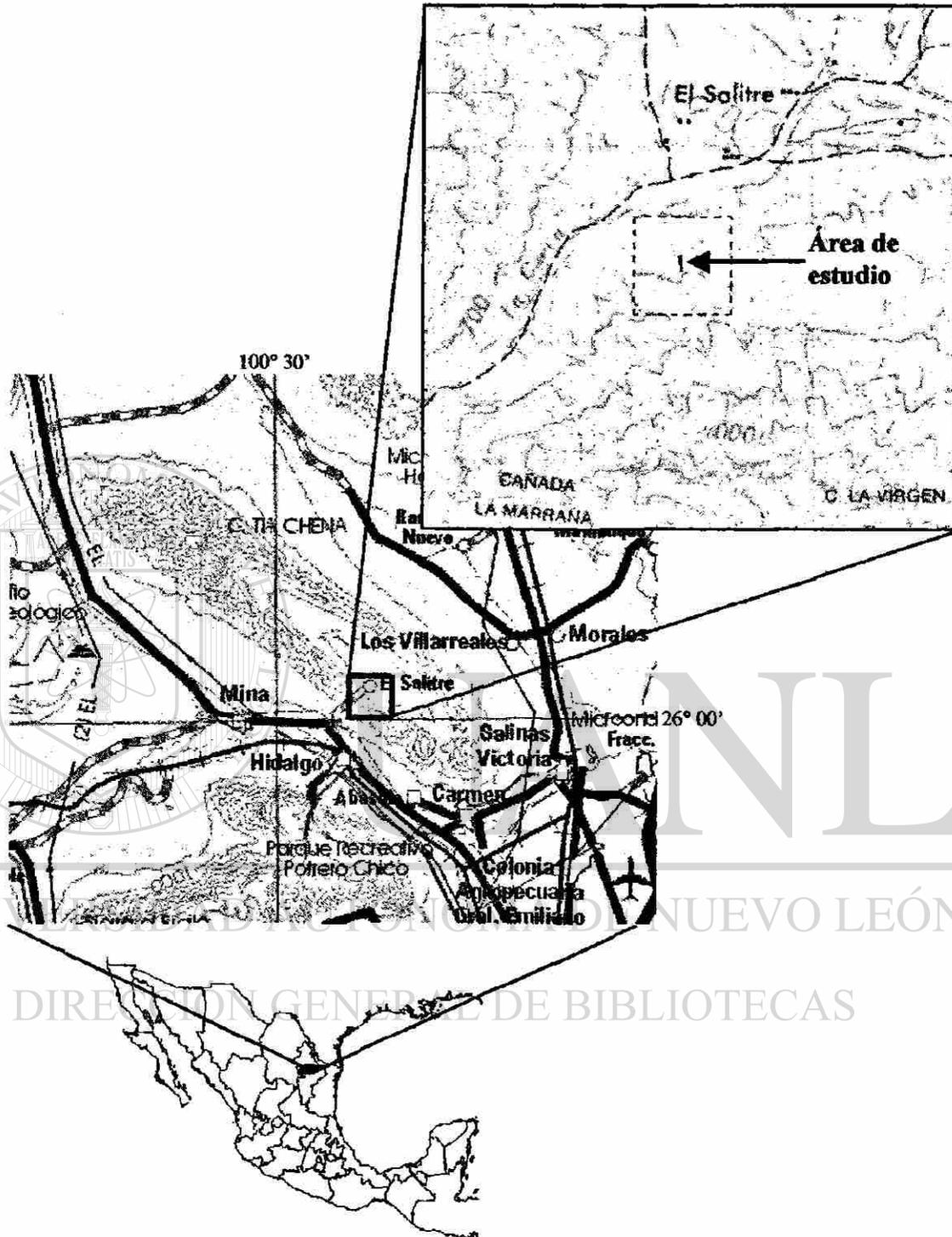


Figura 4: Localización del área de estudio. (Condensado estatal topográfico Nuevo León, INEGI; Carta topográfica INEGI, G14A85)

El clima reportado es seco, semicálido con lluvias en verano. Presenta seis tipos de vegetación, entre los que se encuentran el matorral desértico rosetófilo y matorral submontano. Los suelos predominantes son litosoles y rendzinas con clase textural media, y en algunas regiones predominan las rendzinas. Se encuentra dentro de la región hidrológica Río Bravo (24), dentro de la cuenca Río Bravo - San Juan (B), en las subcuencas Río Salinas - Río Pesquería, con valores de precipitación media anual de 300 - 400 mm. (Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, 1999).

5.2 Descripción

La Sierra de Minas Viejas es una estructura geológica de tipo braquianticlinal abierto, que presenta en su núcleo evidencias de diapirismo salino. Este proceso fue causado por los impulsos combinados de esfuerzos máximos originados por la tectogénesis Laramídica, y el freno representado por los plutones de la Paleoisla de Coahuila en el oeste y la Península-Archipiélago de Tamaulipas (actualmente la cadena formada por la Sierra de Burro - Picachos y la Sierra de Tamaulipas) en el este.

Esta estructura es ideal para el presente estudio, dado que presenta una secuencia litológica continua que incluye a las formaciones La Casita y Taraises, entre otras. Debido a esto, se eligió esta estructura para desarrollar el análisis lo más completo

posible, al tener una secuencia litológica sin interrupciones aparentes en la secuencia deposicional.

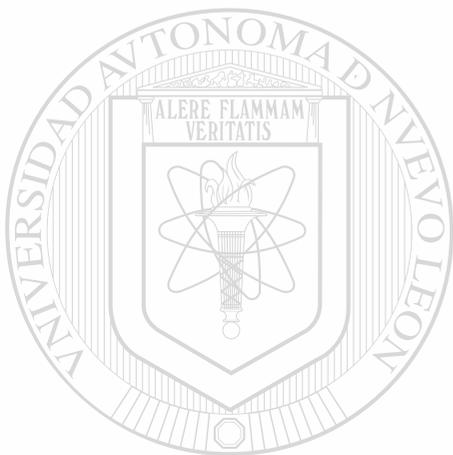
La Formación La Casita es de una edad Kimmeridgiano a Tithoniano (Jurásico Superior) en su localidad tipo (donde fue descrita por primera vez). Fue definida por Imlay (1936). Su localidad tipo corresponde al Cañón La Casita, en General Cepeda, Coahuila. Litológicamente, su parte inferior consiste de areniscas color gris oscuro (amarillento al intemperismo), interestratificadas con lutitas de color gris claro a oscuro.

La parte media consiste de estratos delgados de caliza, lutitas color rosa, fisiles (tendencia a romperse en placas), con intercalaciones de láminas de yeso. La parte superior consiste de lutita gris claro a oscuro, con ammonites y nódulos calcáreos, interestratificadas con capas de caliza arcillosa rosa, con ammonites. En cuanto a la sedimentología, las areniscas (en la base de la formación) y lutitas (parte media de la

formación) indican una fase transgresiva (avance del mar). Los sedimentos se originaron en aguas cercanas a la costa, las cuales contenían sulfatos de calcio que al precipitarse formaron las láminas de yeso entre las lutitas. (López Ramos, 1980).

La Formación Taraises es de edad Barremiano - Hauteriviano Inferior. Fue también definida por Imlay (1936). La localidad tipo está en el Cañón de Taraises en la Sierra de Parras, Coahuila. Respecto a la litología, la parte inferior consta de caliza color

gris oscuro (gris amarillento al intemperismo), presenta huellas de disolución y vetillas de calcita, con fracturamiento moderado. La parte superior consta de calizas arcillosas delgadas de color negro, interestratificadas con lutitas calcáreas gris claro y calizas ondulares color pardo claro y rojizo al intemperismo. Se considera que el ambiente de depósito debió ser infranerítico. (López Ramos, 1980).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6. METODOLOGÍA

6.1 De Campo:

Se utilizaron fotografías aéreas, mapas geológicos del área y un geoposicionador (GPS), para las determinaciones geográficas del área de estudio.

En campo se realizó un perfil del área de estudio, en donde se ubicaron datos como los números asignados a los estratos, datos de rumbo y echado, ubicación de las formaciones estratigráficas y la posición de las muestras.

Se tomaron datos del espesor de estratos, tipo de estratificación, rumbo y echado de las fracturas, para la posterior elaboración de tablas.

Con una brújula tipo Brunton se tomaron los datos de *rumbo* (orientación de la línea de intersección entre un plano horizontal imaginario y la superficie del estrato) y *echado* (inclinación de los estratos). También se determinaron el rumbo e inclinación de 100 *fracturas* o *diaclasas* (fisuras de la roca como respuesta a los esfuerzos tectónicos).

Se realizó una toma de muestras de roca en la parte final de la Formación La Casita y la parte basal de la Formación Taraises.

Cada muestra se señaló con una clave, la cual consistió de las iniciales del nombre de la localidad en las letras mayúsculas, seguido del número de muestra; por ejemplo MV-1. En la muestra de roca se marca la orientación de la misma respecto a la base y cima del estrato del cual se obtuvo, esto con un símbolo parecido a una T (la barra horizontal indica la cima del estrato y la vertical la base).

El contacto entre ambas formaciones está determinado por un cambio litológico. Cerca del contacto, ambas formaciones contienen estratos de lutita y caliza, pero en la cima de la Formación La Casita predominan las lutitas margosas, mientras que la base de la Taraises predominan las calizas. Las muestras de roca se tomaron de los estratos de caliza, pues a partir de ellos es posible realizar láminas delgadas para la observación de los calpionélidos.

Los ammonites y fósiles presentes en las calizas se obtuvieron con cincel y martillo. Para extraerlos de las lutitas fue necesario utilizar talache y pala, para eliminar el suelo y roca acarreados por el agua, hasta llegar la roca *in situ*.

Se llevó un estricto control de la posición de los ejemplares en la columna de estratos. Cada ejemplar se señaló con la clave descrita anteriormente para las muestras de roca, especificando además si el estrato es de caliza (C) o lutita (L); por ejemplo MVC1 para el primer estrato de caliza, y MVL1 para el primer estrato de lutita.

Para transportarlos al laboratorio se envolvieron en papel periódico y dentro de una bolsa plástica, marcada con el número del estrato del cual se extrajo.

6.2 De Laboratorio

Se graficó en proyección estereográfica (red de Schmidt), la orientación preferencial de cien fracturas registradas en la localidad. Cada fractura se representa en la red con un punto, que corresponde al eje perpendicular de la fractura. Mediante curvas se delimitan las diferentes densidades de puntos, y se determina así la orientación preferencial de la fracturación. Esto sirve de base para las interpretaciones tectónicas del área.

Se han tomado en cuenta los datos litológicos y estructurales tomados en campo para realizar un mapa geológico, cubriendo un área de 500 x 500 metros, a escala de 1:2,500, en torno a los afloramientos de estudio.

En la localidad de estudio se tomaron datos sobre las características geomorfológicas, estratigráficas y estructurales que permitieron la realización de la columna estratigráfica.

Para la observación de los calcipionélidos, se elaboraron cortes de las muestras de roca en el plano perpendicular a la superficie de estratificación, siguiendo la técnica de sección delgada.

Esta técnica se utiliza cuando la roca no se puede disgregar por ser muy dura. Para ello es necesario obtener primeramente del centro de la muestra de roca, un cubo, el cual ya no presenta intemperismo, y de este cubo se obtiene un corte delgado de roca, usando una sierra diamantada y abrasivos, hasta obtener una sección suficientemente delgada para su observación al microscopio compuesto.

A continuación se describen los pasos que se siguieron para obtener cada lámina delgada:

1. En la muestra de roca se marca primeramente las líneas de corte para obtener un cubo del centro de la muestra. Después, la muestra se coloca en la máquina cortadora de rocas, que tiene un disco de aproximadamente .5 cm de grosor, y en cuyo borde tiene una sierra diamantada. Se obtiene un cubo de roca de las mismas dimensiones del portaobjetos petrográfico.

2. Una de las caras del cubo se desbastó con abrasivo grueso Carborundum sobre un disco pulidor, para eliminar las marcas dejadas por la sierra. Posteriormente, se lava con agua para eliminar las partículas del abrasivo grueso, y se termina de pulir con abrasivo fino sobre un vidrio, agregando agua esporádicamente.
3. Con un percutor, se etiqueta el portaobjetos petrográfico con la clave de muestra.
4. El cubo de roca se seca mediante calor, en una parrilla eléctrica especial para este fin.
5. La cara pulida del cubo se adhirió al portaobjetos con pegamento epoxi Hillquist, y se ejerció presión con el fin de eliminar las posibles burbujas de aire y permitir así una mayor adherencia. Se deja por 12 horas en una secadora a la cual se le calibra la temperatura adecuada para acelerar el proceso de secado.
6. La laminilla se coloca en la máquina cortadora de rocas, que tiene un disco con aproximadamente 2 mm de grosor y sierra diamantada, y se corta parte de la roca, dejándola con un espesor de 3 mm aproximadamente.
7. La pieza de roca se adelgaza con abrasivo grueso Carborundum sobre un disco pulidor.

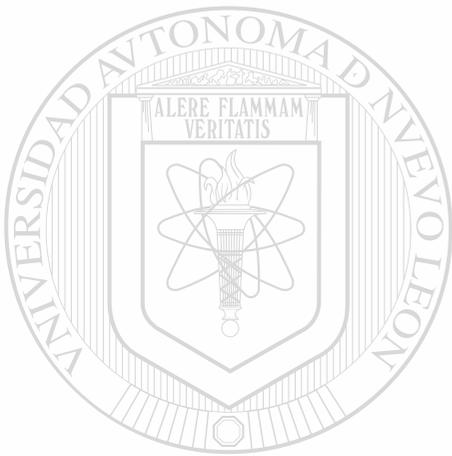
8. El corte se reducirá con el abrasivo fino hasta que al observar al microscopio compuesto, se puedan distinguir los microfósiles.

Se realizaron análisis micropaleontológico y microfacial de las secciones delgadas procedentes de dichas formaciones. Para la determinación específica de los microfósiles, se siguieron los criterios de Bonet (1956); Trejo (1960, 1980); Remane (1963, 1985, 1986); Bolli (1978); Alleman, Catalano, Fares y Remane (1971); y Catalano y Liguori (1971). En relación con la caracterización de microfacies se siguieron los criterios de Folk (1962) y Dunham (1962).

Los ammonites se prepararon para la observación de sus características diagnósticas, las cuales permitieron la identificación de las especies. Para la determinación taxonómica se utilizaron los criterios de Moore (1964) e Imlay (1938). Fueron enviados para su corroboración taxonómica al Dr. Wolfgang Stinnesbeck del Instituto de Paleontología de la Universidad de Karlsruhe, Alemania.

Una vez obtenida la información taxonómica y de microfacies, se infirieron las edades geológicas y ambientes de depósito (paleoambientes) correspondientes a la localidad de estudio.

Se utilizó el coeficiente cualitativo de Sorensen para conocer la similitud entre las especies de calpionélidos así como entre los géneros de ammonites encontrados en la localidad de Minas Viejas, con respecto a los reportados en otras dos localidades: La Huasteca (Santa Catarina, Nuevo León) y Puerto Piñones (a 36 Km al sur de Saltillo, Coahuila).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7 RESULTADOS

7.1 Taxonomía

Los microfósiles encontrados, además de los calpionélidos, fueron algunos foraminíferos planctónicos y bentónicos, radiolarios, radiolas y fragmentos de placas de equinodermos, y ostrácodos.

Los calpionélidos encontrados fueron:

Calpionella elliptica Cadisch, 1932. (MVC16, MVC28, MVC33).

Tintinnopsella longa (Colom, 1939). (MVC4).

Calpionella alpina Lorenz, 1902. (MVC4, MVC13, MVC28).

Lorenziella hungarica Knauer & Nagy, 1964. (MVC5).

Calpionellopsis oblonga (Colom, 1939). (MVC1, MVC34).

Calpionellopsis simplex (Colom, 1939). (MVC37).

Los ammonites encontrados fueron:

Olcostephanus Neumayr, 1875. (MVC1, MVC5, MVC6, MVL6, MVC7, MVC8,
MVC14).

Oosterella Imlay, 1938. (MVC10).

Neocomitidae; cf. *Sarasinella* P. Lory, 1897. (MVC11, MVL12, MVC14, MVL19).

Neocomites Uhlig 1905 emend Spath, 1921. (MVL14).

Distoloceras Hyatt, 1903. (MVL18).

Karakaschiceras crassicostatus Imlay, 1938. (MVL18).

Fragmentos indeterminables (MVL8, MVC9, MVL16, MVC19, MVL20, MVC32).

A continuación se describen las principales características taxonómicas de los calpionélidos y ammonites identificados en este trabajo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7.1.1 Calpionélidos:

Orden: Tintinnina Corliss, 1955.

Superfamilia: Calpionellidae Bonet, 1959.

Familia: Calpionellidae Bonet, 1956.

Lorenziella hungarica Knauer et Nagy, 1964.

(Figura 5)

Descripción.- Lóriga ovoidea con el extremo aboral más o menos redondeado; pared de la loriga muy delgada y de igual espesor en toda su extensión; collar oral en su parte terminal, generalmente divergente. El diámetro máximo se encuentra cerca de la mitad de la lóriga. **Alcance estratigráfico.-** Berriasiano Superior al Valanginiano Inferior.

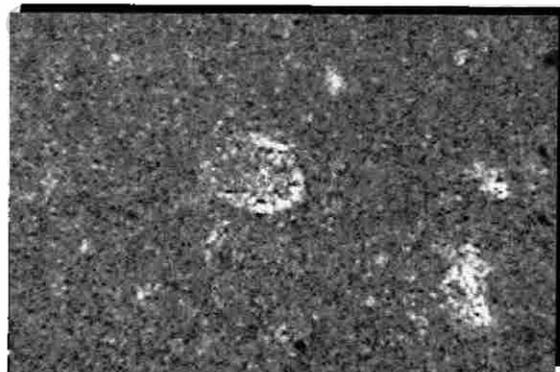


Figura 5: *Lorenziella hungarica*. Muestra MVC5.

Calpionella alpina Lorenz, 1902.

(Figura 6)

Descripción.- Lóriga subsférica, ovoidea o elíptica pero siempre aproximadamente isodiamétrica, provista de un cuello cilíndrico muy corto, totalmente separado del cuerpo por una deflexión; porción aboral ligeramente angulosa pero sin prolongación caudal.

Las dimensiones de los ejemplares es entre 40 y 60 micras de ancho y unas 45 a 65 micras de longitud, pero existen algunos de 67 por 82 y aún de 80 por 85 micras.

Alcance estratigráfico.- Se encuentra en el Tithoniano superior al Valanginiano inferior.

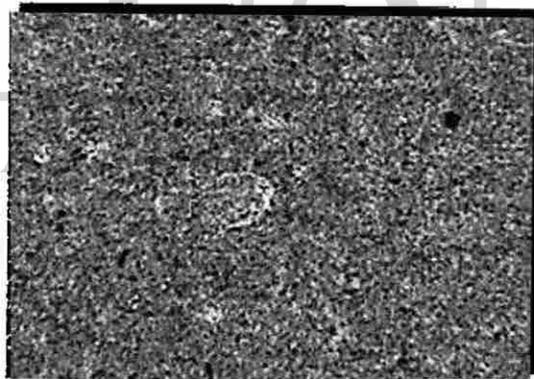


Figura 6: *Calpionella alpina*. Muestra MVC4

Calpionella elliptica Cadisch, 1932.

(Figura 7)

Descripción.- Lóriga un poco más grande que *C. alpina*, de lados subparalelos y ligeramente alargada, de manera que los cortes axiales son elipsoideos; el cuello tiene la misma forma que *C. alpina* pero es un poco menos patente; frecuentemente la porción aboral es algo puntiaguda y parece poseer espina caudal. Las dimensiones son de 30-35 micras por 80-95 micras. **Alcance estratigráfico.-** Se encuentra en el Berriasiano inferior al Valanginiano inferior.



Figura 7: *Calpionella elliptica*. Muestra MVC33. Escala: 10 divisiones del micrómetro representan 38.46 micras.

Tintinnopsella longa (Colom, 1939).

(Figura 8)

Descripción.- En corte axial la lóriga es acampanada, subcilíndrica, extremo aboreal redondeado más estrecha en comparación que la longitud. Boca amplia, poco más estrecha que la anchura máxima del cuerpo y seguida de un collar con paredes paralelas, a veces ligeramente abombadas cerca del extremo aboral. Las dimensiones son de 60 por 150 micras, 57 por 140 micras, 55 por 155 micras. **Alcance estratigráfico.-** Se encuentra en el Berriasiano superior al Valanginiano Inferior.



Figura 8: *Tintinnopsella longa*. Muestra MVC4.

Calpionellopsis simplex (Colom, 1939).

(Figura 9)

Descripción.- Lóriga de forma cilindroide, tan sólo algo ensanchada hacia su término aboral, que es redondeado. La región oral muestra la existencia de un collar oral muy sencillo, seguido de una pequeña excavación o surco interno, circular y suboral. Sus lórigas alcanzan generalmente alrededor de unas 90 micras de longitud por unas 40 de anchura. **Alcance estratigráfico.-** Se encuentra en el Valanginiano inferior.



Figura 9: *Calpionellopsis simplex*. Muestra MVC37. Escala: 10 divisiones del micrómetro representan 38.46 micras.

Calpionellopsis oblonga (Colom, 1939).

(Figura 10)

Descripción.- Lóriga cilíndrica con la porción aboral redondeada; las paredes pueden ser ligeramente convergentes hacia la boca; ésta es de un diámetro poco menor que la anchura máxima del cuerpo y normalmente no hay collar. Las dimensiones son de 40 a 45 por 75 a 110 de longitud. **Alcance estratigráfico.-** Se encuentra en el Berriasiano superior al Valanginiano inferior.

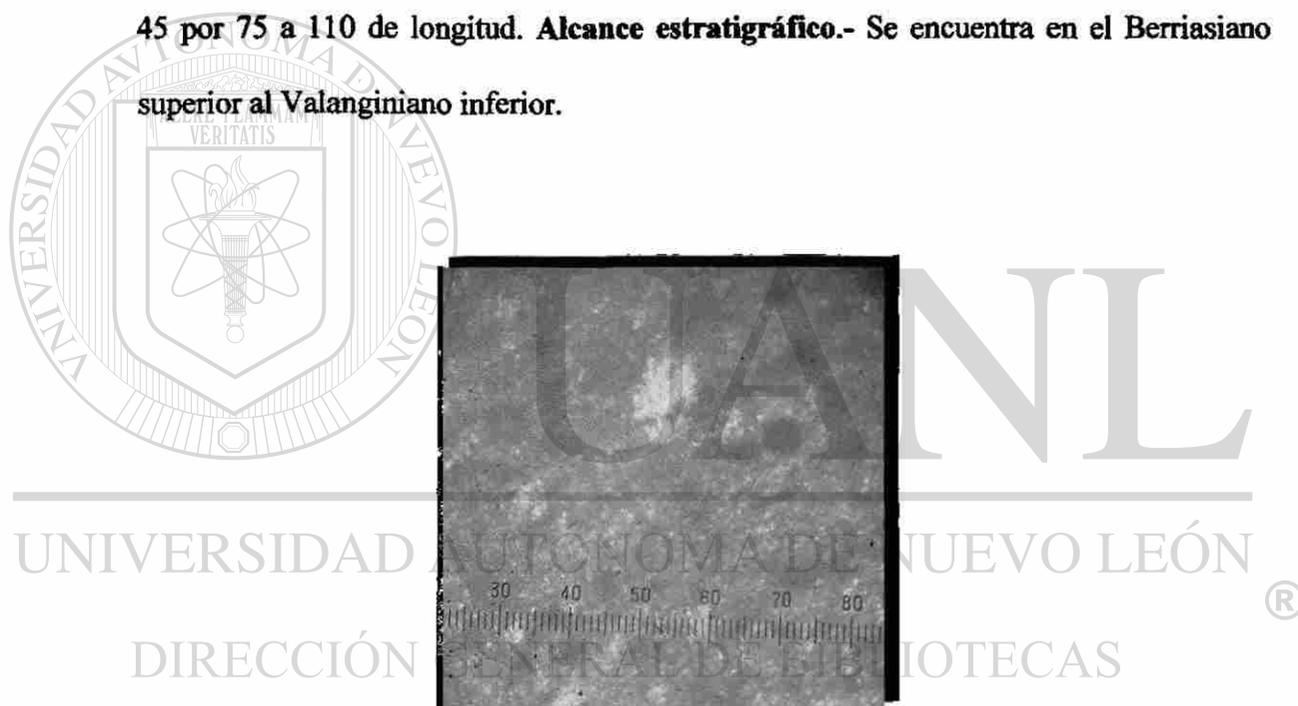


Figura 10: *Calpionellopsis oblonga*. Muestra MVC34.

7.1.2 Ammonites:

Phyllum: Mollusca.

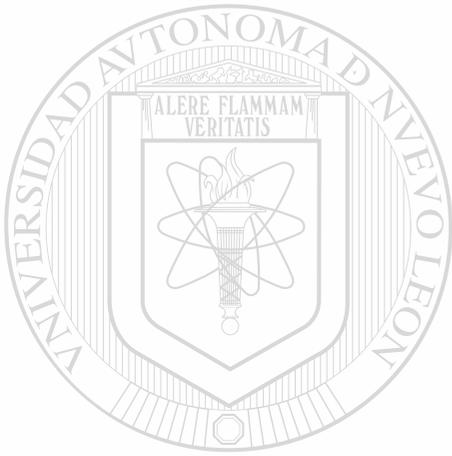
Clase: Cephalopoda.

Subclase: Ammonoidea.

Orden: Lytoceratina Hyatt, 1889.

Suborden: Ammonitina Hyatt, 1889.

Superfamilia: Perisphinctaceae.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Familia: Neocomitidae Salfeld, 1921.

Subfamilia: Neocomitinae Salfeld, 1921.

Neocomites Uhlig, 1905.

(Figura 11)

Descripción.- Ammonites con ombligo pequeño y escalonado. Las vueltas superponen en la mayor parte de las anteriores. La sección de concha es comprimida y ovalada. Sus costillas son finas, densas y sinuosas, terminando en la zona ventral con pequeños tubérculos. Se interrumpen con un surco en esta zona. **Alcance estratigráfico.-** Valanginiano.



Figura 11: *Neocomites* Uhlig, 1905, emend Spath, 1921. (MVL14). Escala: 1cm.

Sarasinella P. Lory, 1897

(Figura 12, 13, 14, 15, 16)

Descripción.- Moderadamente comprimido a moderadamente inflado. Las vueltas se superponen en la mayor parte de las vueltas anteriores. La sección de concha es comprimida y ovalada. Las costillas son finas, densas y sinuosas terminando en la zona ventral con pequeños tubérculos, se interrumpen con un surco en esta zona. **Alcance estratigráfico.-** Valanginiano.



Figura 12: Fragmento de Neocomitidae; cf. *Sarasinella* P. Lory, 1897. (MVC11).

Escala: 1cm.



Figura 13: Fragmento de Neocomitidae; cf. *Sarasinella* P. Lory, 1897. (MVC11).

Escala: 1cm.



Figura 14: Fragmento de Neocomitidae; cf. *Sarasinella* P. Lory, 1897. (MVL12).

Escala: 1cm.



Figura 15: Fragmento de Neocomitidae; cf. *Sarasinella* P. Lory, 1897. (MVC14).

Escala: 1cm.



Figura 16: Neocomitidae; cf. *Sarasinella* P. Lory, 1897. (MVL19). Escala: 1cm.

Subfamilia: Endemoceratinae Schindewolf, 1966.

Karakaschiceras crassicostatus Imlay, 1938.

(Figura 17)

Descripción.- La sección espira es sub trapezoidal, más alta que ancha. Costado casi plano. Abertura ancha y poco convexa. Pared umbilical vertical, borde angular. Ornamentación con costillas prominentes y falciformes con inicio simple, o en pares, en espesor grueso en la orilla umbilical y bifurcándose o delgado arriba en la mitad del costado. Alcance estratigráfico.-Valanginiano.



Figura 17: Fragmento de *Karakaschiceras crassicostatus* Imlay, 1938. (MVL18).

Escala: 1cm.

Distoloceras Hyatt, 1903.

(Figura 18)

Descripción.- La sección espira es poligonal. En la espira externa la ornamentación es de costillas gruesas y tuberculadas de estadio temprano, diferenciadas y fuertemente protegidas ventrolateralmente. El borde de la espira interna con largas espinas, ventrolaterales, normalmente mediolaterales y algunas veces umbilicales. El costado puede o no tener espinas. **Alcance estratigráfico.-** Valanginiano.



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Figura 18: Fragmento de *Distoloceras* Hyatt, 1903. (MVL18). Escala: 1cm.

Familia: *Olcostephanidae* Haug, 1910.

Olcostephanus Neumayr, 1875.

(Figuras 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 26)

Descripción.- Ammonites robustos de sección circular, con ombligo amplio y profundo. La parte umbilical de la concha suele estar atravesada de gruesas costillas que acaban en tubérculos muy marcados y que se dividen en numerosas y apretadas costillas muy finas que pasan de un flanco a otro sin interrupción. **Alcance estratigráfico.-** Valanginiano - Hauteriviano.



Figura 19: Fragmento de *Olcostephanus* Neumayr, 1875. (MVC1). Escala: 1cm.

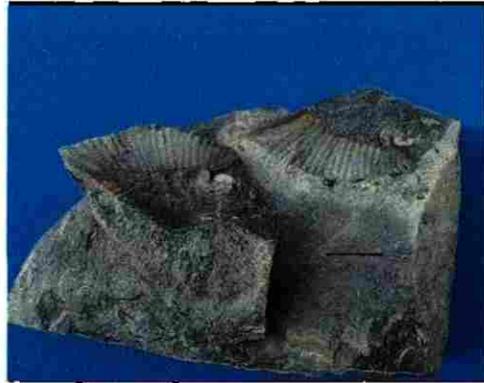


Figura 20: Fragmento de *Olcostephanus* Neumayr, 1875. (MVC5). Escala: 1cm.

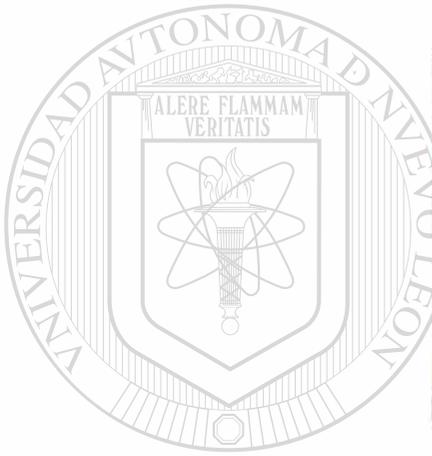


Figura 21: Fragmento de *Olcostephanus* Neumayr, 1875. (MVC6). Escala: 1cm.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Figura 22: *Olcostephanus* Neumayr, 1875. (MVL6). Escala: 1cm.



Figura 23: *Olcostephanus* Neumayr, 1875. (MVL6). Escala: 1cm.

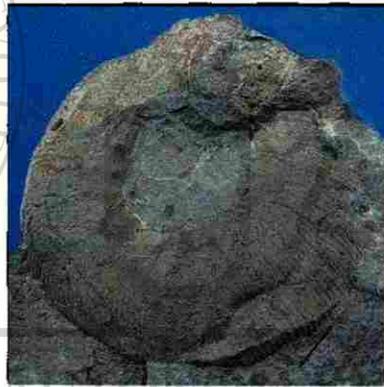


Figura 24: *Olcostephanus* Neumayr, 1875. (MVC7). Escala: 1cm.



Figura 25: Fragmento de *Olcostephanus* Neumayr, 1875. (MVC8). Escala: 1cm.



Figura 26: Fragmento de *Olcostephanus* Neumayr, 1875; fase juvenil. (MVC14).

Escala: 1cm.

Familia: Oosterellidae Breistroffer, 1940.

Oosterella Imlay, 1938

(Figura 27)

Descripción.- Involuto, comprimido con quilla alta que puede ser ondulada; costillas fuertes, bruscas, irregulares, simples y ramificadas. El punto de bifurcación puede elevarse, con crecimiento y puede formar tubérculos prominentes mediolaterales.

Alcance estratigráfico.- Valanginiano - Hauteriviano.



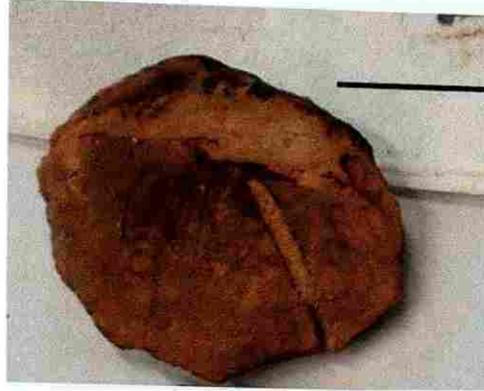
Figura 27: *Oosterella* Imlay, 1938. (MVC10). Escala: 1cm.

7.1.3 Equinodermos

Ejemplares mal preservados e indeterminables de tipo galleta de mar y erizo de mar (figuras 28 a 30).



Figura 28: Fragmento de equinodermo. a) Estrato 1C. b) Estrato 17C. Escala 1cm.



a)

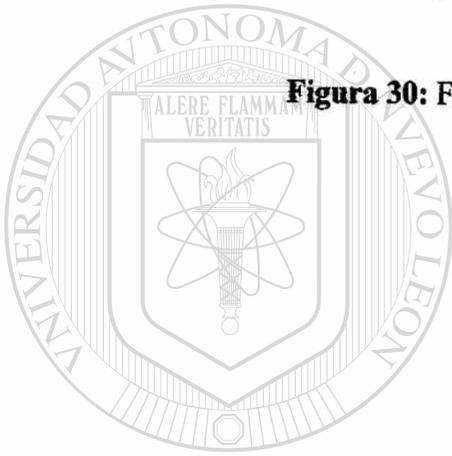


b)

Figura 29: Fragmento de equinodermo. a) Estrato 3L. b) Estrato 6L. Escala 1cm.



Figura 30: Fragmento de equinodermo. Estrato 8C. Escala 1cm.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7.1.4 Belemnite

Fragmentos de belemnite (cefalópodo). (figura 31).



a)



b)

Figura 31: Fragmento de belemnite. a) Estrato 3C. b) Estrato 10C. Escala 1cm.

7.2 Geología

Para tener una base de la información recopilada en campo se realizó un perfil del área de estudio (figura 32).

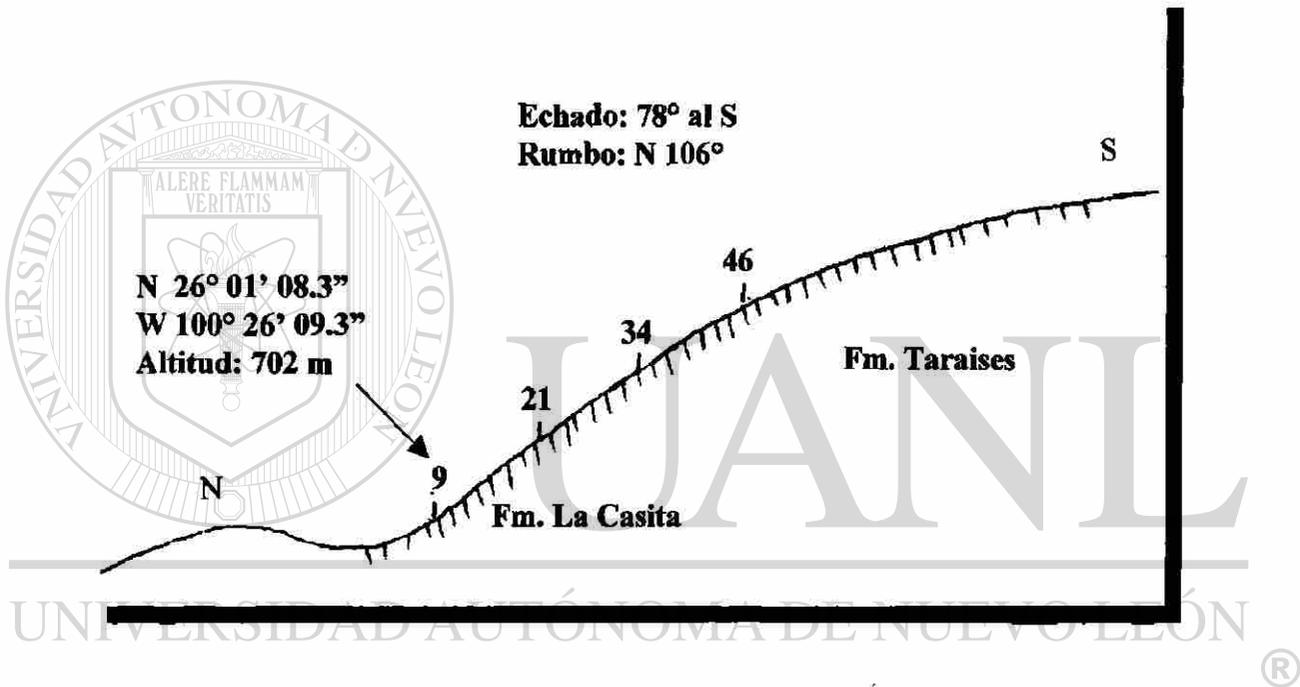


Figura 32: Perfil del área de estudio. Se muestran los números asignados a algunos de los estratos.

A partir de las observaciones y determinaciones realizadas en campo con ayuda de brújula, cinta y GPS, y utilizando como base la carta topográfica 1:50,000 de INEGI, se elaboró un mapa geológico de 500 m por 500 m en torno al área de estudio, a una escala de 1:2,500. Mediante diferentes colores se representan las edades de las rocas: verde = Cretácico, celeste = Jurásico, café = Terciario, amarillo = Cuaternario. Se marcó con una línea roja discontinua el límite entre las formaciones La Casita- Taraises. El sitio de muestreo se indicó mediante una negra punteada. Se menciona el rumbo (R) y el echado (E) (figura 33).

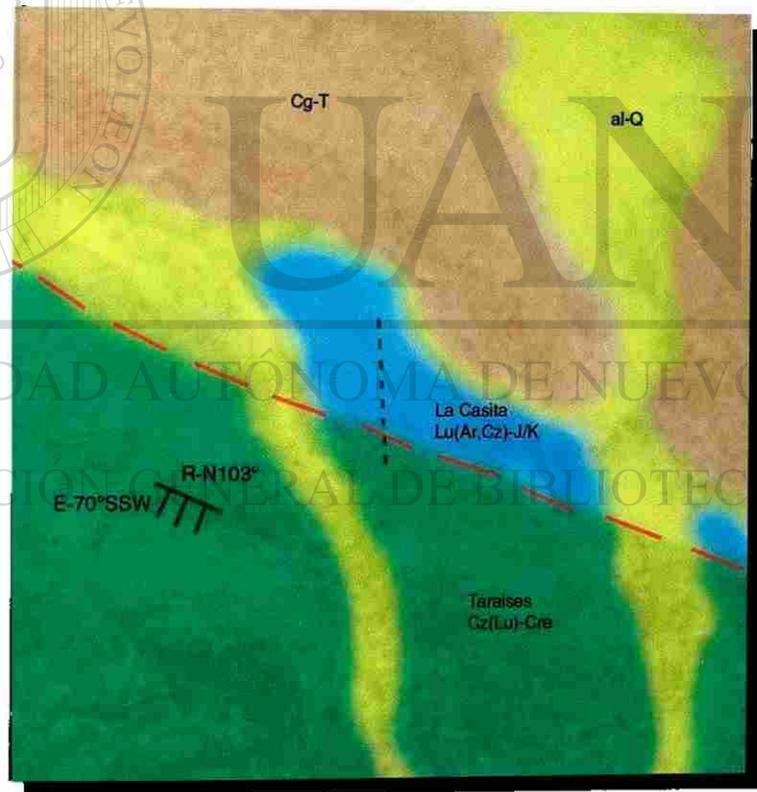
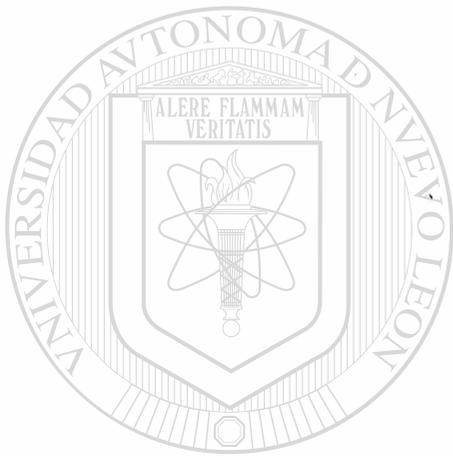


Figura 33: Mapa geológico del área de estudio, escala 1:2,500.

Se tomaron datos de los estratos de caliza (Tabla 1) y lutitas (Tabla 2) para la realización de la columna estratigráfica correspondiente a la sección medida en la Sierra de Minas Viejas (figura 34). Algunos de los estratos de caliza son discontinuos, presentando interrupciones; todos los estratos de lutitas son continuos.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

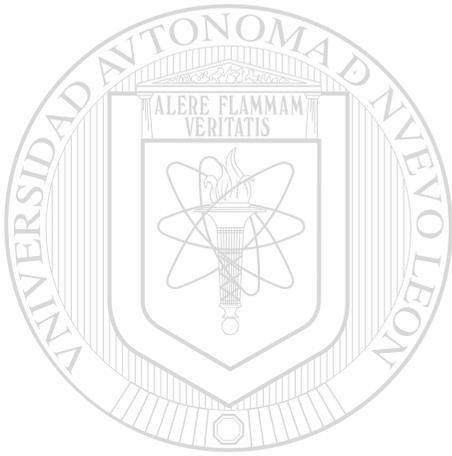
número de estrato	espesor (m) calizas	tipo de estrato	clave muestra
1	.15	muy discontinuo	MVC 1
2	.13	muy discontinuo	MVC 2
3	.13	discontinuo	MVC 3
4	.13	discontinuo	MVC 4
5	.16	discontinuo	MVC 5
6	.30	continuo	MVC 6
7	.24	continuo	MVC 7
8	.22	continuo	MVC 8
9	.24	continuo	MVC 9
10	.16	discontinuo	MVC 10
11	.15	discontinuo	MVC 11
12	.10	discontinuo	MVC 12
13	.14	discontinuo	MVC 13
14	.30	continuo	MVC 14
15	.09	casi ausente	MVC 15
16	.20	discontinuo	MVC 16
17	.13	muy discontinuo	MVC 17
18	.08	casi ausente	MVC 18
19	.18	discontinuo	MVC 19
20	.12	discontinuo	MVC 20
21	.23	continuo	MVC 21
22	.08	muy discontinuo	MVC 22
23	.08	muy discontinuo	MVC 23
24	.09	muy discontinuo	MVC 24
25	.12	discontinuo	MVC 25
26	.10	muy discontinuo	MVC 26
27	.15	discontinuo	MVC 27
28	.22	discontinuo, capa doble	MVC 28
29	.08	casi ausente	MVC 29
30	.16	casi continuo	MVC 30
Veta de calcita			
31	.16	continuo	MVC 31
32	.30	continuo	MVC 32
33	.12	continuo	MVC 33
34	.16	continuo	MVC 34
35	.13	muy discontinuo	MVC 35
36	.15	discontinuo	MVC 36
37	.13	discontinuo	MVC 37
38	.22	continuo	MVC 38
39	.12	casi continuo	MVC 39
A partir de aquí las capas de caliza son más frecuentes y no se muestrearon todas			
40	.15	continuo	MVC 40
41	.10	discontinuo	MVC 41
42	.16	continuo	MVC 42
43	.16	continuo	MVC 43
44	.12	continuo	MVC 44
45	.15	continuo	MVC 45
46	.14	continuo	MVC 46

Tabla 1: Datos de los estratos de caliza, tomados en campo.

número de estrato	espesor (m) lutitas
1	1.65
2	1.01
3	0.97
4	1.36
5	0.78
6	0.43
7	1.01
8	1.21
9	0.66
10	0.59
11	0.37
12	0.13
13	1.01
14	0.97
15	0.31
16	0.80
17	1.35
18	0.90
19	1.76
20	0.94
21	0.53
22	0.65
23	0.11
24	0.75
25	0.10
26	0.32
27	0.27
28	0.59
29	0.61
30	0.60
31	0.91
32	0.33
33	0.83
34	0.03
35	1.17
36	1.03
37	0.78
38	0.57
39	0.73
40	0.78
41	0.35
42	0.27
43	0.77
44	0.69
45	0.85

Tabla 2: Datos de los estratos de lutita, tomados en campo.

En campo se midieron cien fracturas y sus datos se representan en la Tabla 3. Se determinó su orientación preferencial por el Método de la Red de Schmidt (Marshak, et al. 1988), en la que cada punto representa el eje perpendicular de una fractura; las curvas delimitan diferentes concentraciones de puntos (figura 34).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

número de fractura	rumbo	echado	hacia el	número de fractura	rumbo	echado	hacia el
1	0	75	E	51	17	47	E
2	352	80	E	52	50	83	NW
3	0	74	W	53	0	66	E
4	0	64	E	54	28	70	NW
5	10	70	E	55	19	90	--
6	90	20	N	56	56	64	NW
7	80	18	N	57	25	72	SE
8	41	46	SE	58	8	90	--
9	204	15	W	59	20	69	E
10	13	38	E	60	70	20	N
11	16	70	W	61	22	84	NW
12	170	54	E	62	33	23	NW
13	77	39	N	63	18	82	E
14	56	50	N	64	20	86	W
15	16	70	E	65	80	28	N
16	38	38	NW	66	12	74	E
17	2	58	E	67	6	90	--
18	22	80	W	68	12	73	E
19	66	21	NW	69	10	70	E
20	10	64	E	70	30	20	W
21	48	90	--	71	8	63	E
22	4	63	E	72	9	69	E
23	86	19	N	73	8	68	E
24	82	14	N	74	12	22	W
25	33	42	NW	75	13	58	E
26	45	18	NW	76	12	64	E
27	14	58	E	77	20	84	E
28	79	25	NW	78	29	90	--
29	10	69	E	79	12	64	E
30	4	53	W	80	0	84	E
31	55	63	NW	81	9	59	E
32	160	38	NE	82	2	66	E
33	50	33	NW	83	21	68	W
34	10	36	NW	84	60	27	W
35	4	46	E	85	31	80	W
36	35	80	NW	86	170	90	--
37	26	54	E	87	8	90	--
38	16	51	E	88	170	90	--
39	90	8	N	89	30	90	--
40	2	72	E	90	13	90	--
41	37	64	NW	91	18	86	E
42	30	68	NW	92	20	90	--
43	44	48	NW	93	26	86	W
44	20	74	E	94	2	88	E
45	140	90	--	95	2	85	E
46	18	76	E	96	3	79	E
47	12	60	E	97	2	86	E
48	123	90	--	98	2	84	E
49	50	7	NW	99	4	84	W
50	45	43	NW	100	40	80	W

Tabla 3: Datos de rumbo y echado de las fracturas tomados en campo, que se graficaron mediante la Red de Schmidt.

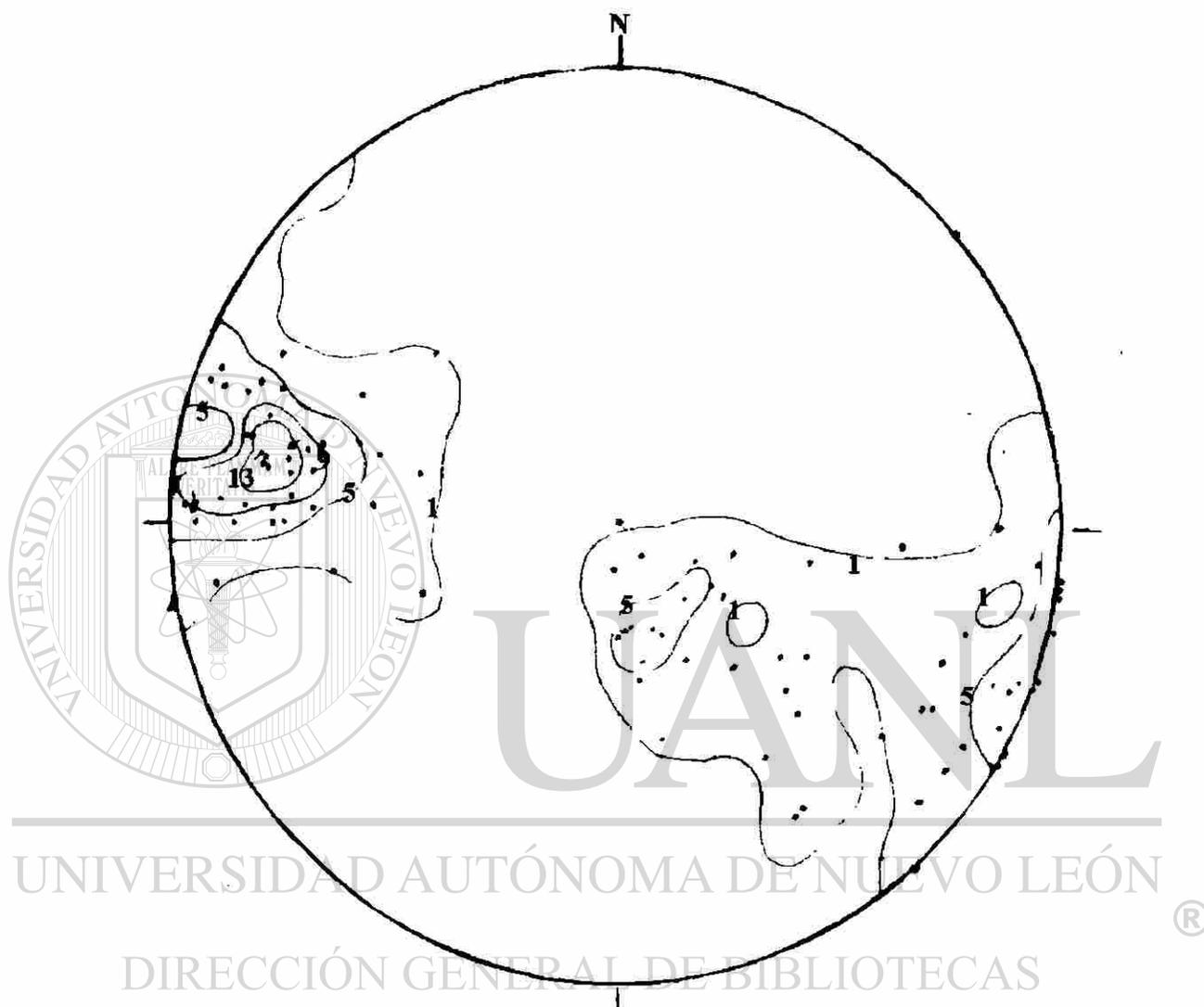
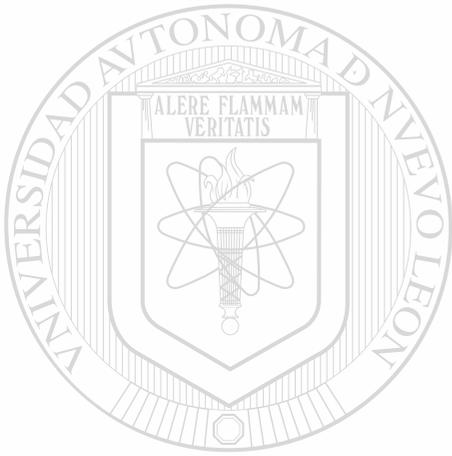


Figura 34: Orientación de las fracturas por el Método Red de Schmidt.

7.3 Litología

En la Sierra de Minas Viejas se tomaron muestras de roca a lo largo de un trayecto correspondiente a 39.05 m de columna estratigráfica, que corresponde a la parte final (cima) de la Formación La Casita (34 m) y la parte inicial (base) de la Formación Taraies (5.05 m), obteniéndose un total de 46 muestras de roca caliza (figuras 35 y 36).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Figura 35: Vista panorámica en dirección al sureste, donde se observa el área de estudio.

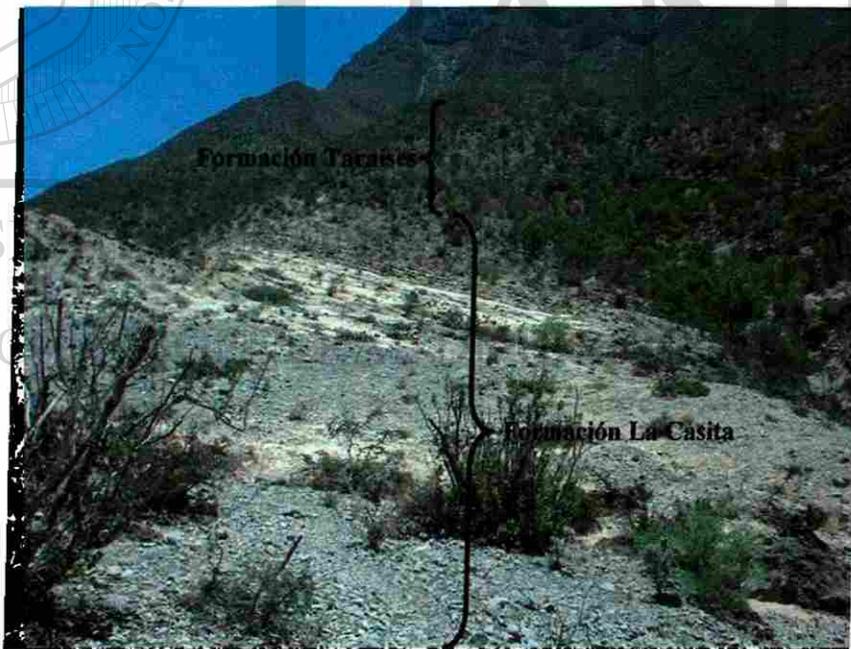
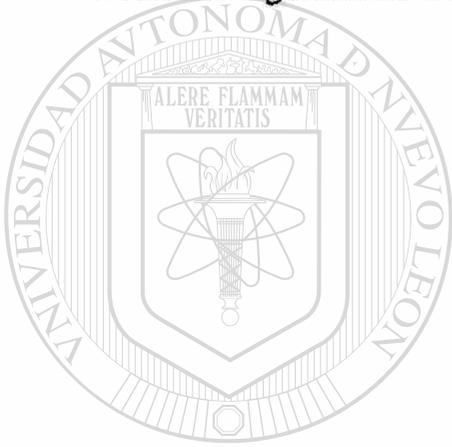


Figura 36: Vista en dirección al sureste, mostrando la zona de contacto entre las formaciones de estudio

En la cima de la Formación La Casita, la litología consistió de lutitas grises (crema al intemperismo), con espesor de estratos de .10 a 1.60 m, con intercalación de calizas arcillosas de color gris (crema al intemperismo), con espesor de estratos de .08 a .30 m (figura 37). En esta formación se observa la predominancia de estratos de lutitas. Algunos de los estratos de caliza son discontinuos, es decir, presentan interrupciones.

En los estratos de caliza se observaron nódulos de hematita, ejemplares completos y fragmentarios de equinodermos, belemnites y ammonites. En los estratos de lutita se encontraron algunos ammonites y equinodermos.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

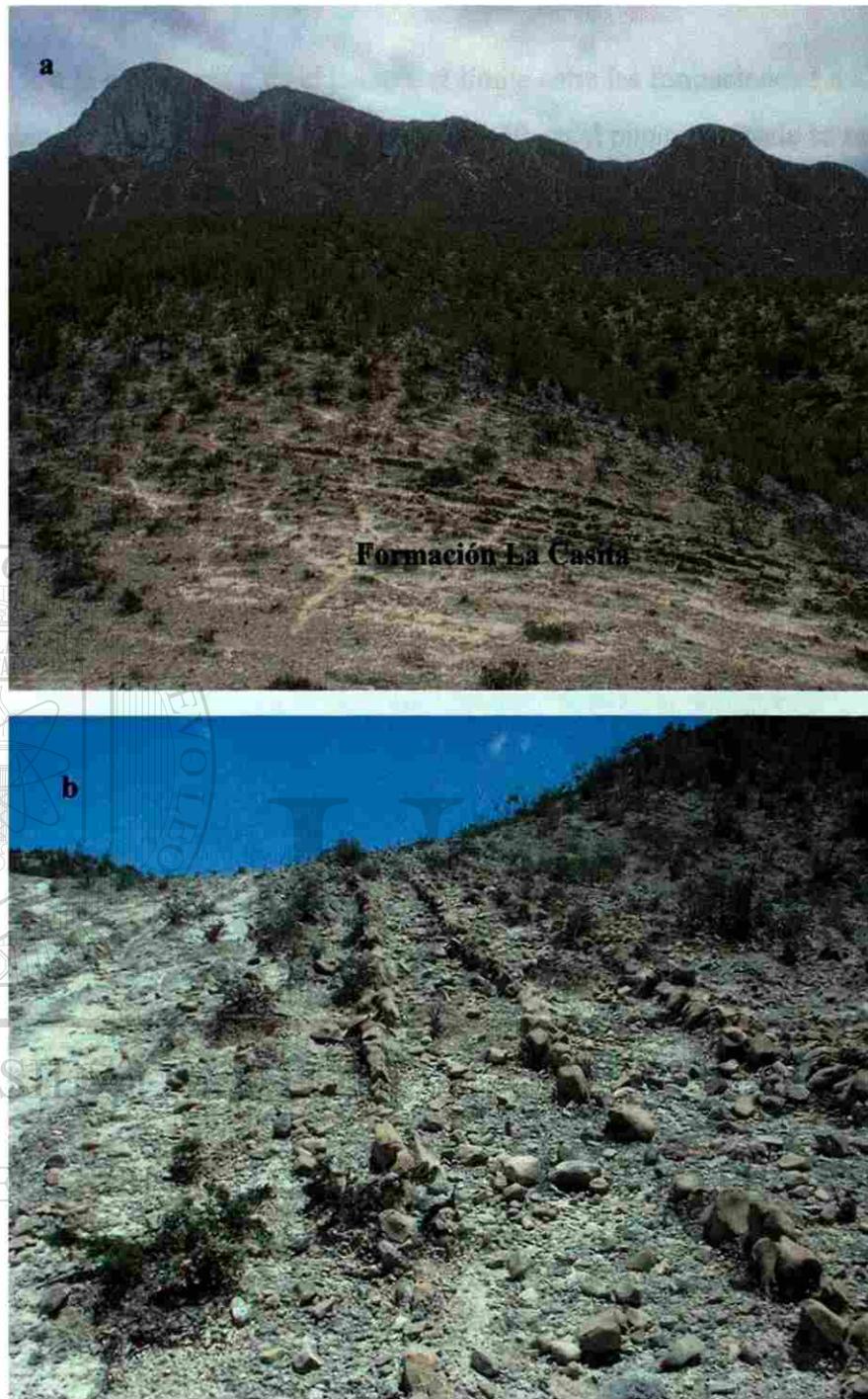


Figura 37: Imagen de la formación La Casita, con predominancia de rocas arcillosas. a: vista general en dirección al sur; b: vista al este.

En base a la observación en el campo, el límite entre las formaciones La Casita y Taraises se ubicó a la altura entre las muestras 39 y 40, en el punto en donde se encontró el cambio de la predominancia de estratos de lutitas a predominancia de estratos de calizas (figura 38 y 40).

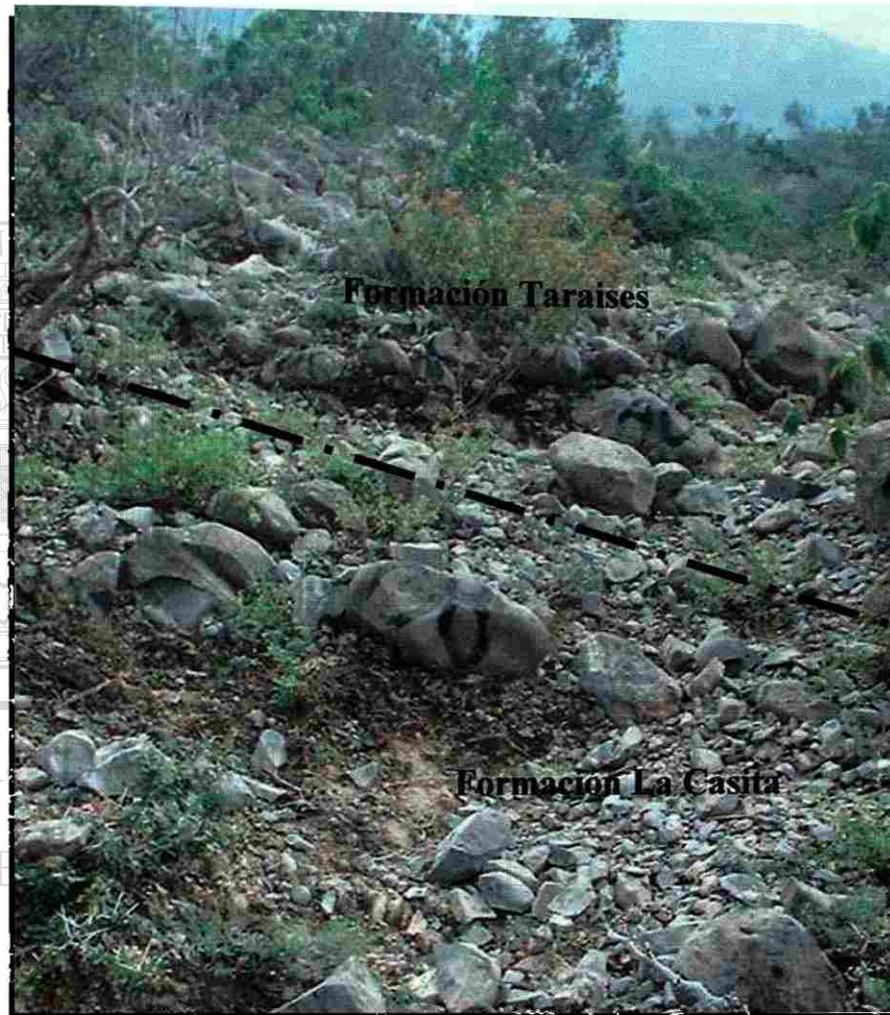


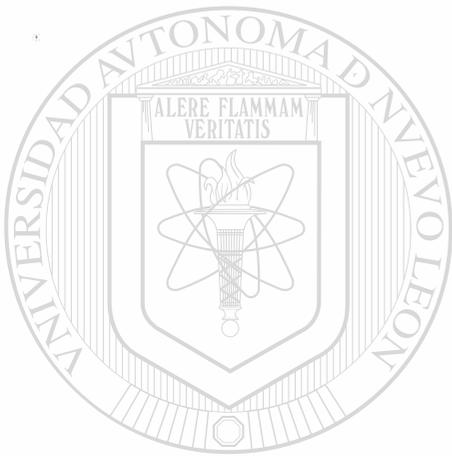
Figura 38: Vista del límite litológico entre las Formaciones La Casita y Taraises (de abajo hacia arriba, la predominancia de roca arcillosa cambia a predominancia de caliza).

La base de la Formación Taraises presentó estratos de caliza gris (color pardo al intemperismo), con espesores de estratos de .10 a .16 m (figura 39).



Figura 39: Vistas de la Formación Taraises.

Se elaboró la columna estratigráfica (figura 40) correspondiente a localidad de estudio. En ella se representan las formaciones estratigráficas, los espesores de los estratos y el tipo roca.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

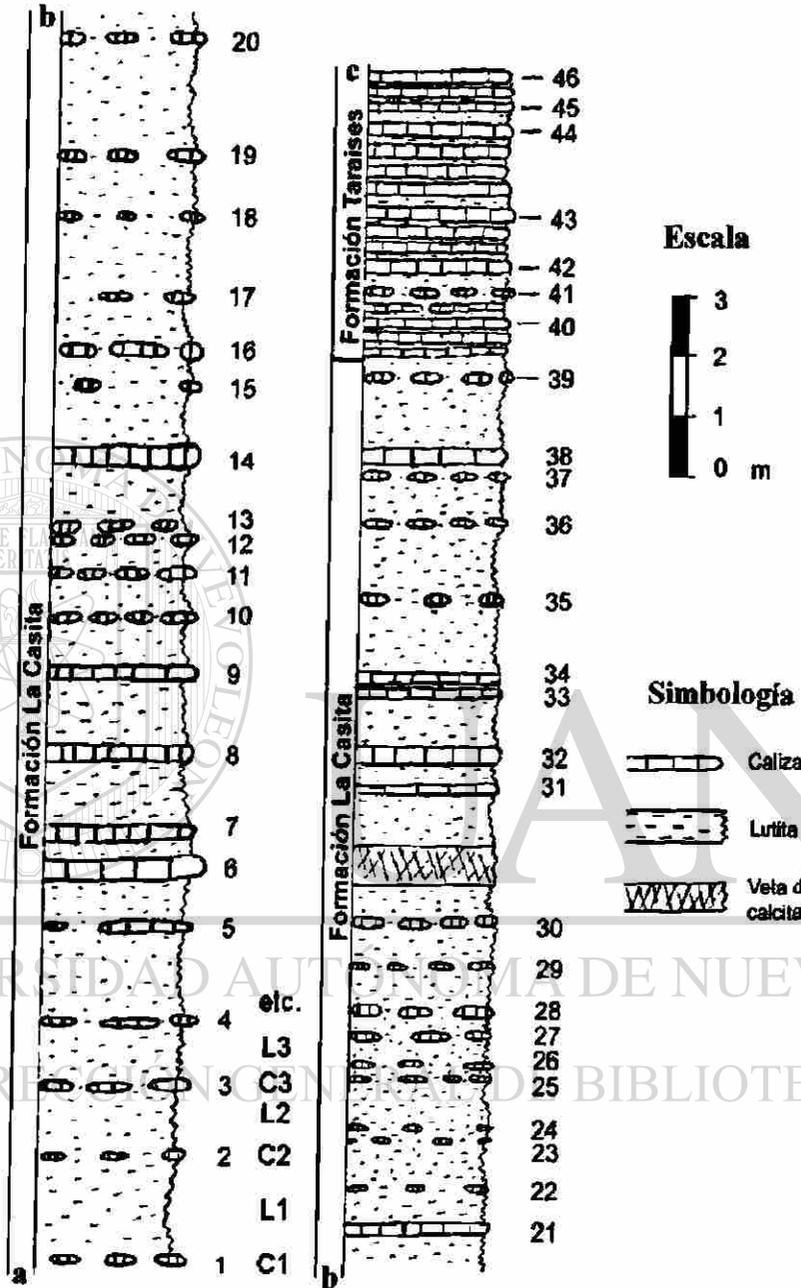


Figura 40: Columna estratigráfica correspondiente a la sección estudiada en la Sierra de Minas Viejas.

7.4 Paleoecología

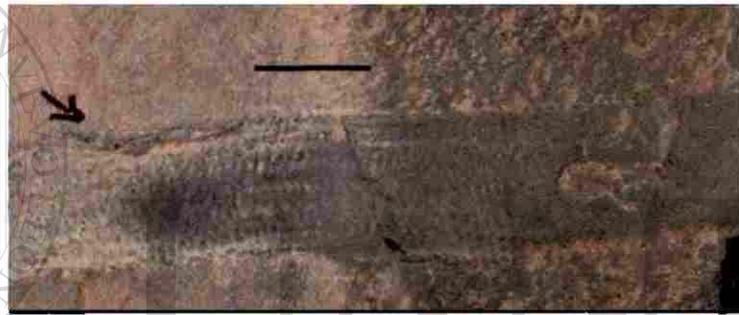
Para la interpretación de los paleoambientes es necesario analizar en conjunto tanto a los macro y microfósiles encontrados como las características texturales (microfacies) presentes en las rocas de las formaciones de estudio.

Además de los ammonites y calpionélidos, se encontraron algunos foraminíferos planctónicos y bentónicos, radiolarios, radiolas y fragmentos de placas de equinodermos, y ostrácodos.

En el estrato 7 de caliza y en el estrato 7 de lutita se presentan indicios de actividad orgánica, con la presencia de conductos hechos por el paso de un invertebrado entre los sedimentos (figura 41).



a



b

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Figura 41: Indicios de actividad orgánica. a: fragmento de relleno de conducto (estrato 7L); b: conducto (estrato 7C). Escala = 1cm.

En las calizas de ambas formaciones, se encontraron las siguientes microfacies:
(figuras 44 a 47).

A) Formación La Casita:

Wackestone/biomicrita de radiolarios, muestra recristalizada, fragmentos de placas de equinodermos, radiolas.

Wackestone/biomicrita de radiolarios, espículas de esponja, radiolas de equinodermo, foraminíferos bentónicos con microfracturas selladas por calcita.

Wackestone/biomicrita con cristales de dolomita.

Wackestone/biomicrita con microfracturas rellenas de calcita.

Wackestone/biomicrita con múltiples fracturas selladas por calcita, fragmentos de ostrácodos.

B) Formación Taraises:

Mudstone/biomicrita con fragmentos de placas de equinodermos, microfracturas selladas por calcita.

Mudstone/biomicrita, muestra muy calcárea, foraminíferos bentónicos y planctónicos, fragmentos de conchas de moluscos y espículas de esponjas, radiolas.

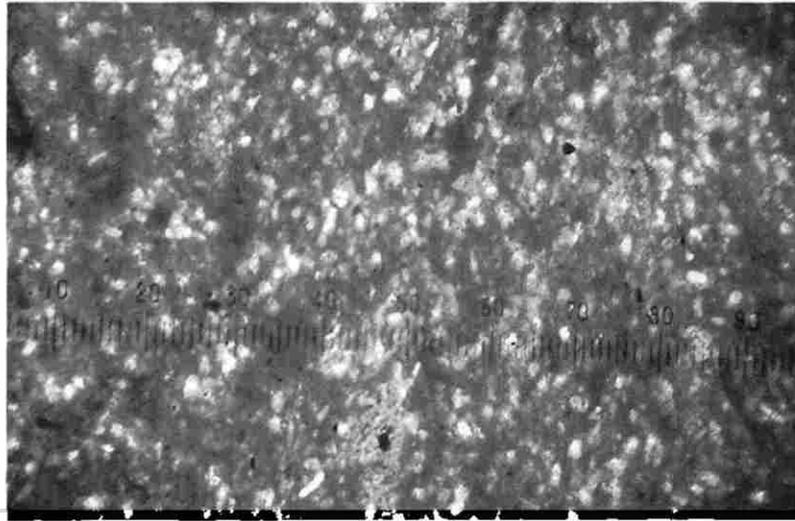


Figura 44: Wackestone/biomicroita de radiolarios. Muestra MVC1. Escala: 10 divisiones del micrómetro representan 150 micras.

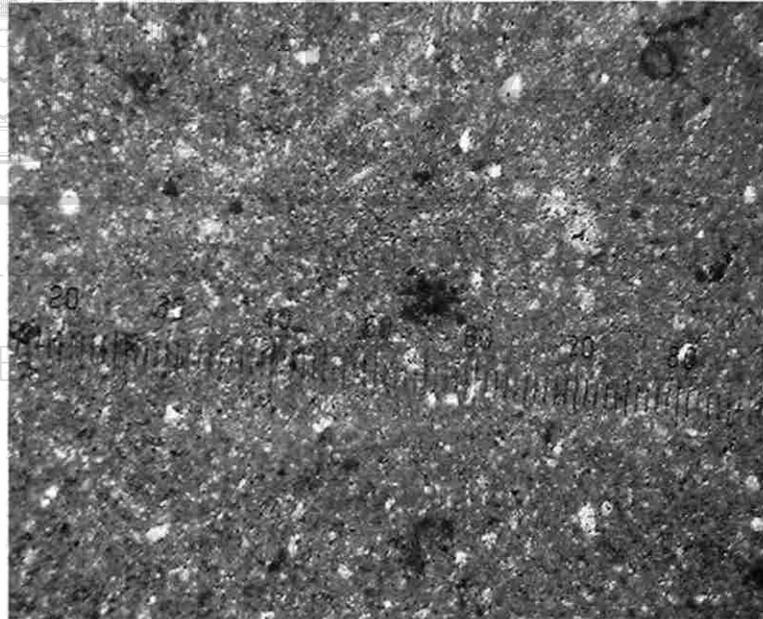


Figura 45: Wackestone/biomicroita de radiolarios. Muestra MVC13. Escala: 10 divisiones del micrómetro representan 150 micras.



Figura 46: Mudstone/biomicrita. Muestra MVC34. Escala: 10 divisiones del micrómetro representan 150 micras.

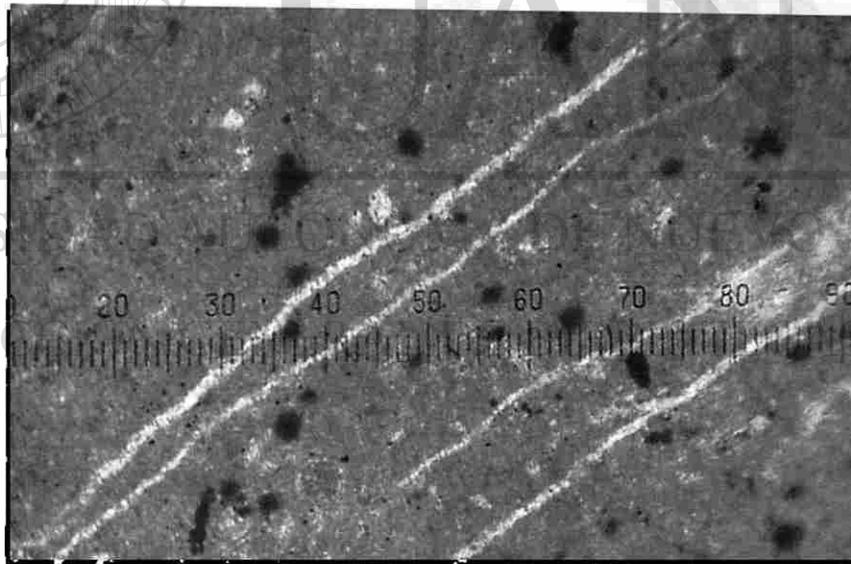


Figura 47: Mudstone/biomicrita de radiolarios. Muestra MVC34. Escala: 10 divisiones del micrómetro representan 150 micras.

En base al contenido fósil y el análisis de microfacies de las rocas, se determinó para la parte superior de la Formación La Casita un ambiente de depósito marino cercano a la costa, con aporte de terrígenos finos (arcillas) (Figura 48). La procedencia de tales sedimentos se asocian a la existencia de tierras emergidas hacia el noroeste (Isla de Coahuila), y el aporte de sedimentos de delta. También se interpreta una deficiente producción de carbonatos de origen biológico.



Figura 48: Representación idealizada de la fauna (biocenosis) de la Formación La Casita, con bivalvos en colonias flotantes (1), belemnites (2) y ammonites (3), además de peces y un ictiosaurio. Tomado de Adatte, 2000.

El cambio litológico al pasar a la Formación Taraises representa un importante cambio en las condiciones. Los sedimentos calcáreos predominantes de esta formación, indican una mayor productividad en lo que respecta a organismos con esqueleto calcáreo, en un ambiente propicio de mar de plataforma, que aunque somero, supera en profundidad al ambiente atribuido a la Formación La Casita. (Figura 49).

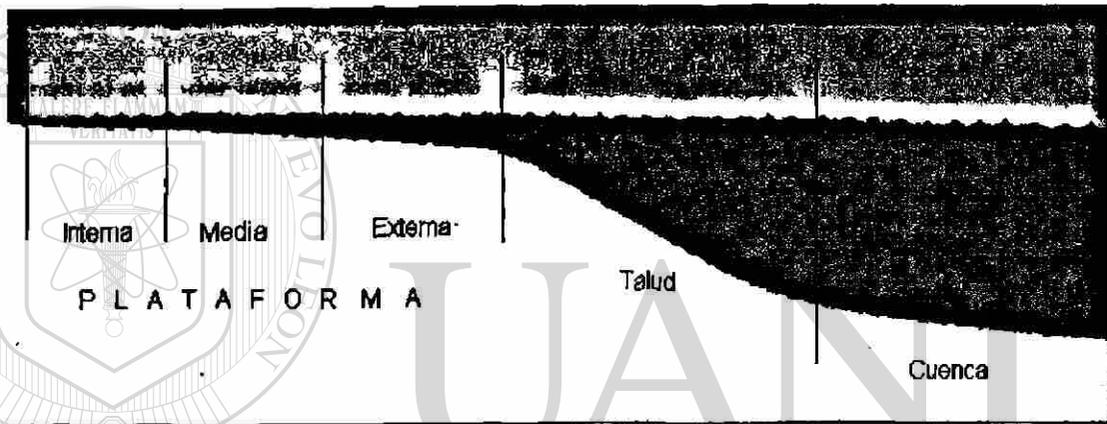


Figura 49: Perfil marino en donde se muestran las formas del relieve asociadas a los diferentes paleoambientes.

Es decir, en el área de estudio la posición del contacto entre las formaciones La Casita y Taraises se ubica en el Valanginiano Inferior, dentro del Cretácico Inferior (figura 51). El límite cronológico Jurásico - Cretácico, por lo tanto, debe estar más abajo en la columna estratigráfica, dentro de la Formación La Casita.

Michalzik 1988	FM. LA CASITA						FM. TARAISES						FM. CUPIDO					
Minas Viejas	FM. LA CASITA						FM. TARAISES						CUP					
	JURÁSICO						CRETÁCICO											
	Kimm.			Titho.			Berr.			Val.			Haut.			Barr.		
	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	M	S	I	M	S
AMMONITES:																		
<i>Olcostephanus</i>										X	X	X	X					
<i>Oosterella</i>										X	X	X	X					
<i>Neocomites</i>										X	X	X						
<i>Karakaschiceras</i>										X	X	X	X					
CALPIONÉLIDOS																		
<i>Lorenziella hungarica</i>										X	X							
<i>Calpionella alpina</i>						X	X	X	X	X								
<i>Tintinopsella longa</i>										X	X							
<i>Calpionella eliptica</i>								X	X	X	X							
<i>Calpionellopsis oblonga</i>										X	X							

Figura 51: Posición cronoestratigráfica del área de estudio en base a las especies encontradas.

8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para conocer la similitud entre las especies de calpionélidos así como entre los géneros de ammonites encontrados en la localidad de Minas Viejas, con respecto a los reportados para La Huasteca (Santa Catarina, Nuevo León) y Puerto Piñones (a 36 Km al sur de Saltillo, Coahuila), se utilizó el coeficiente cualitativo de Sorensen:

$$CCs = 2c / (S_1 + S_2)$$

Donde: c = número de especies en común en ambas localidades, S₁ = número de especies en la localidad 1, S₂ = número de especies en la localidad 2. (La máxima similitud posible es 1 y la mínima es 0.)

En las tres localidades, los calpionélidos y ammonites fueron encontrados cerca del límite entre las formaciones La Casita y Taraises.

Calpionélidos; Minas Viejas vs. Huasteca:

Minas Viejas	Huasteca
<i>Calpionellopsis oblonga</i>	<i>Calpionellopsis oblonga</i>
<i>Calpionella alpina</i>	<i>Calpionellites darderi</i>
<i>Calpionella elliptica</i>	<i>Tintinnopsella carpathica</i>
<i>Tintinnopsella longa</i>	<i>Tintinnopsella longa</i>
<i>Calpionellopsis simplex</i>	
<i>Lorenziella hungarica</i>	

$$CCs = 2c / (S_1 + S_2) = 2 (2) / (6 + 4) = .4$$

Calpionélidos; Minas Viejas vs. Puerto Piñones:

Minas Viejas	Puerto Piñones
<i>Calpionella elliptica</i>	<i>Crassicollaria massutiniana</i>
<i>Calpionella alpina</i>	<i>Calpionella alpina</i>
<i>Calpionellopsis oblonga</i>	<i>Calpionellopsis oblonga</i>
<i>Calpionellopsis simplex</i>	<i>Calpionellopsis simplex</i>
<i>Tintinnopsella longa</i>	
<i>Lorenziella hungarica</i>	

$$CCs = 2c / (S_1 + S_2) = 2 (3) / (6 + 4) = .6$$

Ammonites; Minas Viejas vs. Huasteca:

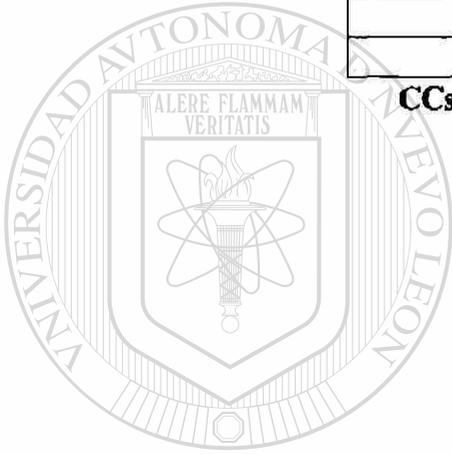
Minas Viejas	Huasteca
<i>Olcostephanus</i>	<i>Olcostephanus</i>
<i>Oosterella</i>	<i>Bochianites</i>
<i>Sarasinella</i>	<i>Acanthodiscus</i>
<i>Neocomites</i>	
<i>Distoloceras</i>	
<i>Karakaschiceras</i>	

$$CCs = 2c / (S_1 + S_2) = 2 (1) / (6 + 3) = .22$$

Ammonites; Minas Viejas vs. Puerto Piñones:

Minas Viejas	Puerto Piñones
<i>Olcostephanus</i>	<i>Hildoglochiceras</i>
<i>Oosterella</i>	<i>Berriasiella</i>
<i>Sarasinella</i>	<i>Corongoceras</i>
<i>Neocomites</i>	<i>Duranguites</i>
<i>Distoloceras</i>	<i>Delphinella</i>
<i>Karakaschiceras</i>	<i>Kosmatia</i>
	<i>Protancyloceras</i>
	<i>Phylloceras</i>
	<i>Neocosmoceras</i>
	<i>Tirnovella</i>
	<i>Spiticeras</i>

$$CCs = 2c / (S_1 + S_2) = 2 (0) / (6 + 11) = 0$$



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

9. CONCLUSIONES

En la Sierra de Minas Viejas se muestrearon en total 39.05 m de sección estratigráfica, secuencia que incluye a la parte final (cima) de la Formación La Casita y la parte inicial (base) de la Formación Taraises. Se obtuvieron en total 46 muestras de roca caliza.

En base a la observación en el campo, el límite litológico entre las formaciones La Casita y Taraises se ubicó entre las muestras 39 y 40, donde la predominancia de lutita cambia a predominancia de caliza.

Por el contenido fósil y los tipos de microfacies de las rocas, se determinó para la porción estudiada de la Formación La Casita un paleoambiente marino cercano a la costa, con aporte de sedimentos terrígenos finos (arcillas), y una deficiente producción de carbonatos de origen biológico. El cambio litológico al pasar a las calizas de la Formación Taraises representa un cambio en las condiciones, con una mayor productividad en lo que respecta a organismos con esqueleto calcáreo, en un ambiente propicio de mar de plataforma.

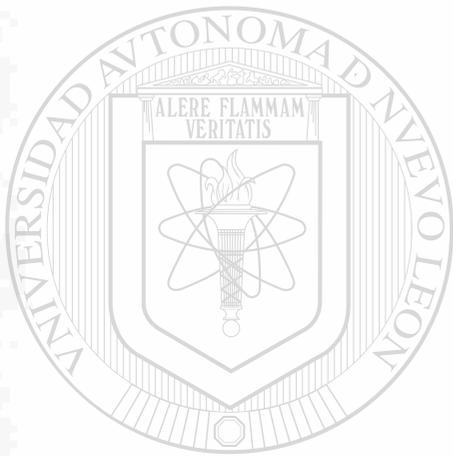
Los alcances estratigráficos de las especies de calpionélidos y de los géneros de ammonites encontrados, indicaron que en el área de estudio, la posición del contacto entre las formaciones La Casita y Taraises corresponde a una edad de Valanginiano Inferior, dentro del Cretácico Inferior (biozona D-3 de acuerdo al estándar internacional Remane et al, 1986). El límite Jurásico - Cretácico, por lo tanto, está ubicado más abajo en la columna estratigráfica, dentro de la Formación La Casita.

Al comparar las especies de calpionélidos de la localidad de Minas Viejas con las especies de otras localidades mediante el coeficiente de similitud de Sorensen, se obtuvo un coeficiente mayor con respecto a Puerto Piñones (.6), que con La Huasteca (.4).

En cuanto a los ammonites, entre los géneros de Minas Viejas y La Huasteca hay más similitud (.22), que si comparamos a Minas Viejas con Puerto Piñones (0). Es decir, en cuanto a los taxa de ammonites, la localidad de Minas Viejas tiene mayor similitud con la localidad más cercana (La Huasteca).

Aparte de las diferencias de distancia, debe considerarse también, que las especies presentes en las localidades de Minas Viejas y Huasteca coinciden en cuanto a edad (La Huasteca: Berriasiano Superior a Valanginiano Inferior; Minas Viejas: Valanginiano Inferior), mientras que las especies de Puerto Piñones corresponden a una edad más antigua (Tithoniano Superior a Berriasiano Inferior).

El contacto entre las formaciones La Casita y Taraises puede diferir en edad en las distintas localidades, debido a las diferentes antiguas condiciones sedimentológicas. En cuanto a la similitud, los ammonites reflejaron más la influencia de la cercanía que los calpionélidos, probablemente porque sus rangos cronológicos son menores que los de los calpionélidos.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

10. DISCUSIÓN

Se encontró que para el área de estudio, la litología de las formaciones La Casita y Taraises es concordante con la descrita en la literatura referente a áreas aledañas al sitio de muestreo.

Según se concluyó en este trabajo, en la Sierra Minas Viejas, la Formación La Casita abarca hasta el Valanginiano Inferior cuando en otras localidades y según la tabla estratigráfica de Nuevo León (figura 52) suele llegar sólo hasta el Berriasiano Inferior.

Por lo tanto, el contacto entre las formaciones La Casita y Taraises es diacrónico, ya que suele ubicarse en el límite cronológico Jurásico Superior (Tithoniano) / Cretácico Inferior (Berriasiano Inferior), mientras que para el área de estudio se ubica en el Valanginiano Inferior.

Lo anterior concuerda con los resultados encontrados por López-Oliva (1989 y 1991) para Potrero García en La Sierra del Fraile, y de Adatte *et al.* (1994, 1996, 1996 b, 2000) para varias localidades del Noreste de México, en que se menciona la no concordancia del límite formacional con el límite cronológico Jurásico - Cretácico.

TABLA ESTRATIGRAFICA DEL ESTADO DE NUEVO LEON

ERA	PERIODO	EPOCA	EDAD	FORMACIONES	
CENOZOICO	CUATERNARIO	PLEISTOCENO	CUATERNARIO	LISSIE y ALUVIONES	
		PLIOCENO		GOLIAD	
	TERCIARIO	MIOCENO	PONTIANO		FLEMING
			BURDIGALIANO		OAKVILLE
			AQUITANIANO		
		OLIGOCENO	CHATTIANO		ANAHUAC
					CONSL. NORMA
					FRIO CATAHOULA
			RUPELIANO		VICKSBURG
		EOCENO	PRIABONIANO		JACKSON
					YEGUA
			LUTECIANO	ULABORNE	COOK-MOUNTAIN
				MT. SELMAN WEGERS QUEEN CITY REGALAY	
		YPRESIANO		WILCOX-INDIO	
	PALEOCENO	MONTIANO		MIDWAY VELASCO	
		DANIANO			
	CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHTIANO		DIFUNTA MENDEZ
			CAMPANIANO		
			SANTONIANO		PARRAS SAN FELIPE
			CONIACIANO		
TURONIANO				INDIDURA AGUA NUEVA	
		CENOMANIANO		CUESTA DEL CURA	
INFERIOR		ALBIANO		AURORA TAMPS. SUP.	
		APTIANO		LA PEÑA OTATES	
		BARREMIANO		TAMAULIPAS INFERIOR	
		HAUTERIVIANO		CUPIDO	
	VALANGINIANO		TARAISES		
BERRIASIANO		TAMAULIPAS INFERIOR			
MESOZOICO	JURASICO	TITONIANO		LA CASITA PIMIENTA	
		SUPERIOR (MALN.)	BONONIANO		
			HAVRIANO		OLVIDO TAMAN
			SEQUANIANO		
			ARGOVIANO		ZULOAGA
			DIVESIANO		
		MEDIO DOGGER	CALOVIANO		LA JOYA (CAPAS ROJAS)
			BATONIANO		MINAS VIEJAS
		INFERIOR LIASICO	BAJOCIANO		SAL *
TRIASICO			CAPAS ROJAS (HUIZACHAL ?)		
Pz			ESQUISTOS y ROCAS VERDES (Reg. Aramberri)		
Pe			GNEISSES ?		

* INCLUYE CALIZAS Y ANHIDRITAS

Figura 52: Tabla estratigráfica de Nuevo León. López-Ramos, 1980.

11. BIBLIOGRAFÍA

Adatte, T., Stinnesbeck, W., Remane, J. 1994. The Jurassic-Cretaceous boundary in Northeastern Mexico. Confrontation and correlations by microfacies, clay minerals mineralogy, calpionellids and ammonites. GEOBIOS, M.S. No. 17. Pp: 37-56.

Adatte, T., Stinnesbeck, W., Remane, J., Hubberten, H. 1996. Paleooceanographic changes at the Jurassic-Cretaceous boundary in the Western Tethys, northeastern Mexico. Cretaceous Research. No. 17. Pp: 671-689.

Adatte, T., Stinnesbeck, W., López, O. J. G. 2000. Field Guide-Book Upper

Jurassic and Lower Cretaceous of the Monterrey - Saltillo area. 35

pp. 32 Figures. 4 Plates.

Alleman F., Catalano, R., Farés, F. & Remane, J. 1971. Standard Calpionellid Zonation (Upper Tithonian-Valanginian) of the Western Mediterranean Province. Proceedings II Planktonic Conference. Roma. Pp: 1337-1340.

Anónimo, 1986. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Síntesis geográfica del Estado de Nuevo León. Capítulo 6:

Regiones Fisiográficas. Pp: 83-95.

Anónimo, 1992. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Carta

Topográfica y Geológica, Mina G14A85, Escala 1:50,000.

Bolli, H.M. 1978. Calcisphaerulidae and Calpionellidae from the Upper Jurassic

and Lower Cretaceous of Deep Sea Drilling Project, Hole 416 A,

Moroccan Basin. No 15. Pp: 525-539.

Bonet, F. 1956. Zonificación microfauística de las calizas cretácicas del Este de

México. Boletín de la Asociación de Geólogos Petroleros

Mexicanos. Vol. VIII. No.7 y 8. 102 p, LI-XXXI.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Busnardo, R. y Hégarat, G.L. 1963. Zonificación del Cretácico Inferior.

Memorias del Coloquio del Cretácico Inferior. Paris. Pp; 25-93.

Catalano, R. & Liguori, V. 1971. Facies a calpionelle della Sicilia Occidentale.

Proceedings II Planktonic Conference Roma. Vol. 1. Pp: 167-221.

Chantaca, G.E. 1982. Descripción de ammonites de la Formación Taraises en el Cañón de San Pablo, Municipio de Santa Catarina, Nuevo León. Tesis. Biólogo. F.C.B., UANL.

Dunham, R.J. 1962. Classification of carbonate rock according to depositional texture. Society of Economic Paleontologist and Mineralogist. Houston. Texas. Pp: 108-121.

Folk, R. L. 1962. Spectral subdivision of limestone types. American Association of Petroleum Geologist Memoir. 1. Pp: 62-84.

Geel, T. 1966. Biostratigraphy of Upper Jurassic and Cretaceous Sediments near Caravaca (se Spain) with special emphasis on *Tintinnina* and *Nannocomus*. Geologie en Mijnbouw 45e Jaargang. Pagina 375-385.

Humprey, W. E y Díaz, T. 1956. Estratigrafía del Mesozoico y Tectónica de la Sierra Madre Oriental entre Monterrey, N.L. y Torreón Coahuila. Libroto Guía de la Excursión C-5. Congreso Geológico Internacional. XX Sesión. México. Pp: 1-70.

Imlay, R. W. 1938 a. Ammonites of the Taraises formation of northern Mexico.

Bulletin of the Geological Society of America. Vol. 49. Num. 4.

Pp: 539-602.

-----, 1938 b. Studies of the Mexican Geosyncline. Bulletin of the

Geological Society of America. Vol. 49. Num. 11. Pp: 1651-1694.

Imlay, R. W. 1936. Evolution of the Coahuila península, Mexico. Part IV

Geology of the western part of the Sierra de Parras. Bull. Geol.

Soc. America, 47: 1091-1152.

López, R. E. 1980. Geología de México. Tomo II. Tercera Edición. Edición

Escolar. Impreso en Tesis Reséndiz. México. Pp: 212-316.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

López, O. J. G. 1991. Zonación del Cretácico Basal en el Branquianticlinal Sur de

la Sierra del Fraile, N. L. por medio de calpionélidos. Revista de la

Sociedad Paleontológica Mexicana. Vol. 4. Pp:43-55.

Magurran, A. E. 1989. Diversidad Ecológica y su Medición. 1 a. Edición. Ediciones

VEDRA. 200 p.

Marshak, S. y Mitra G. 1988. Basic Methods of Structural Geology. Chapter 8.

Equal-area projections and structural analysis. Prentice-Hall, Inc.

New jersey, USA. Pp: 145-174.

Moore, C. R. 1964. Treatise on Invertebrate Paleontology. Geol. Soc. Amer. And

University of Kansas Press. Part. C.

Remane, J. 1963. Les Calpionelles dans les couches de passage Jurassique-

Cretacé de la fosse Vocontienne. Travaux Laboratoire Géologie

Grenoble. Vol. XXXIX. Pp: 39-82.

-----, J. 1985. Calpionellids.- In: Bolli, H. Saunders, J & Perch-Nielsen, K.

(eds): Plankton stratigraphy.- Cambridge, University Press. Chapt.

-----, J. 1986. Calpionellids and the Jurassic-Cretaceous boundary. Acta

geológica Hungarica, Vol. XXIX. Pp: 5-14.

Secretaría de Desarrollo urbano y obras públicas. 1999. Áreas Naturales para la conservación ecológica en el estado de Nuevo León. Subsecretaría de Ecología del Gobierno del estado de Nuevo León. Pp: 7, 290-302.

Stinnesbeck, W., Adatte, T. y Remane, J. 1993. Mazatepec (Estado de Puebla, México)-reevaluación de su valor como estratotipo del límite Jurásico-Cretácico. Revista española de Micropaleontología. Vol. XXV, Num. 2. Pp: 25-32.

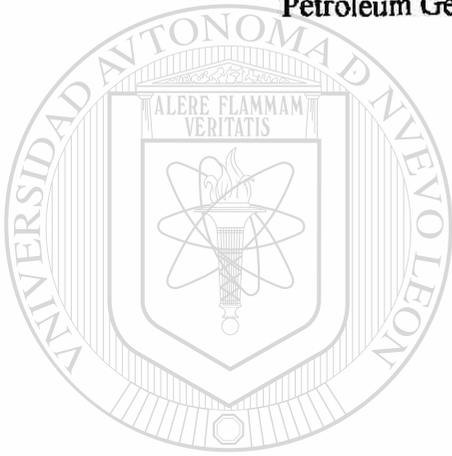
Trejo, H. M. 1960. La Familia Nannoconidae y su alcance estratigráfico en América. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. Vol. XII, No. 9 y 10. Pp: 259-314.

Trejo, H. M. 1975. Tintínidos mesozoicos de México. (Taxonomía y datos paleobiológicos). Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. Vol. XXVII, No. 10 y 12. Pp: 329-449.

Trejo, H. M. 1980. Distribución estratigráfica de los tintínidos mesozoicos mexicanos. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo. Vol. XII, No. 4. Pp: 4-23.

Vokes, H.E. 1962. Geology of the Canyon de la Huasteca, Área the Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Tulane Studies in Geology. Vol1.*
Pp: 126-147.

Weide, A. E. y Wollleben, J.A. 1969. Upper Jurassic stratigraphic relations near Monterrey, Nuevo Leon, Mexico. *The American Association of Petroleum Geologist Bulletin. Vol. 53., Num. 12. Pp: 2418-2420.*



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

