

03095

1  
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra  
Instituto de Geología

**“BIOESTRATIGRAFIA DE AMONITAS  
(CEPHALOPODA-AMMONOIDEA) DEL  
BAJOCIANO Y CALOVIANO DE UNA  
PORCION DE LA REGION MIXTECA DE  
OAXACA”**

Tesis de Doctorado

Que para obtener el grado de :

DOCTOR EN CIENCIAS  
(geología)

p r e s e n t a :

**RAUL SABINO CARRASCO RAMIREZ.**

México, D.F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1

270A-10

1999



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**JURADO:**

Presidente: Dra. Alicia Silva Pineda.

Secretario: Dra. Gloria Alencaster.

Vocal: Dra. Blanca E. Buitrón

Vocal: Dra. Silvia E. Rivera O.

Vocal: Dr. Abelardo Cantú Chapa.

Suplente: Dr. Francisco Vega Vera.

Suplente: Dra. Ana Bertha Villaseñor.

## AGRADECIMIENTOS

Le doy las gracias al Dr. Ismael Ferrusquía, Investigador Titular, Instituto de Geología, por que en 1981 al terminar de dirigir mi tesis de maestría me recomendó con el Dr. Gerard Westermann, geólogo especialista en amonitas del Jurásico. Quien en 1982, me facilitó el acceso a la Universidad de McMaster, Hamilton, Ontario, Canadá, como estudiante becario de doctorado y asistente de profesor. Al Profesor Westermann le agradezco introducirme e interesarme en la paleontología de amonitas del Jurásico Medio y en especial con la del Sur de México (Oaxaca, Mi tierra natal).

El CONACyT me apoyo económicamente de 1987 a 1989 para estudiar en la Facultad de Ciencias de la UNAM. La Geological Society of América en 1990 me distinguió con un Grant para llevar a cabo el trabajo de campo. Con estas Instituciones estoy agradecido.

En el laboratorio y en el museo de paleontología del Instituto de Geología de la UNAM desarrollé mi trabajo, por lo que le estoy agradecido al Dr. Fernando Ortega, entonces Director del Instituto, el haberme permitido hacerlo.

La Dra. Gloria Alencaster dirigió mi proyecto, me ayudo a resolver los problemas taxonómicos que se me presentaron, leyó y criticó el escrito final. Con ella estoy muy agradecido, de otro modo mis clasificaciones y descripciones no tendrían la calidad actual.

El trabajo que estoy presentando quedó concluido desde 1992, pero a causa de razones económicas suspendí los tramites de presentación. En los años siguientes desempeñándome en el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). El Biólogo Vicente Valdés, Subdirector de Geografía, Dirección Regional Noreste, con sede en Monterrey, N.L., me entusiasmo a reanudar mis tramites de presentación. En este sentido me brindo facilidades a título personal y me apoyó para que el INEGI amortizara la edición del trabajo. Agradezco enormemente al Biol. Valdés, sin cuyo apoyo no hubiera terminado. Al Ing. Carlos Velazco, Jefe del Departamento de Cartografía Temática, le estoy agradecido por que hizo extensiva la ayuda que me brindara la subdirección.

Estoy profundamente agradecido con la Dra. Blanca E. Buitrón por su decisión y el impulso que me brindó. A l a Dra. Alicia Silva por su invaluable ayuda le agradezco mucho.

La Comisión Dictaminadora: Dra. Gloria Alencaster, Dra. Blanca Buitrón, Dra. Alicia Silva, Dra. Silvia Rivera, Dr. Francisco Vega Vera, Dr. Abelardo Cantú Chapa, Dra. Ana Berta Villaseñor. Leyó y criticó para mejorar el escrito final. A ellos les agradezco en todo lo que vale su labor.

Muchas personas me ayudaron desinteresadamente en las diferentes etapas de mi proyecto a todas y a cada una de ellas les doy mis mas cumplidas gracias.

**DEDICO** mi tesis a mi esposa MARTHA y a mi hijo RAUL FRANCISCO que me han dado la fuerza para superarme y seguir la vida con rectitud. A ellos les dedico mi *doctorado*, para apoyarlos positivamente en el presente y en el futuro.

En honor de mis *padres*: SRA.MERCEDES RAMIREZ y SR. ROSALIO CARRASCO. (**q. e. p. d.**).

Para mis hermanos: Rosalio (**q. e. p. d.**),  
Mario, Rolando y José Francisco.

## CONTENIDO

	Pag.
Resumen.....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Objetivos.....	9
Métodos.....	10
Método de Campo.....	10
Método de Laboratorio.....	11
Método de Gabinete.....	11
Localización y Acceso.....	11
ESTRATIGRAFIA.....	14
Descripción de Localidades del Bajociano.....	15
Mixtepec 1.....	16
Mixtepec 2.....	18
Mixtepec 3.....	20
Descripción de Localidades del Caloviano.....	20
El Llano 1.....	22
El Llano 2.....	24
Bioestratigrafía.....	24
Zonación del Bajociano.....	26
Zonación del Caloviano.....	30
Paleobiogeografía.....	30
El Bajociano.....	31
El Caloviano.....	34
Paleogeografía.....	34
Bajociano.....	36
Caloviano.....	39
Conclusiones Estratigráficas.....	39
Bajociano.....	40
Caloviano.....	41
PALEONTOLOGIA SISTEMATICA.....	42
Superfamilia Stephanocerataceae Neumayr, 1875.....	42
Familia Stephanoceratidae Neumayr, 1875.....	42
-Género <i>Stephanoceras</i> Waagen, 1869.....	42
<i>S.(S.) cf. boulderense</i> .....	43
<i>S. chilense</i> .....	45
-Género <i>Duashnoceras</i> Westermann, 1983.....	45
<i>D. floresi</i> .....	46
<i>D. undulatum</i> .....	47
<i>D. andinense</i> .....	48
-Género <i>Phaulostephanus</i> Buckman, 1927.....	48
<i>P. cf. burckhardti</i> .....	48

-Género <i>Parastrénoceras</i> Ochoterena, 1963.....	50
<i>P. mixtecum</i> .....	50
Superfamilia Perisphinctaceae Steinmann, 1890.....	51
Familia Perisphinctidae Steinmann, 1890.....	51
Subfamilia Leptosphinctinae Arkel, 1950.....	51
-Género <i>Stephanosphinctes</i> Sandoval y Westermann, 1986.....	51
<i>S. buitroni</i> .....	51
Subfamilia Grossouvriinae Spath, 1930.....	52
-Género <i>Choffatia</i> Siemiradzki, 1898.....	52
<i>C. inermis</i> .....	52
<i>C. cf. suborion</i> .....	53
<i>C.(C.) praecursor</i> .....	54
Familia Reineckeidae Hyatt, 1900.....	56
Subfamilia Neuqueniceratinae Cariou, 1984.....	56
-Género <i>Neuqueniceras</i> Stehn, 1924.....	56
Subgénero <i>Frickites</i> Jeannet, 1951.....	56
<i>N.(F.) cf. bodenbenderi</i> .....	56
<i>N. cf. neogaeum</i> .....	58
Subfamilia Reineckeinae Hyatt, 1900.....	59
-Género <i>Rehmannia</i> Schirardin, 1956.....	59
<i>R. cf. grossouvrei</i> .....	59
-Género <i>Reineckeia</i> Bayle, 1878.....	60
<i>R. (R.) anceps</i> .....	60
<i>R. tuberosa</i> .....	62
Familia Aspedoceratidae Ziittel, 1895.....	64
Subfamilia Peltoceratinae Spath, 1924.....	64
-Género <i>Peltoceras</i> Waagen, 1871.....	64
<i>P. cricotum</i> .....	64
Conclusiones Paleontológicas.....	65
BIBLIOGRAFIA.....	66

## TABLAS

### Tabla (en el texto)

1 Zonas del Bajociano, Batoniano y Caloviano de Oaxaca y Guerrero. Muestra la evolución de las propuestas zonales en la región y la correlación con las zonas estándar europeas y con las biozonas de norte y sur de América y la India.....	29
2 Distribución biogeográfica de especies y géneros de amonitas.....	33

## ILUSTRACIONES

Figuras (en el texto)	
1	Mapa de Localización..... 12
2	Mapa Geológico del área San Juan Mixtepec-Santa María Tindú, Región Mixteca, Oaxaca..... 13
3	Columna Estratigráfica del Oriente del Cerro El Retoño (Mixtepec 1)..... 15
4	Columna Estratigráfica del Oeste del Cerro El Retoño (Mixtepec 2)..... 17
5	Columna Estratigráfica del Cerro de la Bolita (Mixtepec 3)..... 19
6	Columna Estratigráfica del Norte del Cerro El Llano (El Llano 1)..... 21
7	Columna Estratigráfica del Oeste del Cerro El Llano (El Llano 2)..... 23
8	Placas Tectónicas en el Caloviano temprano..... 38
9	Sutura septal de <i>Stephanoceras</i> cf. <i>chilense</i> ..... 44
10	Sutura septal de <i>Phaulostephanus</i> cf. <i>burckhardti</i> ..... 49
11	Sutura septal de <i>Choffatia</i> cf. <i>suborion</i> ..... 53
12	Sutura septal de <i>Choffatia</i> (C.) <i>praecursor</i> ..... 55
13	Sutura septal de <i>Neuquenicerias</i> (F.) cf. <i>bodenbenderi</i> ..... 57
14	Sutura septal de <i>Neuquenicerias</i> cf. <i>neogaeum</i> ..... 59
15	Sutura septal de <i>Reineckeia</i> (R.) <i>anceps</i> ..... 61
16	Sutura septal de <i>Reineckeia tuberosa</i> ..... 63

## LAMINAS

Lámina (al final del texto).....	72
----------------------------------	----

## RESUMEN

El trabajo comprende el estudio taxonómico y bioestratigráfico de los amonitas de las Formaciones Taberna y Yucuñuti, que afloran en una porción comprendida entre los poblados de San Juan Mixtepec y Santa María Tindú, en la Región Mixteca de Oaxaca. También incluye la cartografía geológica del área, así como el estudio litoestratigráfico de las secuencias de las secciones medidas seleccionadas para tal efecto.

La Formación Taberna está constituida fundamentalmente por lutitas con intercalaciones de calizas marmorizado-limosas, areniscas y frecuentes concreciones calcáreo-hematíticas con amonitas. La base de la formación está en contacto discordante con esquistos del Paleozoico, y está sobreyacida discordantemente por capas del Caloviano, o bien del Oxfordiano y aún del Terciario. La fauna que contiene pertenece al Bajociano. El ambiente que prevaleció durante el depósito de esta unidad fue costero con influjo marino ocasional y fluvial mas reducido.

La Formación Yucuñuti consiste principalmente de lutitas, areniscas, limolitas y coquinas; su base está definida por una interrupción sedimentaria, y descansa con discordancia en rocas del Bajociano; en la cima presenta sedimentos del Oxfordiano en contacto discordante. Los amonitas son indicativos del Caloviano. Esta formación se depositó en un ambiente de mares neríticos someros o epicontinentales con aporte de terrígenos.

En el Bajociano se reconoce la extensión de la Zona *Duashnoceras floresi*, que corresponde a la parte superior de la Zona Humphriesianun y la parte inferior de la Zona Niortense. La afinidad principal de la fauna de amonitas es con la Provincia Mediterránea, y en menor proporción con las provincias Nor-Cordillerana y Andina.

El Caloviano de la Formación Yucuñuti contiene la Zona de Conjunto *Reineckeia* - *Neuqueniceras*, que representa la Zona Anceps - Subzona Stuebeli (base del Caloviano medio). La afinidad más marcada del conjunto faunístico es con la Provincia Mediterránea, y en segundo término con la Provincia Andina. Además existe una proporción importante de formas endémicas de México.

El área estudiada pertenece al Terreno Mixteco, que en ese tiempo constituía una bahía rodeada por tierra, de donde se derivaron los sedimentos terrígenos. Estaba atravesado por una corriente marina denominada Corredor Hispánico, que constituyó la principal ruta de migración de la fauna.

## ABSTRACT

The research consists in the biostratigraphy and the taxonomic revision of the ammonites of the Taberna and Yucuñuti formations, which outcrop in the area of San Juan Mixtepec and Santa Maria Tindú, in the Mixteca region, Oaxaca state of Mexico.

It includes the geologic mapping of the area, as well as the lithostratigraphic study of the measured sections selected for this purpose.

The Taberna Formation consists mainly of shales, intercalated silty limestones and sandstones, and frequent iron concretions with ammonites. This formation overlies unconformably Paleozoic schists and is overlain unconformably by Callovian, Oxfordian and Tertiary sequences. It holds fossil fauna from the Bajocian stage. The sedimentary environment during the deposit of this unit was a coastal line with occasional marine influence and sporadic supply of fluvial sediments.

The Yucuñuti Formation consists of shales, sandstones, siltstones and coquina; its lower part is a sedimentary interruption and overlies unconformably Bajocian sequences; the top is overlain unconformably by Oxfordian sediments. The ammonites indicate a Callovian age. The sediments of this formation were marine shales from nearshore or epicontinental seas with terrigenous supply.

In the Bajocian is recognised the extension of one biozone: The *Duashnoceras floresii* Zone, that belongs to the upper part of the Humphriesianum Zone and the lower part of the Niortense Zone. The biogeographic affinities are principally with the Mediterranean province, and secondly with the east-Pacific Andean and Nor-Coordillerean Provinces.

The Yucuñuti Formation from the Callovian contains an Assemblage Zone of *Reineckeia - Neuquenicerias*, which represents the Anceps Zone - Stuebeli Subzone (base of the middle Callovian). The biogeographic affinities are mainly with the Mediterranean Province and secondly with the Andean Province. Also there are several endemic species of Mexico.

The study area is pertains to the Mixteca terrane, consisting at this time in a wide oceanic embayment bordered by land. The bordered land shed large amounts of terrigenous sediments. It was crossed by a shallow seaway called Hispanic Corridor, which constituted the main route for faunal migration.

## INTRODUCCION

La presente investigación consiste en el estudio de la bioestratigrafía de los amonitas del Jurásico Medio del área comprendida entre los poblados Santa María Tindú y San Juan Mixtepec, en la región Mixteca, que ocupa la parte centro-occidental del Estado de Oaxaca. Para tal efecto se efectuó tanto la prospección geológica, cuanto la cartografía geológica de la región, con objeto de seleccionar los afloramientos con secciones mas adecuadas para la recolección de las muestras paleontológicas. En la región, los sedimentos del Jurásico Medio afloran en áreas relativamente restringidas, mientras que la mayor parte de la superficie consiste en rocas metamórficas paleozoicas del Complejo Acatlán, rocas sedimentarias de la Caliza Teposcolula, de edad albiana-cenomaniana, de rocas volcánicas del Terciario no diferenciado, y una pequeña parte corresponde a sedimentos del Jurásico Superior.

Se seleccionaron cinco secciones, de las que se obtuvo el material fósil, en las que se llevó a cabo el estudio litoestratigráfico de las secuencias.

Los amonitas estudiados son indicativos de las edades bajociana y caloviana. Las rocas portadoras de los fósiles corresponden a las formaciones Taberna y Yucuñuti.

En la región Mixteca se han desarrollado numerosos trabajos de investigación, tanto geológicos como paleontológicos, incluyendo estudios sobre los amonitas, pero las secciones seleccionadas y su fauna, se estudian por primera vez en esta ocasión

Debido a que la región Mixteca contiene depósitos de carbón, ha sido objeto desde el siglo pasado, de estudios de geología económica relacionados con este material. En dichos estudios se encuentran esbozos de la geología y de la presencia de fósiles.

En 1891 Felix menciona en varias ocasiones la existencia de afloramientos cerca de Tlaxiaco, que contienen amonitas indicativos del Jurásico Medio. Esta publicación incluye el estudio de moluscos gasterópodos y pelecípodos, así como de plantas fósiles

Flores (1909), en sus exploraciones geológicas en el oeste de Oaxaca y el este de Guerrero, recolectó amonitas y obtuvo datos geológicos que contribuyeron al conocimiento incipiente de la región. El material recolectado fue proporcionado a Carl Burckhardt, quien los estudió junto con fósiles que el mismo encontró, publicando el primer trabajo sobre amonitas de la región en 1927. Aunque en su monografía la fauna está excelentemente descrita e ilustrada, los amonitas carecen de control estratigráfico preciso. No obstante, este trabajo sentó las bases de la paleontología del Jurásico Medio del sur de México.

Mucho tiempo después Erben (1956) emprendió el estudio geológico del noroeste de Oaxaca, estableciendo la nomenclatura formacional estratigráfica de la región. Sin embargo, algunas de las unidades litoestratigráficas que describió no es posible aplicarlas, ya que no se reconocen en el campo, dado el carácter transicional marino-continental de sus unidades, que

en realidad corresponden a diferentes facies de la misma formación. También recolectó conjuntos faunísticos similares a los descritos 30 años antes por Burckhardt (1927), pero no ilustró ni describió los fósiles, y tampoco incluyó en secciones el control estratigráfico de los mismos.

Posteriormente Ochoterena (1963, 1966) estudió con un enfoque taxonómico, amonitas de las localidades de Erben, y de material nuevamente recolectado. En estos trabajos describe e ilustra dos géneros nuevos con varias especies nuevas.

Westermann abordó el estudio taxonómico de los amonitas del Jurásico Medio de la región Mixteca alrededor de 1980. En 1983 describió gran parte de la fauna de amonitas de la Formación Taberna del Bajociano (Jurásico Medio temprano), basado en material recolectado por él, y en parte por Erben (1956). Asimismo, publicó una revisión preliminar de la fauna de *Duashnoceras*, de la Formación Taberna, del área sur de Mixtepec y del área de Diquiyú - Yutatío, en el noroeste de Oaxaca (Westermann, 1984). Este trabajo se basa en los mismos afloramientos descritos en Westermann (1983).

Sandoval y Westermann (1986), apoyados en el trabajo de campo del presente autor realizan un estudio taxonómico a detalle de la amonitofauna del Bajociano de la Formación Taberna de la región de Mixtepec.

También de San Juan Mixtepec, en 1984 (Flores de Dios y Buitrón) reportaron por primera vez una secuencia estratigráfica del Paleozoico Superior (Pensilvánico - Pérmico) con crinoides y braquiópodos.

Para la realización del trabajo de campo de esta investigación, se contó con una beca - crédito del CONACyT, así como con apoyo financiero de la Geological Society of América. La dirección de la tesis estuvo a cargo de la Dra. Gloria Alencaster, investigadora del Instituto de Geología, y el trabajo se llevó a cabo en el mismo instituto.

## OBJETIVOS

El trabajo se emprendió con el fin de obtener un conocimiento lo más completo posible de la extensión horizontal y vertical de las unidades litoestratigráficas del Jurásico Medio (Bajociano y Caloviano) del área en estudio, así como de sus características litológicas y sedimentológicas.

Asimismo, se abordó el estudio taxonómico de los amonitas, por medio de la consulta exhaustiva de la bibliografía de las publicaciones relacionadas al tema. Igualmente, se llevó a cabo el examen directo de la colecciones de Burckhardt, de Erben y de Westermann, que se encuentran alojadas en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología, en Ciudad Universitaria, México, D.F.

El objetivo final consistió en que, mediante la información obtenida, se intentó el establecimiento de un esquema zonal bioestratigráfico, aplicable a la región Mixteca y al sur de México, y correlacionable con otras provincias paleogeográficas. Para establecer este esquema, se partió de la sucesión de amonitas dentro de los límites verticales del Jurásico Medio.

## METODOS

Los métodos de trabajo corresponden a las tres etapas siguientes:

### I. Método de Campo

1.-Se llevó a cabo el reconocimiento de los principales afloramientos del Jurásico Medio descritos en la bibliografía de la Región Mixteca de Oaxaca.

2.-Se efectuó la exploración de nuevas áreas consideradas de especial interés para una visión mas completa de las secuencias estratigráficas.

3.-Se eligieron secuencias estratigráficas que ofrecieran condiciones adecuadas para su estudio, por su exposición, estratificación y presencia de fauna significativa.

4.-Medida y muestreo de las secuencias seleccionadas. Las medidas se realizaron con una cinta métrica.

5.-Recolección de macrofauna, en especial de amonitas, procurando coleccionar el mayor número de ejemplares posibles.

6.-Se efectuó la cartografía geológica de las unidades litoestratigráficas en hoja topográfica clave E14D34 Esc.1: 50,000 editada por el INEGI.

### II. Método de Laboratorio

1.-Limpieza y preparación de macrofauna colectada.

2.-Las medidas de los ejemplares se realizaron con calibrador.

3.-Obtención de la línea de sutura. Fue necesario remover la capa externa de los ejemplares con una solución diluida de ácido clorhídrico; para el dibujo de la sutura se usó una lupa y microscopio binocular.

### III. Método de Gabinete

- 1.- Estudio de la macrofauna colectada.
- 2.-Elaboración y delineación de las ilustraciones, como el esquema de localización geográfica, las secciones estratigráficas, el mapa geológico, las figuras y tablas, etc.
- 3.-Obtención de fotografías de ejemplares y afloramientos.
- 4.-Redacción y corrección del reporte final.

### LOCALIZACION Y ACCESO

El área de investigación se localiza entre los paralelos 17° 16' y 17° 30' Norte y los meridianos 97° 46' y 97° 58' Oeste. Cubre un área de 200 km<sup>2</sup> aproximadamente (Figs. 1 y 2). Su acceso es por las poblaciones de Santa María Tindú y San Juan Mixtepec, mismas que están en los límites norte y sur respectivamente. A Santa María Tindú se llega por la Carretera Federal 190. A 10 km de Huajuapán de León ahí está la desviación, que es un camino de terracería de 15 km que llega a Tezoatlán, desde donde se recorren otros 30 km. de terracería en mal estado, para llegar a Santa María Tindú. A San Juan Mixtepec también se llega por la Carretera Federal 190 hasta el km. 61.4, donde se inicia la Carretera Federal 125, que recorre 56 km. para llegar a Santa María Asunción Tlaxiaco, de donde siguen 8 km. de terracería para llegar a Mixtepec.

### ESTRATIGRAFIA

En el área de estudio afloran rocas que comprenden del Paleozoico al Reciente (Figura 2). Las rocas más antiguas del Paleozoico corresponden a esquistos Cámbrico-Devónicos del Complejo Acatlán (Ortega, 1978), que están sobreyacidos por aproximadamente 200 m de sedimentos del Grupo Tecocoyunca del Jurásico Medio (Erben, 1956), que consta de las Formaciones Zorrillo, Taberna, Simón, Otatera y Yucufiuti. Estas a su vez están cubiertas discordantemente por la Formación "Caliza con *Cidaris*", de 60 a 80 m de espesor, de edad oxfordiana (Erben, *op cit.*). Esta formación también discordantemente, está cubierta por aproximadamente 500 a 600 m de calizas de edad albiano-cenomaniana (asignación a partir de rudistas determinados por la Dra. Alencaster, comunicación personal, 1989).

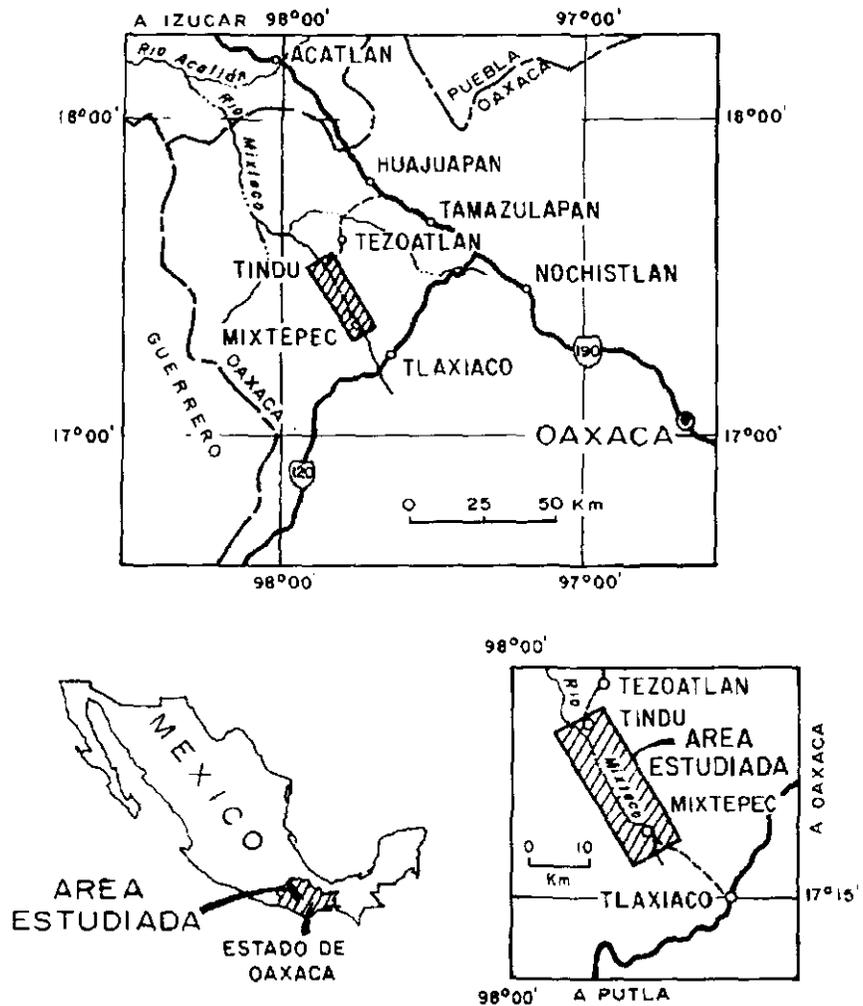
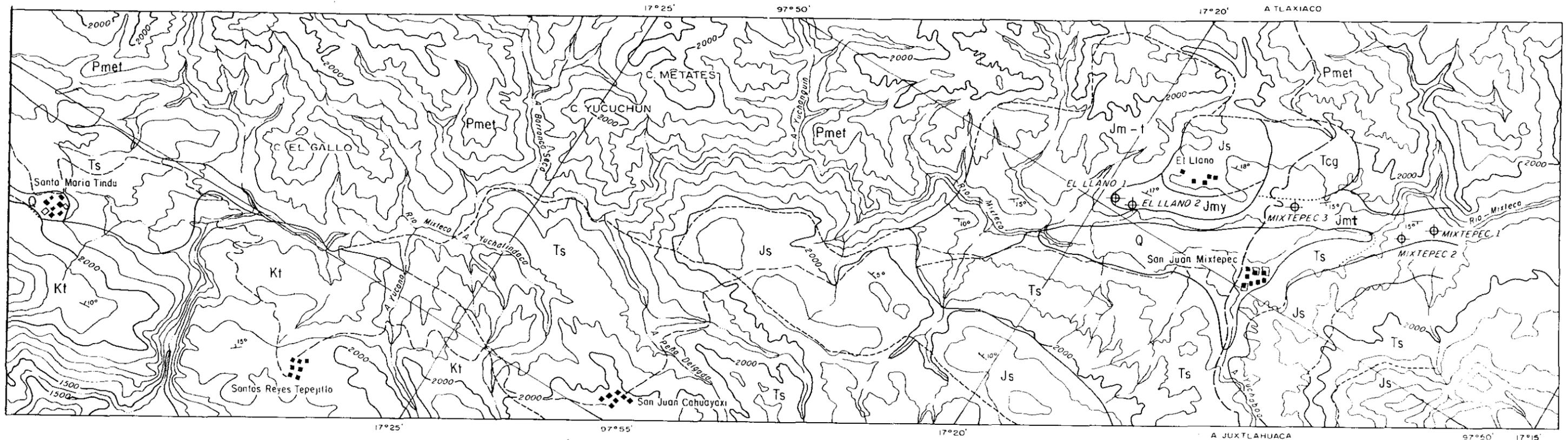


FIGURA 1.- MAPA DE LOCALIZACION DEL AREA DE TINDU - MIXTEPEC, NOROESTE DE OAXACA

correlacionables con la Caliza Teposcolula (Salas, 1949) que aflora a pocos kilómetros del área investigada. Está sobreyada discordantemente con un conglomerado de fragmentos de caliza y arenisca, bien consolidado, estratificado masivamente, de 1 m a aproximadamente 150 m de espesor que se correlaciona con el Conglomerado Allende del Eoceno (Carrasco,



### LEYENDA

ROCAS IGNEAS, SEDIMENTARIAS Y METAMORFICAS

CUATERNARIO	{	<b>Q</b>	ALUVION
		~~~~~	DISCORDANCIA
TERCIARIO	{	<b>Ts</b>	VOLCANICO NO DIFERENCIADO
		<b>Tcg</b>	CONGLOMERADO
		~~~~~	DISCORDANCIA
CRETACICO	{	<b>Kt</b>	CALIZA TEPOSCOLULA
		~~~~~	DISCORDANCIA
		<b>Js</b>	CALIZA CON "CIDARIS"
		~~~~~	DISCORDANCIA
JURASICO	{	<b>Jmy</b>	FORMACION YUCUÑUTI
		~~~~~	DISCORDANCIA
		<b>Jmt</b>	FORMACION TABERNA
		~~~~~	DISCORDANCIA
PALEOZOICO	{	<b>Pmet</b>	COMPLEJO ACATLAN

### SIMBOLOS

#### — GEOLOGICOS —

- CONTACTO, CON LINEA INTERRUPTIDA DONDE ESTA INFERIDO, CON LINEA PUNTEADA DONDE ESTA OCULTO
- 15° RUMBO E INCLINACION DE ESTRATOS
- ⊕ LOCALIDAD FOSILIFERA
- EL LLANO 2

#### — TOPOGRAFICOS —

- RIO O ARROYO
- ▣ POBLACION
- ▣ RANCHERIA
- TERRACERIA
- BRECHA O VEREDA
- 2000 CURVAS DE NIVEL, EQUIDISTANCIA 100M



NOTA: BASE TOPOGRAFICA TOMADA DE LA HOJA EI4D34 EDITADA POR INEGI

FIGURA - 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>
MAPA GEOLOGICO DEL AREA SAN JUAN MIXTEPEC-SANTA MARIA TINDU REGION MIXTECA, OAXACA
TESIS DOCTORADO EN CIENCIAS (GEOLOGIA)
GEOLOGIA POR RAUL S. CARRASCO R.
MEXICO, D. F. 1988 - 1989

1981). En forma también discordante, en la secuencia mesozoica se encuentran aflorando derrames lávicos y tobas de probable composición andesítica, que corresponden a una unidad denominada Terciario Volcánico No Diferenciado. El aluvión Cuaternario rellena el río y arroyos, y depósitos de caliche y suelos cubren parcialmente el área.

En Mixtepec, Flores de Dios y Buitrón (1984) encontraron una secuencia de 80 m de areniscas, lutitas y limolitas con crinoides y braquiopodos, asignándoles una edad de Paleozoico Superior (Pensilvánico Superior - ? Pérmico). Esta sección descansa en contacto tectónico con el Complejo Acatlán, y es sobreyacida discordantemente por el Conglomerado Cualac, del Jurásico Medio (Erben, 1956). Esta secuencia es correlacionable con la Formación Olinalá, que aflora en la Región de la Montaña de Guerrero. Esta unidad no fue reconocida en el área de estudio, y tampoco fue posible integrarla a la cartografía geológica realizada.

El Grupo Tecocoyunca reúne cinco unidades litoestratigráficas en una secuencia clástica marino-continental que consiste en lutita calcárea, lutita, limolita, arenisca, conglomerados y carbón. Como se indicó antes, estas unidades se presentan con un carácter transicional, mismo que dificulta su delimitación precisa para ser cartografiadas (Carrasco, 1981). En el área de Tindú - Mixtepec, solamente las formaciones Taberna y Yucuñuti, que son de origen marino, son claramente cartografiables. Las demás unidades de este grupo son facies laterales de extensión reducida. Por esta razón es conveniente una nueva denominación para este grupo, inicialmente, reuniendo sus unidades en miembros. Según la Comisión Norteamericana de Nomenclatura Estratigráfica (1983, p.34), un miembro es "una unidad litoestratigráfica formal, de rango inferior al de una formación y parte de la misma, que se reconoce por que posee características que la distinguen de las partes adyacentes de esa formación." En este sentido, se propone, que en lo sucesivo las Formaciones Zorrillo y Taberna queden en calidad de miembros de la Formación Taberna, así como también las Formaciones Simón, Otatera y Yucuñuti, se consideren miembros de la Formación Yucuñuti.

Los amonitas que aquí se describen provienen de las Formaciones Taberna del Bajociano y Yucuñuti del Caloviano.

## DESCRIPCION DE LOCALIDADES DEL BAJOCIANO

En primer lugar se trata del contenido faunístico de la Formación Taberna, cuya sección tipo está en la Loma de la Tierra Amarilla del Arroyo de la Taberna, 1.5 km. al N E del poblado de San Juan Diquiyú, cerca de Tezoatlán. El espesor de la Formación Taberna varía entre 25 y 50 m, con amonitas restringidos usualmente a intervalos delgados. La sección tipo (Erben, 1956) es de 94 m de espesor. La Formación Taberna incluye en su base al Miembro Zorrillo, que consiste en areniscas ferruginosas y lutitas, conteniendo restos de plantas y carbón. Es sobreyacida discordantemente, o bien por la Formación Yucuñuti, o por el

Conglomerado Allende de edad terciaria, o por la "Caliza con *Cidaris*", que consiste en calizas margosas en estratos delgados e intercalaciones de margas grises y amarillas.

La Formación Taberna se muestreó en las cercanías de San Juan Mixtepec, al NW del Estado de Oaxaca (Figura 2). En esta área los siguientes tres afloramientos se muestrearon a detalle.

### Mixtepec 1

Se ubica al oriente del Cerro El Retoño, que aflora 4.5 km. al sureste de San Juan Mixtepec. La sección corresponde a la Figura 3:

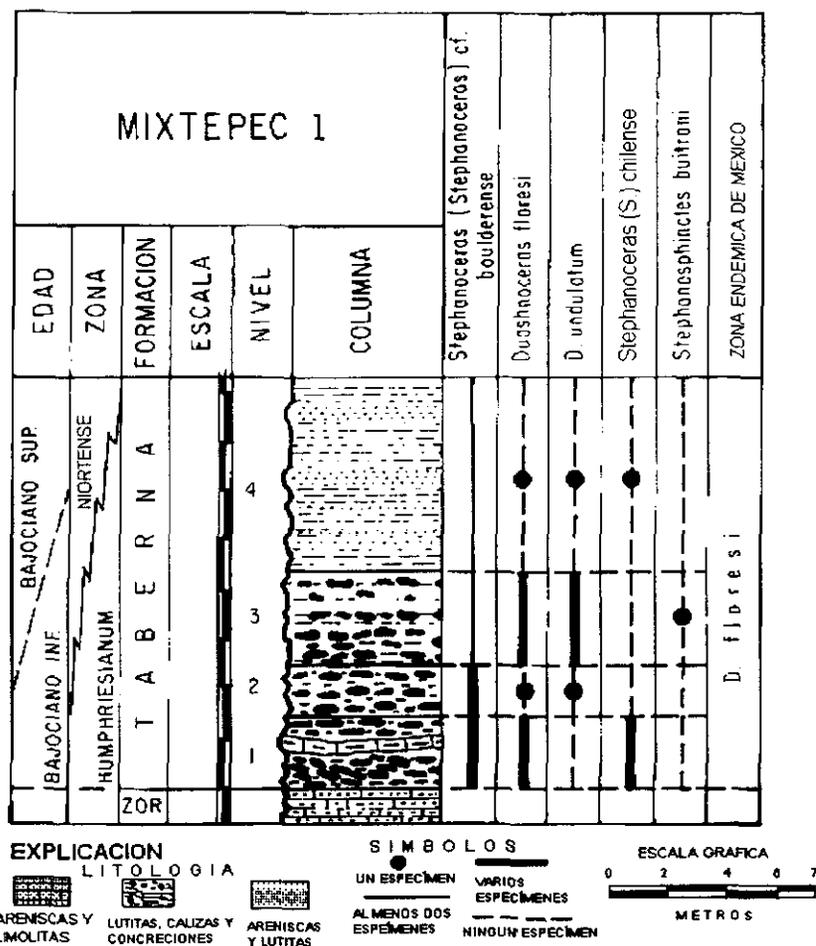


FIGURA 3.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL ORIENTE DEL CERRRO EL RETOÑO, (MIXTEPEC 1). El formato de la figura fue tomado de Sandoval y Westermann (1986). Modificado en este trabajo.

La secuencia se explica de la base a la cima, con los niveles estratigráficos entre paréntesis.

(Areniscas y limolitas del Miembro Zorrillo)

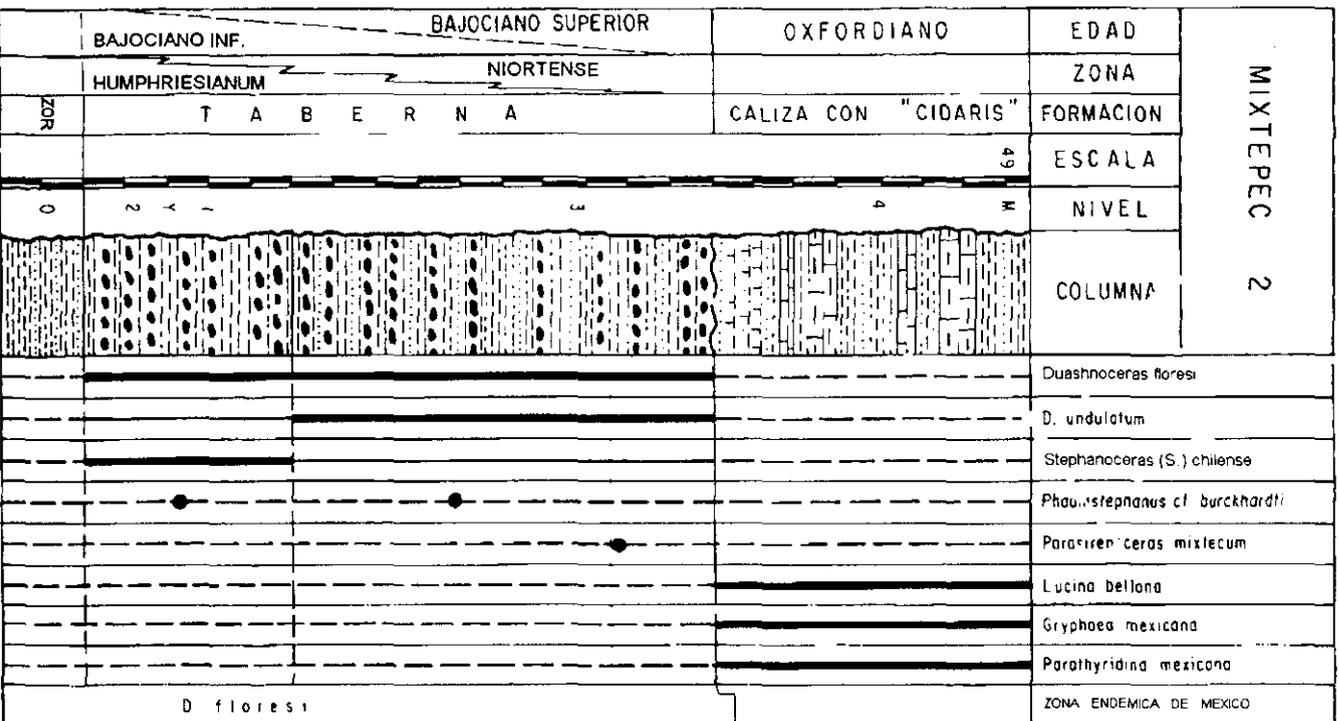
- (1) 3m Lutitas grises y amarillas, calizas marmorizadas y limosas. Concreciones grandes y pequeñas de caliza limosa. Amonitas enteros y fragmentos rodados que consisten en dos ejemplares enteros de *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) cf. *boulderense* (Imlay), cinco ejemplares fragmentados de *S. (S.)* cf. *boulderense*, dos de *Duashnoceras floresi* (Burckhardt) y cuatro de *Stephanoceras chilense* (Hillebrandt).
- (2) 2m Lutitas rojizas con abundantes concreciones pequeñas rojizas que alojan amonitas. Se colectaron dos especímenes enteros de *S. (S.)* cf. *boulderense* y uno de *Duashnoceras undulatum* (Burckhardt). Los especímenes fragmentados son cinco de *S. (S.)* cf. *boulderense* y uno de *D. floresi*.
- (3) 4m Lutitas rojizas, amarillas o grises, con vetas atravesadas de yeso y con concreciones rojizas que contienen amonitas. Se colectaron los siguientes especímenes completos: dos de *Stephanoceras (S.)* cf. *boulderense*, uno de *D. floresi* y dos de *D. undulatum*. Los fragmentos de especímenes son dos de *S. (S.)* cf. *boulderense*, cuatro de *D. floresi*, dos de *D. undulatum* y uno de *Stephanosphinctes buitroni* (Sandoval y Westermann).
- (4) 8m Lutitas grises y amarillas con intercalaciones de areniscas y concreciones hematizadas. Se colectó un espécimen completo de *D. undulatum* y entre los fragmentos dos de *S. (S.)* cf. *boulderense*, uno de *D. floresi* y uno de *S. chilense*. El nivel 4 es la parte mas alta de la porción oriental del Cerro El Retoño.

Mixtepec 2

Se ubica al oeste del Cerro El Retoño (Teachicha); aflora a 4 km al sureste de San Juan Mixtepec. El nivel superior de esta sección es el nivel inferior de la Caliza con “*Cidaris*”, que descansa en discordancia y es de los pocos lugares donde existe esta relación. La sección se describe de la base a la cima, con niveles en paréntesis (Figura 4).

(Areniscas y limolitas carbonosas del Miembro Zorrillo)

- (0) 4m Limolitas y lutitas oscuras con algunas concreciones de fierro, sin amonitas.



EXPLICACION  
LITOLOGIA  
LIMULAS CALCA-  
REAS Y CALIZAS

LA REPLICACION DE SIMBOLOS ES COMO EN LA FIGURA 3

FIGURA 4.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL OESTE DEL CERRO EL RETOÑO, "TEACHICHA" (MIXTEPEC 2). El formato de la figura fue tomado de Sandoval y Westermann (1986). Modificado en este trabajo.

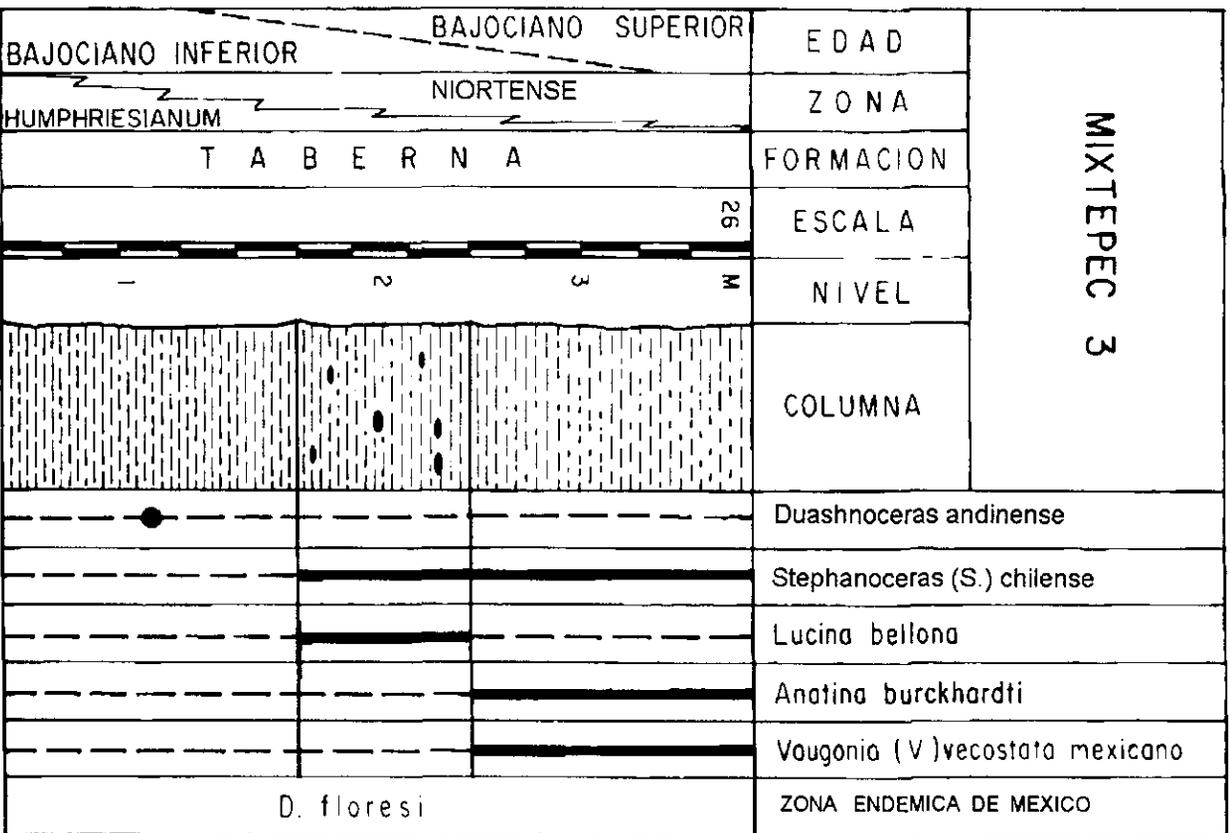
- (1-2) 10m Lutitas grises y amarillas con concreciones. Los especímenes enteros son: uno de *Phaulostephanus* cf. *burckhardti* (Sandoval y Westermann) y uno de *D. undulatum*. Los fragmentos son dos de *D. floresi*, cinco de *S. chilense*, y uno de *D. undulatum*.
- (3) 20m Lutita gris, verde, amarilla y rojiza, con areniscas intercaladas y láminas de yeso atravesadas. Los especímenes completos colectados son dos de *D. floresi* y dos de *D. undulatum*, los fragmentos corresponden a: nueve de *D. floresi*, uno de *Parastrenoceras mixtecum* (Ochoterena), tres de *S. chilense*, uno de *Phaulostephanus* cf. *burckhardti* y tres de *D. undulatum*.  
En contacto discordante descansa la unidad inferior de la Caliza con “*Cidaris*”.
- (4) 15m Limolitas calcáreas blanquizcas, calizas en estratos delgados con varios especímenes completos de los bivalvos *Lucina bellona* (D'Orbigny) y *Gryphaea mexicana* (Felix) y del braquiópodo *Parathyridina mexicana* (Ochoterena).  
Continúan arriba estratos de la Caliza con “*Cidaris*” que no fueron medidos.

### Mixtepec 3

Se ubica en el Cerro de la Bolita; está aflorando a 1 km. al oriente de San Juan Mixtepec, a un lado del camino a Tlaxiaco. La sección es como sigue (de la base a la cima; los niveles en paréntesis), (Figuras 2, 5).

#### (Limolitas carbonosas del Miembro Zorrillo)

- (1) 10m Lutitas amarillo pálido, sin nódulos y escasos amonoideos. Se encontró un espécimen completo de *Duashnoceras andinense* (Hillebrandt) y dos fragmentos de *S. chilense*.
- (2) 6m Lutitas amarillas con algunas concreciones sin amonitas. Fueron colectados dos especímenes enteros y tres fragmentos de *S. chilense* y otro completo del bivalvo *Lucina bellona* (D'Orbigny).
- (3) 10m Los estratos de abajo son lutitas oscuras con concreciones y escasos macrofósiles. Los superiores son lutitas amarillas donde se colectaron especímenes completos de los bivalvos *Anatina burckhardti* (Alencaster) y *Vaugonia* (*V.*) *costata* (Lycett) *mexicana* (Alencaster) y cuatro fragmentos de *S. chilense*.  
Sigue pocos metros arriba en discordancia un conglomerado, probablemente de edad terciaria.



EXPLICACION COMO EN LA FIGURA 3 Y 4

FIGURA 5.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL CERRO DE LA BOLITA (MIXTEPEC 3). El formato de la figura fue tomado de Sandoval y Westermann (1986). Modificado en este trabajo.

## DESCRIPCION DE LOCALIDADES DEL CALOVIANO

La sección tipo de la Formación Yucuñuti está en el Arroyo de Yucuñuti, al E de Santa María Yucuñuti, región de Tezoatlán, Oaxaca. Su espesor es entre 40 y 60 m. Cabe observar que en Cualac, Guerrero, Westermann *et al.* (1984) y Sandoval *et al.* (1990) reportan espesores de 550 y 450 m respectivamente para esta unidad. El autor realizó el trabajo de campo en la primera de las publicaciones señaladas, por tal, esta diferencia de espesor se debe a que en la región de Oaxaca el basamento Paleozoico se encuentra a escasos metros de los afloramientos del Jurásico, no así para el caso de Guerrero, en donde el basamento esta a decenas de metros, siendo el efecto del tectonismo de menor intensidad.

La sección tipo (Erben, 1956, p.95-96, lám.4, fig.3) es de 50 m de espesor. La Formación Yucuñuti descansa discordantemente sobre la Formación Taberna. Es de origen marino, y consiste en lutitas amarillas, café o grises e intercalaciones de areniscas conteniendo amonitas y bivalvos. Esta formación es sobreyacida en discordancia por la Caliza con "*Cidaris*".

La Formación Yucuñuti se muestreó en las vecindades de El Llano, Municipio de San Juan Mixtepec (Figura 2). En esta área se muestrearon detalladamente dos afloramientos.

### El Llano 1

Se ubica en el flanco norte del Cerro El Llano, aflora a 1.5 km. al noreste de El Llano, Municipio de San Juan Mixtepec. La sección con amonitas se describe de la base a la cima (con niveles en paréntesis), (Figuras.2, 6).

(Lutitas amarillas o café sin amonitas de la Formación Taberna)

- (0) 15m Lutitas amarillas conteniendo especímenes enteros de los bivalvos *Crenotrapezium hayamii* Alencaster y *Eocallista imlayi* Alencaster.
- (1) 10m Areniscas verde claro que intemperizan a rojo. Sin microfósiles.
- (2) 6m Areniscas algo calcáreas y arcillosas de color amarillo con pocos amonitas. Se colectó un fragmento de *Reineckeia tuberosa* Burckhardt y otro de *Rehmannia cf. grossouvrei* (Petitclerc).

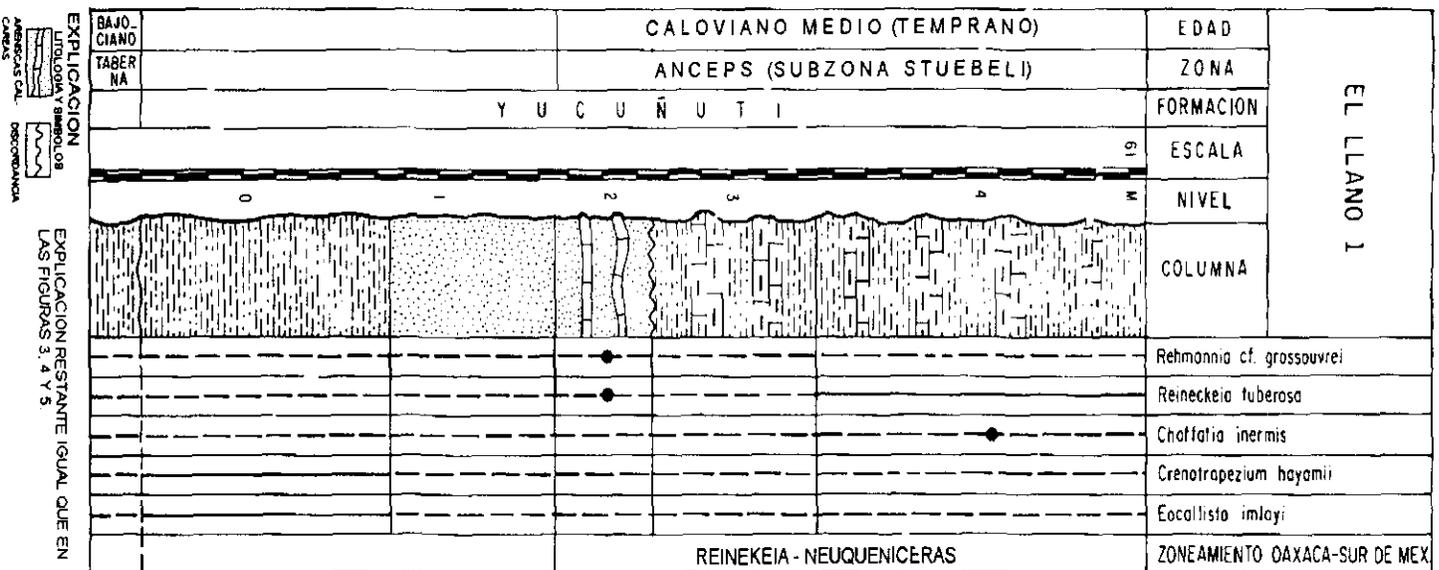


FIGURA 6.- COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL NORTE DEL CERRO EL LLANO (EL LLANO 1). El formato de la figura fue tomado de Sandoval y Westermann (1986). Modificado en este trabajo.

- (3) 10m Lutita calcárea amarilla sin amonoides.
- (4) 20m Lutitas calcáreas amarillas con algunos amonitas. Se colectó en la cima de este nivel *in-situ* y entero el espécimen *Choffatia inermis* (Burckhardt) y en la parte media dos ejemplares de *R. tuberosa*.  
Pocos metros arriba sigue en discordancia la Caliza con “*Cidaris*”.

### El Llano 2

Se ubica en el flanco oeste del cerro El Llano, aflora a 2.5 km. de El Llano, Municipio de San Juan Mixtepec. Se describe a continuación la sección con amonitas de la base a la cima, con niveles en paréntesis (Figuras 2, 7).

(Areniscas y lutitas sin amonitas de la parte basal de la Formación Yucufiuti)

- (1) 5m Areniscas calcáreas sin macrofósiles.
- (2) 5m Areniscas y limolita calcárea con coquinas y amonitas. Se colectó un espécimen completo de *Choffatia (Ch.) praecursor* (Mangold) y un fragmento de *Reineckeia (R.) anceps* (Reinecke).
- (3) 7m Arenisca calcárea en estratos de 10-20 cm; se colectó un espécimen completo de *Neuqueniceras (Frickites) cf. bodenbenderi* (Tornquist).
- (4) 5m Areniscas y limolitas calcáreas con coquinas y amonitas. Un espécimen completo de *R. (R.) anceps* y un fragmento *ex-situ* de *Neuqueniceras cf. neogaeum* (Burckhardt).
- (5) 4m Limolitas calcáreas en estratos delgados de 20-50 cm, un fragmento *ex-situ* del espécimen “*Peltoceras*” *cricotum* (Burckhardt).
- (6) 10m Limolitas que intemperizan en estratos suaves y limolita calcárea en capas delgadas de 5 a 10 cm. Un espécimen entero deformado de *R. (R.) anceps* y otros completos del bivalvo *Trigonia (Indotrigonia) impressa* (Sowerby), un fragmento de *Reineckeia tuberosa*, uno de *Choffatia cf. suborion* (Burckhardt), uno de *Reineckeia (R.) anceps* y uno completo de *Neuqueniceras (Frickites) cf. bodenbenderi*.
- (7) 10m Areniscas con coquinas, limolita arenosa y limolita calcárea en capas delgadas de 10 a 20 cm con un espécimen *ex-situ* entero de *Choffatia (Ch.) praecursor*. Siguen pocos metros arriba en discordancia afloramientos de la Caliza con “*Cidaris*”.



## BIOESTRATIGRAFIA

(Figura 8)

### Zonación del Bajociano

En la región Mixteca se han efectuado estudios con los que se ha contribuido a un mejor conocimiento bioestratigráfico. Burckhardt (1927) señala que al estudiar los fósiles de Duashnú, Tlaxiaco y Mixtepec le indican el Bajociano medio; comenta que *Stephanoceras floresi* n. sp. es vecino de *S. frechi renz* (amonites *Humphriesianum coronatus* Quenstedt).

Westermann (1983) al retomar el estudio de los amonitas de Oaxaca indica que la asociación de *Parastrenoceras* se ubica en la Zona Subfurcatum (Zona Niortense, ver Tabla 1) de Europa y el Norte de Chile y que se extiende por lo tanto a México. Afirma que *S. floresi* Burckhardt, 1927 es la especie tipo de *Zigzagiceras* (*Duashnoceras*) n. subgen. que es el único *Zigzagiceras* conocido fuera de Europa. Considera esta especie como el primer buen indicador del Batoniano inferior.

Enseguida Westermann (1984 a) al continuar revisando la colección de amonitas de Oaxaca encontró que *Duashnoceras* tiene cercana semejanza con "*Domeykoceras*" (*Lupherites*) *chongi* Hillebrandt (1977) del límite inferior - superior del Bajociano del norte de Chile, se explica como una serie transitoria entre *Duashnoceras* y *S. chilense*. Estableció una clara distinción genérica entre *Stephanoceras* y *Duashnoceras*. Señala que la edad del conjunto *Duashnoceras* pertenece al inicio de la Zona Subfurcatum, Subzona Banksi; se apoya en la especie *Subcollina* (?) *lucretia* (d'Orbigny) Sturani (1971) de la Zona *Humphriesianum* y en la sobreposición del conjunto de *Parastrenoceras*.

Sandoval y Westermann (1986) definieron la zona - rango *Duashnoceras floresi* en Mixtepec, Oaxaca. Encontraron que *Duashnoceras* es el género más abundante; su parte inferior tiene *D. floresi*, *D. undulatum* y *S. (S.) boulderense* (Imlay); en la parte superior predominan *D. andinense* y *D. paucicostatum* (Felix) y son menos abundantes *Phaulostephanus burckhardti* n.sp. y *Stephanosphinctes buitroni* n.gen. y sp. Para asignarles edad a su zoneamiento indican que las especies *D. floresi*, *D. undulatum*, *Phaulostephanus burckhardti* y *Stephanosphinctes buitroni* son endémicas del sur de México; otras especies como *D. andinense* y *D. paucicostatum* ocurren en el límite del Bajociano superior / inferior del norte de Chile; en Norteamérica *S. boulderense* es del Bajociano superior del sur de Alaska; y que el género *Phaulostephanus* es del Mediterráneo Francés donde abarca toda la Zona *Humphriesianum*. Por lo tanto, la Zona *D. floresi* la ubican en la parte superior de la Zona *Humphriesianum*, Subzona Blagdeni, y la parte inferior de la Zona Subfurcatum, Subzona Banksi.

Estos mismos autores propusieron la zona de conjunto *Parastrenoceras zapotecum*, señalan que se conoce en Mixtepec en la parte superior de la Formación Taberna y tiene un mejor desarrollo en San Juan Diquiyú - San Andrés Yutatío, Oaxaca. El género *Parastrenoceras* se reporta por Sturani (1971) en la Zona Subfurcatum de los Alpes de Viena.

Esta zona la ubican en la Zona Subfurcatum, Subzonas Polygyralis y Baculata que es correspondiente con la parte superior de la Zona Megasphaeroceras rotundum de norte y sudamérica.

En el presente trabajo se estudian nuevos afloramientos con amonitas del área de Mixtepec cuyo estudio inmediato anterior se acaba de mencionar, sus resultados como se podrá apreciar tienen cierta similitud y diferencias.

En el área de Mixtepec aflora típicamente la Formación Taberna, donde se distribuye verticalmente un conjunto de especies de *Duashnoceras*. La especie más abundante es *D. floresi* (Burckhardt) que por su frecuencia se reconoce como una extensión de la Zona *D. floresi* descrita por Sandoval y Westermann (1986). En toda la extensión de la zona predomina *D. floresi* y *D. undulatum*. *Stephanoceras chilense* también se distribuyen en toda la extensión de la zona, pero con mucha menor frecuencia. Las especies *Stephanoceras* (*S.*) cf. *boulderense* (Imlay), *D. andinense*, *Phaulostephanus* cf. *burckhardti* y *Stephanoceras buitroni* Sandoval y Westermann, no son constantes, se les colectó en una sección.

Esta zona se reconoce en San Juan Mixtepec (Localidades Mx 1, 2 y 3) (Sandoval y Westerman, 1986), en Duashnú, Municipio de San Andres Cabecera Nueva (Burckhardt, 1927) y en el área de Tezoatlán (Erben, 1956; Westermann, 1983). Todas estas localidades están en la porción noroccidental del Estado de Oaxaca.

En la parte basal de la localidad Mixtepec 1 se colectaron especímenes de *Stephanoceras* (*S.*) cf. *boulderense*, cuya especie europea más cercana es *S. orbigny*, que se ubica en la parte media y superior de la Zona Humphriesianum, Subzonas Blagdeni y Humphriesianum (Pavia, 1983).

En las localidades Mixtepec 1, 2, y 3 se colectaron especímenes de *Stephanoceras chilense*, abundante en el norte de Chile (Hillebrandt, 1977) y Argentina (Westermann y Riccardi, 1979). Esta especie pertenece a la subzona *Stephanoceras chilense* que corresponde a la Subzona Blagdeni, Zona Humphriesianum. En la localidad Mixtepec 3 se colectó *Duashnoceras andinense*, cuyo holotipo ocurre en la Zona Megasphaeroceras rotundum (correlacionable con la Zona Niortense) de la Cordillera Domeyco, provincia de Antofagasta, Chile (Hillebrandt, 1977).

Las especies *Duashnoceras floresi*, *D. undulatum*, *Phaulostephanus* cf. *burckhardti* y *Stephanosphinctes buitroni* son endémicas de México. El género *Phaulostephanus* se conoce del Mediterráneo francés, en donde se extiende en toda la Zona Humphriesianum (Pavia, 1983).

Se confirma lo antes reportado por Sandoval y Westermann (1986) en el sentido que la Zona *D. floresi* se correlaciona con la zonificación estandar europea en la parte superior de la Zona Humphriesianum, Subzona Blagdeni, y en la parte inferior de la Zona Niortense, Subzona Banksi, es decir, en el límite del Bajociano inferior y el superior. Además, existen elementos comunes con la Zona Megasphaeroceras rotundum (Hall y Westermann, 1980) de

Norteamérica, y con especies de la Subzona *Stephanoceras chilense* (parte superior de la Zona *Humphriesianum*) de Sudamérica (Hillebrandt, 1977; Westermann y Riccardi, 1979).

En la localidad Mixtepec 2 se colectó un fragmento de *Parastrenoceras mixtecum* Ochoterena, 4 m antes de la cima de la Zona *D. floresi*, en la parte superior de la Formación Taberna. El género *Parastrenoceras* se colectó en México y su presencia también fue registrada por Sturani (1971) en los Alpes de Venecia. Por la presencia de *P. mixtecum* se reconoce la Zona *Parastrenoceras zapotecum* (Westermann, 1983) que se distribuye en el noroeste de Oaxaca, áreas de San Juan Diquiyú y San Juan Mixtepec; esta zona se caracteriza por contener abundantes especies de *Parastrenoceras* sp. y se correlaciona con la Zona Niortense, Subzonas *Polygyralis* y *Baculata* (Taylor *et al.*, 1984). No obstante, por la circunstancia en que fue colectado no se puede asegurar si nos está indicando una asociación o en su caso una relación concurrente con la Zona *D. floresi*.

Los resultados obtenidos nos indican que se reconoció la extensión de la Zona *D. floresi*, previamente identificada, en el área de estudio. La distribución de las especies no es la misma, ya que por ejemplo *D. paucicostatum* no se encontró, la especie *P. burckhardti* se compara con el *Phaulostephanus* colectado, la especie *S. boulderense* se compara con el *Stephanoceras* colectado y *S. buitroni* se colectó en la parte media de la localidad Mixtepec 1.

#### Zonación del Caloviano

En secuencias del Caloviano de la región de estudio también se han realizado investigaciones tendientes a esclarecer el conocimiento bioestratigráfico. Burckhardt (1927) señala que en Oaxaca se puede observar que conforme a la distribución del género *Reineckeia* en los horizontes calovianos de Europa debemos admitir que la rica fauna de *Reineckeia* del Consuelo, Oaxaca, indica con mucha probabilidad la existencia del Caloviano medio ("Zona de *Reineckeia anceps*"). Define que las especies *Peltoceras cricotum* n. sp., es del grupo de *P. athleta*, y que *Perisphinctes suborion* n. sp. es vecino de *P. orion* Oppel del Caloviano superior de Europa.

Westermann *et al.*, (1984) denominaron a la fauna que estudiaron de la Formación Yucuñuti de Cualac, Guerrero, asociación de *Neuquenicerias*; reportan que en la base de sus secciones se encontró *Epistrenoceras* aff. *hystricoides* (Rollier) junto con *Choffatia suborion* Burckhardt. La primera de estas especies se restringe en el Mediterráneo de Francia a la parte media del Batoniano superior. En el límite superior reportan por primera vez *Clydoniceras inflatum* n. sp, especie que se encuentra en Europa en la parte superior del Batoniano superior, Zona Discus. Le siguen los primeros representantes del género *Reineckeia*, que es el subgénero *Rehmannia* (y/o *Tyrantites*) que en el Tethys se localiza en la Zona Macrocephalus. Esta secuencia, indican, se correlaciona con las estudiadas en el norte de Chile y el sur de Perú.

En su conclusión, indican que la aparición de *R. (Rehmannia) / Tyrannites* en Guerrero, México es antes que en Europa; ésto y su graduación hacia *N. (F.) bodenbenderi* sugiere que el origen de Reineckeidae fue en el oriente del Pacífico y no en Europa.

En otro estudio de la misma área, Sandoval *et al.* (1990) complementaron el estudio señalado, distinguen para el Batoniano - Caloviano un zoneamiento y lo subdividen en asociaciones de amonitas; éstas se pueden apreciar en la Tabla 1.

La fauna de estudio en la presente investigación pertenece a la Formación Yucuñuti de la Mixteca de Oaxaca, guarda cierta similitud con las investigaciones antes citadas, pero también proporciona un mejor conocimiento y contribuye con nueva información bioestratigráfica para el Caloviano medio.

La Formación Yucuñuti aflora en El Llano, Municipio de San Juan Mixtepec, en donde se distribuye verticalmente una Zona de Conjunto de Reineckeia - Neuqueniceras (Nueva) (North America Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1983, p.862). Para definir esta zona se estudiaron las localidades El Llano 1 y 2, en donde las unidades litológicas y la discordancia que se encontró se correlacionan muy bien (ver Figuras 6 y 7), en ambas se colectó, como se indica enseguida, la especie *Reineckeia tuberosa*. La parte inferior (si ésta la consideramos abajo de la discordancia) de esta asociación, contiene las especies *Rehmannia* cf. *grossouvrei* (Petitclerc) y *Reineckeia tuberosa* (Burckhardt) en el Llano 1; *Reineckeia (Reineckeia) anceps* (Reinecke), *Neuqueniceras (Frickites)* cf. *bodenbenderi* (Tornquist) y *Choffatia (Choffatia) praecursor* (Mangold) en el Llano 2. En la parte media de la localidad El Llano 2 (arriba de la misma discordancia) se encontró *Reineckeia (Reineckeia) anceps* (Reinecke) en asociación con *Reineckeia tuberosa* (Burckhardt), *Neuqueniceras (Frickites)* cf. *bodenbenderi* (Tornquist), *ex situ Neuqueniceras* cf. *neogaeum* (Burckhardt), *Choffatia* cf. *suborion* (Burckhardt) y *ex situ "Peltoceras" cricotum* (Burckhardt). En la parte superior de las localidades El Llano 1 y 2 se colectó a *Choffatia inermis* (Burckhardt) y *ex situ Choffatia (C.) praecursor* (Mangold) respectivamente.

Estas especies en parte de origen europeo y andino, se distribuyen en El Llano, Municipio de San Juan Mixtepec (Localidades el Llano 1 y 2), en el Consuelo (Burckhardt, 1927) y en Santa María Yucuñuti, Municipio de Tezoatlán (Erben, 1956). En estas últimas áreas la fauna de amonitas no tiene un control estratigráfico preciso.

En la localidad El Llano 1 se colectó un espécimen de *Rehmannia* cf. *grossouvrei*, especie que en Europa se encuentra en las partes superior e inferior de las zonas estandar Macrocephalus y Gracilis, respectivamente, base del Caloviano inferior (Sandoval *et al.*, 1990). En la localidad El Llano 2 se colectaron las especies *Neuqueniceras (Frickites)* cf. *bodenbenderi* y *Neuqueniceras* cf. *neogaeum* ubicadas en el Caloviano inferior por Westermann *et al.* (1984), Riccardi *et al.* (1989) y Sandoval *et al.* (1990). En la misma localidad se colectó *Reineckeia (R.) anceps* que sin duda corresponde, en la zonificación estandar europea, a la Zona Anceps, Subzona Stuebeli, base del Caloviano medio (Cariou y Krishna, 1988; Thierry *et al.*, 1991). La especie mediterránea *C. (C.) praecursor* de esta misma localidad se colectó en la parte inferior *in situ* y en la parte superior *ex situ*, se

distribuye desde el Batoniano superior al Caloviano medio (Mangold, 1970). "*Peltoceras*" *cricotum* se encontró *ex situ* por esta circunstancia y su dudosa posición genérica no se puede asegurar su ubicación estratigráfica.

Solamente las especies *C. inermis*, *C. cf. suborion*, *Neuquenicerias cf. neogaeum*, *Reineckeia tuberosa* y "*Peltoceras*" *cricotum* son endémicas de México; las demás son de origen Tethysiano y Andino.

Como se comentó al inicio de este capítulo Burckhardt (1927, p.98) indica que la distribución del género *Reineckeia* en Europa se puede correlacionar con la rica fauna de *Reineckeia* del Consuelo en Oaxaca, señala que aquí hay mucha probabilidad de la existencia del Caloviano medio, es decir, la Zona de *Reineckeia anceps*.

Sandoval y Westermann (1986) no extendieron su investigación a los afloramientos del Caloviano de Mixtepec - El Consuelo, Oaxaca; y Westermann *et al.* (1984) al explorar las localidades fosilíferas del Caloviano de Cualac, Guerrero, no encontraron la especie *Reineckeia anceps*. Sandoval *et al.* (1990) continuaron con más detalle la investigación en Cualac, Guerrero y tampoco colectaron esta especie.

*Reineckeia anceps* fue escogida por Cariou (1984) como índice de zona para la base del Caloviano medio del Dominio Tethysiano. Esta especie se colectó en la localidad El Llano 2 en un intervalo de 38 m los cuales corresponden a la base del Caloviano medio. En esta región previamente se colectaron especímenes reportados en el Caloviano inferior y de estos, algunos (como ya se comentó) se volvieron a colectar en este trabajo. No obstante, los resultados obtenidos en esta investigación, nos indican que estas especies de la mixteca de Oaxaca, tienen una distribución que alcanza hasta la base del Caloviano medio. Esto confirma las observaciones de Burckhardt (1927).

En conclusión, en las localidades El Llano 1 y 2 de la Formación Yucuñuti esta representada la base del Caloviano medio, Zona *Anceps*, Subzona *Stuebeli*. Esta zona se correlaciona con el zoneamiento de Europa y de la India (Thierry *et al.*, 1991; Krishna, 1988).



Como se puede apreciar en esta investigación se descubrió una secuencia estratigráfica insistentemente buscada por los investigadores que trabajaron en la región con anterioridad. De esta manera, se llena un hueco o se obtiene una pieza más en el por así decirlo rompecabezas estratigráfico. En este sentido por primera vez se da a conocer en México la presencia de *R. anceps*, fósil índice del Caloviano medio. También, como consecuencia de esto, se reporta una distribución más amplia para especies previamente estudiadas.

## PALEOBIOGEOGRAFIA

(Tabla 1)

### El Bajociano

Los autores anteriores al presente indican la distribución que tienen las especies de amonitas de la Mixteca. Westermann (1983) encuentra que el género *Parastrenoceras* se conoce solamente en Europa y en México y *S. chilense* se ha colectado solamente en el norte de Chile. El subgénero *Zigzagiceras* se restringe a Europa y ahora en México.

Westermann (1984 a) definió que a nivel específico la Asociación de *Duashnoceras* tiene tres o cuatro taxa endémicos. A *Duashnoceras* lo incluye en las faunas andinas, *Phaulostephanus* lo reconoce en el centro oeste de Estados Unidos. Indica que en el conjunto de *Parastrenoceras* hay géneros como *Leptosphinctes* que son cosmopolitas.

Sandoval y Westermann (1986) establecieron que *Stephanoceras* es cosmopolita, *S. boulderense* se ha encontrado solamente en México y Norteamérica. Reconocen que la zona de *Duashnoceras* tiene especies endémicas como *D. floresi*, *D. undulatum*, *D. sp.* y *Stephanosphinctes buitroni* n. gen. sp. El género *Phaulostephanus* es más frecuente en el Mediterráneo y la especie *P. burckhardti* también. *Parastrenoceras* se conoce raramente en Europa. Concluyeron que la mayoría de las formas que estudiaron se relacionan con la Provincia Mediterránea; otras muestran afinidad importante con la Provincia Andina o Norcordillerana.

En el presente estudio el género *Stephanoceras* se considera cosmopolita, *S. (S.) cf. boulderense* se conoce en México y en la Provincia Nor-Cordillerana mientras que *S. chilense* ocurre en la Provincia Andina. A *Duashnoceras* lo consideran andino (Sandoval y Westermann, 1986). *D. undulatum* y *D. floresi* son especies endémicas de México, en tanto que *D. andinense* es proveniente de la Provincia Andina.

*Phaulostephanus* es un género raro en el interior occidental de Estados Unidos; regionalmente es relativamente frecuente en la Provincia Mediterránea (Pavia, 1983). *P. burckhardti*, es posible que tenga especies más cercanas en Europa que en Norte América.

*Parastrenoceras*, que es abundante en México, se conoce raramente en la Provincia Mediterránea, en tanto que *Stephanosphinctes buitroni* es una especie endémica de México.

Se concluye que los amonitas bajocianos están relacionados principalmente con la Provincia Mediterránea, en tanto que una proporción menor muestra afinidades con las provincias Nor-Cordillerana y Andina (Westermann, 1983, 1984 a; Sandoval *et al.*, 1986).

El autor de este trabajo al estudiar la distribución de las especies que colectó llegó a resultados similares a los autores citados; de esta forma se confirma este conocimiento.

### El Caloviano

En estudios efectuados por Westermann *et al.*, (1984) reportaron que el Conjunto de *Neuqueniceras* se encuentra con especies muy idénticas con los Andes Argentino - Chilenos. Sandoval *et al.* (1990) señalan que la afinidad biogeográfica de esta fauna es primero con la Provincia Andina y segundo con la Provincia Mediterránea

En este trabajo se reconoce al género *Choffatia* que es abundante en México, como cosmopolita. La especie *C. (C.) praecursor* es de origen Mediterráneo, en cambio las especies *C. suborion* y *C. inermis* se consideran endémicas del sur de México.

El género *Neuqueniceras* y la especie *N. (F.) bodenbenderi* son de origen andino, mientras que *N. neogaenum* es endémica de México. El género *Rehmannia* y *R. grossouvrei* son formas Mediterráneas. *Reineckeia* y *R. (R.) anceps* son relativamente frecuentes en la Provincia Mediterránea, en tanto que *R. tuberosa* es endémica de México.

El género *Peltoceras* es cosmopolita y *P. cricotum* es especie endémica de México.

En conclusión, los amonitas calovianos son en su mayoría afines a la Provincia Mediterránea, en segundo término guardan afinidad con la Provincia Andina, y existe una cantidad significativa de formas endémicas a México.

Los resultados obtenidos en los trabajos previos respecto a la distribución de las especies tienen cierta similitud con el presente, no obstante, las conclusiones que aquí se obtienen son diferentes, por que corresponden a secuencia mas jóvenes que recibieron mayor influencia de la fauna proveniente del Tethys occidental.

Esta fauna existió hacia los finales del Dominio Pacífico Oriental, el que se desarrolló rápidamente en el Bajociano tardío y se dispersó mas gradualmente en el Caloviano

temprano. La sucesión faunística de la Mixteca indica una morfoclinación filética, que lleva de *Choffatia* por la vía de *Neuqueniceras* y el grupo de *N. (Frickites) bodembenderi*, a *Rehmannia* y a la primera *Reineckeia*. Los Reineckeidae se originaron en el Pacífico Oriental

tropical en el Bathoniano tardío expandiéndose de ahí hacia el Tethys occidental en el Caloviano temprano (Sandoval *et al.*, 1990).

En el Caloviano, la familia Reineckeidae comprende dos subfamilias que están separadas geográficamente, la del Pacífico, Neuqueniceratinae y la principalmente Tethysiana, Reineckeinae; esta última representa probablemente una rama derivativa lateral del tronco Pacífico que se desarrolló ahí en el Bathoniano tardío. A medida que Reineckeidae penetró dentro del Tethys por la ruta de América Central al inicio del Caloviano, dio nacimiento probablemente a la subfamilia Reineckeinae. Durante la mayor parte del Caloviano inferior la distribución geográfica de la subfamilia esta restringida al Tethys occidental (Cariou y Krishna, 1988).

La presencia de elementos de las faunas Andinas y Norcordilleranas con las faunas Mediterráneas, confirma que el Terreno Mixteco fue un pasaje al Pacífico Oriental de las faunas que vinieron del Mediterráneo circulando por el Corredor Hispánico.

El término Corredor Hispánico surgió posteriormente a las investigaciones realizadas por Hallam (1977, con comentarios de Westermann) sobre la evidencia biogeográfica en los mares intermitentes del Jurásico. Y fue propuesto por Smith (1983) al estudiar la paleogeografía del Jurásico temprano.

La fuerte afinidad de las asociaciones bajocianas y calovianas con la Provincia Mediterránea y la menor afinidad con las provincias Andina y Norcordillerana va de acuerdo con la hipótesis paleogeográfica que considera al Terreno Mixteco colocado cerca de la entrada al Pacífico del Corredor Hispánico (Taylor *et al.*, 1984; Westermann, 1984b).

Las migraciones que se ven reflejadas en la fauna de amonitas estudiada de las Formaciones Taberna y Yucuñuti coinciden con elevaciones del nivel del mar en toda el área jurásica del Terreno Mixteco y, significativamente, también con los picos o elevaciones del nivel eustático de los océanos del mundo (Hallam, 1978) los que supuestamente removieron barreras en el pasaje marino-cratónico.

TABLA 2.- DISTRIBUCION BIOGEOGRAFICA DE ESPECIES Y GENEROS DE AMONITAS. El formato de esta tabla fue tomado de Sandoval y Westermann (1986). Modificado en este trabajo.

TAXA	ENDEMICO	PANDEMICO	CORDILLE- RANO	ANDINO	MEDITE- RRANEO
<i>Stephanoceras</i>		●			
<i>Duashnoceras</i>				●	
<i>Phaulostephanus</i>			●		●
<i>Parastrenoceras</i>					●
<i>Stephanosphinctes</i>	●				
<i>Choffatia</i>		●			
<i>Neuquenicerias</i>				●	
<i>Rehmannia</i>					●
<i>Reineckeia</i>					●
<i>Peltoceras</i>		●			
<i>Stephanoceras (S.) cf. boulderense</i>			■		
<i>S. chilense</i>				●	
<i>Duashnoceras floresii</i>	●				
<i>D. undulatum</i>	●				
<i>D. andinense</i>				●	
<i>Phaulostephanus cf. burckhardti</i>	●				
<i>Parastrenoceras mixtecum</i>					●
<i>Stephanosphinctes buitroni</i>	●				
<i>Choffatia cf. praecursor</i>					●
<i>C. cf. suborion</i>	●				
<i>C. inermis</i>	●				
<i>Neuquenicerias (F.) cf. bodenbenderi</i>				●	
<i>N. cf. neogaecum</i>	●				
<i>Rehmannia cf. grossouvrei</i>					●
<i>Reineckeia (R.) anceps</i>					●
<i>R. tuberosa</i>	●				
<i>Peltoceras cricotum</i>	●				

## PALEOGEOGRAFIA

En la región el tema paleogeográfico fue tratado previamente en varias investigaciones, Westermann (1983) explica que durante el Jurásico Medio la mayoría del norte, este y sur de México formaron el margen de una extensa cuenca de depósito llamada Golfo de México, la que estaba rodeada por sierras hacia el norte y oeste con excepción de una angosta conexión por los estados de Oaxaca y Guerrero; indica que al parecer en este tiempo la cuenca de Oaxaca fue un embahamiento del Océano Pacífico, esto es la conexión entre el Pacífico y el oeste del Tethys.

Poco después, Westermann (1984 a; 1984 b), Westermann *et al.* (1984) y Sandoval *et al.* (1986) coinciden en afirmar que la afinidad faunística con los Dominios Mediterráneo, Andino y Norcordillerano favorece la hipótesis paleogeográfica que el terreno Mixteco estuvo ubicado cerca de la la entrada al Pacífico del Corredor Hispánico, conectando el Pacífico con el oeste del Tethys; indican también que esta afinidad es compatible con la hipótesis de placas tectónicas, en el sentido que el terreno Mixteco es alóctono respecto al cratón Norteamericano.

Taylor *et al.* (1984) fundamentaron detalladamente las implicaciones tectónicas del Jurásico Medio de México, alguna de esta información se presenta mas adelante en este trabajo.

Sandoval *et al.* (1990) abordaron la investigación paleontológica de esta región con más amplitud; presentan un estudio bioestratigráfico más completo (que ya se comentó), un análisis biogeográfico y de placas tectónicas que continua con lo obtenido por Taylor *et al.* (1984), y un estudio de la secuencia y ambiente de depósito de la Formación Yucuñuti. Describieron una secuencia clástica inicial de 700 m de mares someros intermitentes sobreyacidos por 400 m de lutitas de mar abierto que reflejan una amplia transgresión.

### Bajociano

En el área de estudio el Bajociano se identifica litoestratigráficamente como Formación Taberna. Se distribuye en las cercanías de San Juan Mixtepec. Aflora con un espesor de 25.6 m (sin incluir la secuencia carbonífera). Su relación inferior es discordante en esquistos del Paleozoico y esta sobreyacida por unidades del Caloviano, del Oxfordiano o del Terciario.

Las unidades litológicas del Bajociano en el sur de San Juan Mixtepec consisten: de lutitas negras, grises, amarillas, rojizas y verdes, con concreciones calcáreo-hematíticas, vetas de yeso, areniscas intercaladas y calizas marmorizado-limosas. Hacia el norte consisten de lutitas amarillo pálido y escasos nódulos.

De acuerdo con el trabajo realizado con anterioridad (Carrasco, 1981) en esta formación es posible reconocer varias litologías, que representan facies; sin embargo, su descripción detallada y discriminación cartográfica quedan fuera del alcance de esta investigación.

A continuación se describe el ambiente de depósito de las tres litologías reconocidas más importantes a partir de su estudio petrográfico.

La limolita, constituye la mayor parte de la formación. La interpretación ambiental sugerida por la textura es la de un depósito costero con influjo marino; el espesor y naturaleza del depósito sugiere hundimiento constante de la cuenca.

La lodolita (calizas marmorizado limosas), indica que su ambiente de depósito fue costero, con influjo marino ocasional, y su escaso espesor, indica hundimiento leve en condiciones tectónicas de quietud.

La subarcosa (areniscas), la forma redondeada de los granos, la clasificación moderadamente buena y la geometría del depósito, de forma alargada y acuñada, indica que son depósitos de canales fluviales.

En conclusión, por lo menos dos ambientes de depósito están representados en la Formación Taberna. Uno costero con influjo marino ocasional y el otro fluvial más reducido. En el área de estudio esta secuencia tiene un carácter transicional, mismo que impidió su depósito

Se reconoce la Zona de *Duashnoceras floresi*, que se caracteriza por la predominancia de especies de Stephanoceratidae.

Esta secuencia de unidades y la distribución de fauna de amonitas representa la cima de la Zona Humphriesianum y la base de la Zona Niortense de Europa, que identifican mundialmente el Bajociano inferior y superior.

En la Mixteca de Oaxaca no se han reportado secuencias del Batoniano, en este estudio, después de la exploración que se efectuó en busca de secuencias del Jurásico Medio tampoco se encontró afloramientos de esta edad. Como ya se mencionó, el autor colaboró con Westermann *et al.* (1984) llevando a cabo el trabajo de campo. En esto se apoya para señalar que la ausencia de secuencias de esta edad se debe en primer lugar, a que estas unidades guardan un carácter transicional a causa de las variaciones transgresivas; en segundo lugar, la actividad tectónica se refleja con fuerte intensidad en estas secuencias, en el caso de Oaxaca el efecto del basamento del Paleozoico se puede observar a escaso metros del Jurásico, no así en Guerrero, donde descansa en una gruesa unidad muy homogénea constituida de cuarzitas que es el Conglomerado Cualac (Guzmán, 1950).

## Caloviano

Esta secuencia se distribuye al norte del área investigada. Se le conoce como Formación Yucuñuti y aflora con un espesor promedio de 52.0 m. Descansa discordantemente en rocas del Bajociano, mediante una interrupción sedimentaria. Está sobreyacido discordantemente por rocas del Oxfordiano, a través de una interrupción sedimentaria.

Consiste en lutitas amarillas, areniscas verdes, rosas, areniscas calcáreas, y lutitas calcáreas, al norte de su distribución principal; hacia el oeste su constitución es de areniscas, areniscas calcáreas, lutitas calcáreas, limolitas, limolitas arenosas o calcáreas y coquinas.

En el trabajo del Jurásico de una región cercana, Carrasco (1981) estudió la Formación Yucuñuti. El ambiente de depósito fue estudiado por petrografía, encontrándose tres principales litologías o facies, que se describen a continuación:

La cuarzarenita (lutitas amarillas-areniscas verdes) se depósito probablemente en una llanura de inundación; el tamaño de los granos indica un transporte lejano y su área fuente pudo constituirse de rocas ígneas y metamórficas.

La limolita, se depósito muy posiblemente en un ambiente lagunar conectado al mar, principalmente debido a la asociación que guarda esta variedad litológica con coquinas de invertebrados.

La biomicrita, según Folk (1968) indica un depósito probablemente en mares neríticos someros o epicontinentales, que tuvieron aporte de terrígenos.

Cariou y Krishna (1988) indican que la adquisición en el estado inicial de la escultura tuberculada (*Neuqueniceras*) en la Subfamilia *Reineckeinae* corresponde a la adaptación en ambientes de agua somera (mares epicontinentales); y consideran que a causa de esta adaptación se debe el éxito y la diferenciación que presenta *Reineckeinae*, en el este del Pacífico.

En este piso bioestratigráficamente está representada una Zona de *Reineckeia* - *Neuqueniceras* que se correlaciona con la Zona *Anceps*, se caracteriza por la predominancia de *Reineckeidae*, cuya especie principal es *Reineckeia anceps* (Tabla 1).

La Formación Yucuñuti de Mixtepec-El Llano, tiene litologías y fauna de amonitas que representan en Europa la Zona *Anceps* del Caloviano medio. El carácter de esta secuencia es francamente transgresivo, mismo que ocasionó un desarrollo más amplio, que no es apreciado por razones de evolución tectónica (Figura 8).

El área de estudio (Mixtepec-El Llano) se ubica dentro del Terreno Mixteco, y esto ocurre, posiblemente, para toda el área en donde se distribuye el Jurásico Medio del Sur y el Centro de México (Campa y Coney, 1983; Taylor *et al.*, 1984; Sandoval *et al.*, 1990).

Las investigaciones realizadas por Westermann (1980, 1983, 1984a), Westermann *et al.* (1984), Sandoval y Westermann (1986) y en este trabajo, en la Mixteca de Oaxaca y en Cualac, Guerrero, señalan que la fauna de amonitas del Jurásico Medio temprano (Bajociano) presenta endemismo así como fuerte afinidad con las Provincias Andina y Mediterránea en el Jurásico Medio tardío (Batoniano tardío-Caloviano medio).

Taylor *et al.* (1984) y más adelante Sandoval *et al.* (1990) llevaron a cabo investigaciones en las que tratan la bioestratigrafía del oeste de Norteamérica (incluyéndose al sur de México) y sus implicaciones tectónicas. Presentan datos faunísticos que evidencian los desplazamientos longitudinales y latitudinales de los terrenos con respecto al cratón Norteamericano. En México, la fauna de amonitas del Bajociano sugiere que la posición del Terreno Mixteco fue cercana a la apertura del Corredor Hispánico ("Proto-Atlántico"), mientras que la asociación del Bathoniano tardío-Caloviano temprano se relaciona con el sur y el centro de los Andes (Perú, Chile y Argentina), con una paleoposición cercana al Corredor Hispánico que fue la apertura del Pacífico al oeste del Tethys.

En esta investigación se encontró que hasta la base del Caloviano medio continuaron las condiciones de mares someros o epicontinentales. La fauna de amonitas indica una relación en primer lugar con el Mediterráneo y en segundo lugar con el sur y el centro de los Andes. Esto significa que la paleoposición del Terreno Mixteco fue cercana al Corredor Hispánico, esto es, muy cerca de la apertura del Pacífico al oeste del Tethys.

Al abordar las implicaciones tectónicas, estos autores señalan que el Megashear Mojave-Sonora (Silver y Anderson, 1974), se reconoce de la esquina noroeste del país hacia el sureste hasta el Golfo de México, y que estuvo activo durante la apertura del Golfo durante el Triásico Tardío-Jurásico Medio; a consecuencia de este efecto, la mitad de México al sur del Megashear pudo haberse desplazado 1000 km. hacia el sureste. Al reconstruir la Pangea, se supone, una rotación en el sentido de las manecillas del reloj del W y SW de México o una falla en la misma posición del Megashear, para prevenir el solapamiento de México con Sudamérica. La evidencia paleomagnética (Gose *et al.*, 1982), sugiere también, rotación en el sentido de las manecillas del reloj de al menos algunos bloques tectónicos (microplacas) a lo largo de esta falla, esto apoya la idea del Megashear.

Por otro lado, el W y SW de México está formado de varios terrenos de arco-volcánico submarino del Jurásico-Cretácico, sin basamento conocido, que fueron acrecionados al cratón Norteamericano durante la Orogenia Laramide del Eoceno. Este efecto combinado con la traslación a lo largo del Megashear, elimina el solapamiento de México en Sudamérica en la reconstrucción de la Pangea.

En la más reciente reconstrucción de placas tectónicas de México (Pindell, 1985; Pindell *et al.*, 1988; Ross y Scotese, 1988) se asume movimientos a lo largo de Megashears con dirección NW - SE. En el Caloviano, el cratón Norteamericano (México) se movió

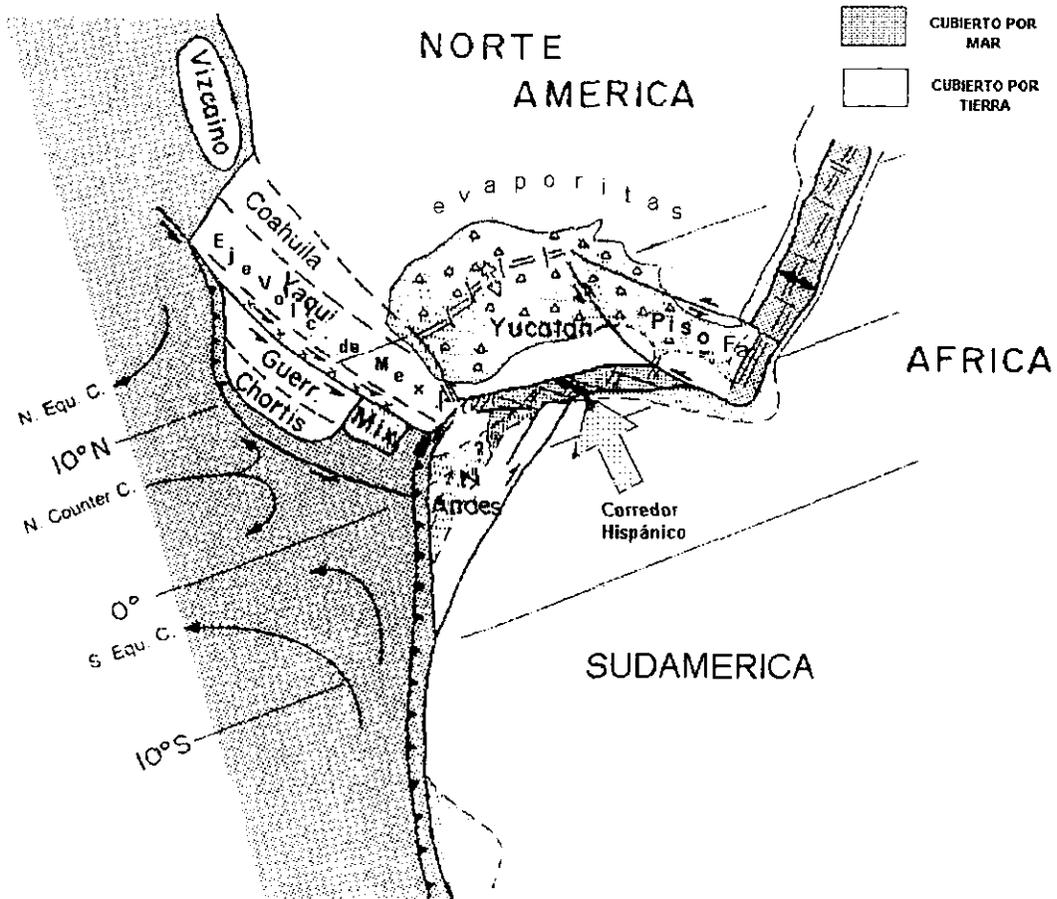


FIGURA 8. Placas Tectónicas en el Caloviano Temprano. MIX =Terreno Mixteco. Se encuentra en la entrada al Corredor Hispánico. (Tomado de Pindell, 1985; Modificado en este trabajo.)

hacia el norte, y los bloques del sur hacia el sureste. El norte de los Andes estuvo transitado por la parte oeste del Corredor Hispánico, que hasta los inicios del Caloviano medio (este trabajo) actuó como mar intermitente entre el este del Pacífico y el oeste del Tethys. Se conoce, que el primer piso oceánico en el Océano Atlántico se remonta al Caloviano medio (Sheridan y Grandstein, 1983) lo que coincide con el intercambio faunístico a gran escala entre el Pacífico y el Tethys.

En el modelo de Pindell (1985) no está incluido el bloque de la Mixteca. Este se modifica agregándolo y se combina el modelo de Pindell con el de Jansa (1986) para el sur de Norteamérica ( Fig. 8). El terreno Guerrero y Yaqui fueron posiblemente terrestres en este tiempo, mientras que el terreno al norte de los Andes contenía el límite al oeste del Corredor Hispánico, el cual, en este tiempo pudo estar a la deriva. De esta forma, el terreno Mixteco, estuvo situado en un enbahiamento oceánico extenso al norte del Ecuador, y con un sistema ecuatorial de corrientes oceánicas. Esto explica el relativo aislamiento faunístico en los terrenos alóctonos de Norteamérica, y su alto grado de endemismo.

La investigación actual, va de acuerdo con la concepción descrita del funcionamiento de las placas tectónicas; y apoya la concepción del intercambio faunístico a gran escala entre el Pacífico y el Tethys.

Como se puede ver al comparar las conclusiones paleogeográficas obtenidas en este trabajo tienen similitud con las obtenidas en las últimas investigaciones efectuadas, debido principalmente a sus características regionales. Se diferencian fundamentalmente en la información proveniente de las secuencias del Caloviano medio la que hasta ahora no se habían dado a conocer.

## CONCLUSIONES ESTRATIGRAFICAS

### Bajociano

En el área investigada de la Región Mixteca, el Bajociano se distribuye horizontalmente solamente en los alrededores de San Juan Mixtepec. En el resto del área puede estar ausente por razones tectónicas o cubierto por materiales mas recientes. Su extensión vertical en las localidades estudiadas fue de 17, 34 y 26 metros respectivamente.

La parte basal del Bajociano se considera que corresponde a secuencias carboníferas con escasa o nula amonitofauna: su límite inferior está en contacto con esquistos del Paleozoico.

El límite superior del Bajociano del área investigada se define por una interrupción sedimentaria hacia la cima del Bajociano superior, sobre la que descansan en discordancia secuencias del Caloviano, Oxfordiano o Terciario.

La secuencia litológica del Bajociano consiste en lutitas oscuras, grises, amarillas, rojizas y verdes, con concreciones calcáreo-hematíticas, vetas de yeso, areniscas intercaladas y calizas marmorizado-limosas hacia la porción sur de San Juan Mixtepec y hacia la parte norte-central consiste en lutitas amarillo-pálido con escasos nódulos.

Es posible reconocer varias litologías, que representan facies: limolita, lodolita y subarcosa, que son indicativas de por lo menos dos ambientes de depósito: uno costero con influjo marino ocasional y el otro fluvial mas reducido.

Desde el punto de vista bioestratigráfico se ha reconocido la zona del Bajociano medio (cima del Bajociano inferior y base del Bajociano superior).

La Zona *Duashnoceras floresii*, previamente identificada, se reconoce para el Bajociano medio de la Región Mixteca; se caracteriza por la extensión de los Stephanoceratidae.

Esta secuencia guarda un carácter transicional, mismo que restringió el depósito de rocas en esta área.

Biogeográficamente los amonitas bajocianos se relacionan con la Provincia Mediterránea; un número reducido muestra afinidades con la Provincia Nor-Coordillerana o Andina.

El Bajociano se ubica dentro del Terreno Mixteco. La amonitofauna del Bajociano sugiere que la posición del Terreno Mixteco fue cercana a la apertura del Corredor Hispánico ("Proto-Atlántico").

### Caloviano

En el área Tindú-Mixtepec el Caloviano está distribuido al norte de San Juan Mixtepec. En el resto del área este piso está ausente por razones tectónicas o puede estar cubierto por material más reciente. Las dos secciones estudiadas tienen un espesor de 58 y 46 m respectivamente. Ambas secuencias se encuentran al N E del Llano, en el Municipio de San Juan Mixtepec.

El límite inferior del Caloviano en el área de estudio está bien definido por una interrupción sedimentaria. En las localidades El Llano 1 y 2 la base del Caloviano medio temprano descansa discordantemente en rocas del Bajociano.

El límite superior del Caloviano se define también por una interrupción sedimentaria. En las localidades El Llano 1 y 2 la interrupción existe desde la cima del Caloviano medio temprano. En discordancia le sobreyacen rocas del Oxfordiano.

El conjunto litológico del Caloviano consiste en lutitas amarillas, areniscas verdes, rojas o calcáreas y lutitas calcáreas en el norte del Cerro El Llano, en tanto que al oeste del mismo consiste en areniscas, areniscas calcáreas, limolitas, limolitas arenosas o calcáreas y coquinas.

Es posible reconocer varias litologías que representan facies que son: cuarzarenita, limolita y biomicrita. Su ambiente de depósito fue en mares neríticos someros o epicontinentales, con aporte de terrígenos.

Desde el punto de vista bioestratigráfico se reconoce la Zona de *Reineckeia* - Neuqueniceras. Que se correlaciona con la Zona *Anceps* (Subzona *Stuebeli*) e indica la base del Caloviano medio.

La Zona de *Reineckeia* - Neuqueniceras, de la base del Caloviano medio, se caracteriza por la predominancia de *Reineckeidae* y su especie más importante es *Reineckeia anceps*.

Esta asociación señala que el carácter de esta secuencia es transgresiva, que no es apreciada extensamente por razones de evolución tectónica.

Biogeográficamente los amonitas calovianos son en su mayoría formas endémicas, relacionados con la Provincia Mediterránea en una proporción mayor, y una proporción menor muestra afinidades con la Provincia Andina.

El Caloviano pertenece al Terreno Mixteco. En la concepción mas reciente de Placas Tectónicas se asume movimientos a lo largo de Megashears con dirección NW - SE. En el Caloviano, el cratón Norteamericano (México) se movió hacia el norte, y los bloques del sur hacia el SE; el norte de los andes estuvo transitado por la parte oeste del Corredor Hispánico, que actuó como mar intermitente entre el este del Pacífico y el oeste del Tethys.

En términos generales para el Bajociano y Caloviano de la Región Mixteca hubo un sobrelapamiento de faunas Andino Norcoordillerana y Mediterránea, que confirma que el Terreno Mixteco fue un pasaje (Corredor Hispánico) al Pacífico de las faunas que vinieron del Mediterráneo. Estas migraciones coinciden muy significativamente con elevaciones a nivel mundial de los océanos.

## PALEONTOLOGIA SISTEMATICA

Se describen amonitas pertenecientes a dos superfamilias (Stephanoceratacea y Perisphinctacea), cuatro familias, cinco subfamilias, diez géneros, cuatro subgéneros y diecisiete especies del Bajociano y Caloviano de la Región Mixteca de Oaxaca.

Cada especie estudiada fue descrita lo mas completo posible, con base en el material disponible, a pesar de la mala conservación de algunos ejemplares. La descripción de cada especie va acompañada de una lista sinonímica. Se discuten las particularidades de cada especie y se comparan con aquellas consideradas mas próximas. Se ilustra el ejemplar o ejemplares de todas las especies descritas. La representación esquemática de las líneas de sutura obtenidas corresponde a los ejemplares ilustrados.

Cada especie va acompañada de un tabla con medidas (en milímetros) y relaciones paramétricas, a excepción de aquellos ejemplares representados por fragmentos de una o dos vueltas.

En forma provisional la clave de los especímenes están referidos a las iniciales del autor, año de colección y a un número progresivo.

Todo el material se depositó en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM.

Se utilizaron las abreviaturas siguientes:

D.- Diámetro.

U.- Diámetro del ombligo.

H.- Altura de vuelta, de la sutura umbilical al vientre.

W.- Espesor máximo de vuelta, tomado del espacio entre costillas.

U/D.- Ombligo (U) en términos de porcentaje del diámetro.

H/D.- H en términos de porcentaje del diámetro.

W/D.- Espesor (W) en términos de porcentaje del diámetro.

P.- Número de costillas primarias por mitad de vuelta.

S.- Número de costillas secundarias por mitad de vuelta.

E.- Lóbulo externo.

L.- Lóbulo lateral

U<sub>2</sub>, U<sub>3</sub>.- Primero y segundo lóbulos umbilicales.

Superfamilia STEPHANOCERATACEA Neumayr, 1875

Familia STEPHANOCERATIDAE Neumayr, 1875

Subfamilia STEPHANOCERATINAE Neumayr, 1875

Género *Stephanoceras* Waagen, 1869

*Stephanoceras (Stephanoceras) cf. boulderense* Imlay, 1982

Lámina 1, figuras 1 a - b.

Descripción.- Concha de tamaño medio, evoluta, con ombligo amplio y profundo, cónico bajo, con el declive umbilical plano y liso, no convexo, tanto en la vuelta externa como en las internas. Sección de las vueltas trapezoidal, mas ancha que alta, deprimida ventralmente, con los flancos convexos, agudos y salientes al nivel de los tubérculos. La región ventral es ancha y moderadamente convexa.

Ornamentación.- Costillas primarias cortas, rectas y radiales, anchas, poco elevadas y redondeadas; terminan en los tubérculos, que son grandes, de base redondeada amplia y puntiagudos. Se encuentran en la parte media del flanco. La línea umbilical pasa exactamente atrás de los tubérculos, de manera que en las vueltas internas éstos quedan expuestos. Las costillas secundarias son rectas, regularmente distribuidas, redondeadas, separadas por espacios del mismo ancho de las costillas. Se extienden del tubérculo de un flanco al tubérculo del otro flanco sin interrupción. Por cada costilla primaria hay cinco a seis secundarias, pero no salen directamente del tubérculo ni forman haces regulares; son rectas, no convergentes hacia el tubérculo, y no presentan inclinación adaptural en la región ventral.

Discusión.- Sólo se conoce un ejemplar, que es un fragmocono. Es muy semejante a los ejemplares de *Stephanoceras (Stephanoceras) boulderense* (Imlay) descritos por Sandoval y Westermann (1986, p.1234, figs.15.5, 15.6, 16.1-16.3) y por Westermann (1983, p.24, lám.4, figs.2 a-c) del Bajociano de la región de Mixtepec, Oaxaca, en la forma de la concha, el perfil

de las vueltas y en la forma de las costillas primarias y secundarias. Difiere de esta especie, sin embargo, por la relación numérica de las primarias con las secundarias. En el ejemplar descrito (RC89AT-1) la vuelta externa tiene 12 primarias y 60 secundarias; es decir, cinco secundarias por una primaria, en tanto que en *S. boulderense*, así como en *S. orbigny* (Buckmann) a la que también se asemeja, la relación de primarias a secundarias es de una, dos o tres, por lo que se optó por compararlo solamente con la especie mencionada.

#### DIMENSIONES (mm)

Ejemplar Núm.	D	U	H	W	U/D	H/D	W/D	P	S
RC89AT-1	49	20	16	21	0.41	0.33	0.43	12	60

Material y Ocurrencia.- El ejemplar descrito pertenece a una forma pequeña casi completa; hay numerosos fragmentos de moldes o impresiones en nódulos de hematita. Proviene de la parte basal de la Formación Taberna en la localidad Mixtepec 1.

#### *Stephanoceras (Stephanoceras) chilense* Hillebrandt, 1977

Lámina 1, figura 2.

*Stephanoceras humpriesianum* Steinmann, 1881, p.268, Lám. 12, fig. 7.

*Stephanoceras* sp. C, Imlay, 1973, p. 86, lám. 14, figs. 1-5.

*Stephanoceras chilense* Hillebrandt, 1977, p.45, lám. 2, figs. 1-3, lám.3, figs. 1-3, text. Figs. 4-7.

*Stephanoceras (Stephanoceras) chilense* Hillebrandt; Westermann y Riccardi, 1979, p.161-162, lám. 22, figs. 3-5, lám. 23, fig.1, lám. 25, fig. 1.

Descripción.- Concha de tamaño medio, evoluta, con ombligo amplio y somero, con declive umbilical algo convexo en la vuelta externa e interna. La sección de vuelta es subcircular a un poco deprimida de subelíptica a subcuadrática, sus flancos son redondeados, casi lisos y pueden ser aplanados.

Ornamentación.- Consiste de costillas primarias densas a moderadamente espaciadas y afiladas, que terminan a mitad o ligeramente arriba del flanco; las costillas secundarias son consistentemente afiladas y muy densas; cruzan la región ventral sin interrupción. En el punto de subdivisión normalmente se desarrollan finos tubérculos.

#### DIMENSIONES

Ejemplar Núm.	D	U	H	W	U/D	H/D	W/D	P	S
RC89AT-2	40	12	15	16	0.30	0.38	0.40	-	47

La sutura septal es similar a la típica de *Stephanoceras*, en donde  $U_2$  es mas pequeño que L y los elementos umbilicales son oblicuos y suspensivos.

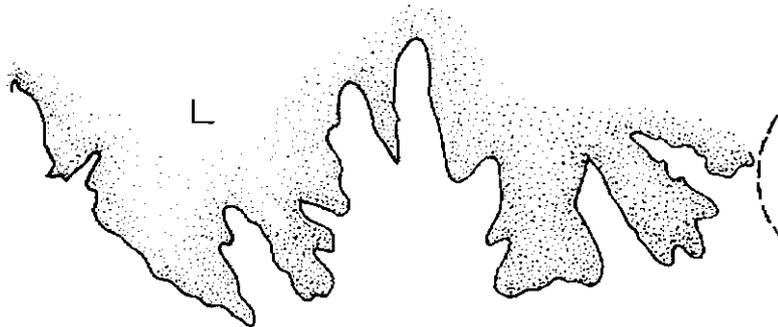


FIGURA 9.- LINEA DE SUTURA DE *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *chilense* (HILLEBRANDT). Clave Num. RC89AT-2 a D = 25 mm.

Discusión.- Se conoce un ejemplar de fragmocono de un ejemplar juvenil. Es muy semejante a las formas juveniles de *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *chilense* (Hillebrandt) descrito por Westermann y Riccardi (1979, p.161-162, láms. 22,23 y 25) del Bajociano de los Andes Argentino-Chilenos, en la forma de la concha, el perfil de la última vuelta y la forma de las costillas primarias y secundarias. El ejemplar que se describe (RC89AT-2) difiere de *Stephanoceras* (*S.*) *chilense* en que las costillas secundarias cruzan el vientre en forma recta, en tanto que en los ejemplares sudamericanos (*op cit.*, lám.22, fig.4b) las costillas secundarias cruzan el vientre convexamente.

Material y Ocurrencia.- Con el ejemplar descrito fueron colectados varios fragmentos de vuelta. Proviene de las localidades Mixtepec 1, 2, y 3. Se ubican en toda la extensión de la Formación Taberna.

Género *Duashnoceras* Westermann, 1983

*Duashnoceras floresi* (Burckhardt, 1927).

Lámina 1, figs. 3, 4, y 5; Lámina 2, fig.1.

*Stephanoceras floresi* Burckhardt, 1927, p. 25, Lám. 12, figs. 14-16, 18-20.

*Stephanoceras aff. brodiaei* J. Sowerby, Burckhardt, 1927, p. 25, Lám.12, figs. 11, 12.

*Zigzagiceras (Duashnoceras) floresi* (Burckhardt, 1927), Westermann, 1983, p.22,

Lám. 10, figs. 1-5; Lám. 11, figs. 1, 2.

*Duashnoceras floresi* (Burckhardt), Westermann, 1984 a, p. 194, Lám. 1, fig. 1 a, b.

*Duashnoceras floresi* (Burckhardt), Sandoval y Westermann, 1986, p. 1239, figs. 16.8, 16.9, 17- 19.

Descripción.- Concha de tamaño medio, moderadamente evoluta. Las vueltas abrazan aproximadamente la mitad de la vuelta anterior. El ombligo es amplio, moderadamente profundo, subcónico, con el hombro umbilical ligeramente convexo en las últimas vueltas. La región ventral es ancha y moderadamente convexa. La sección de las vueltas es trapezoidal a elíptica, con los flancos ligeramente convexos.

Ornamentación.- Está bien conservado en general, las costillas primarias se originan en la costura umbilical, atraviesan el hombro umbilical y terminan en un tubérculo en la parte media de los flancos, que es la parte mas alta de la vuelta. Las costillas son prominentes y agudas; presentan una clara curvatura que es cóncava hacia la abertura y terminan siempre en el lado anterior o adapertural del tubérculo; los tubérculos son espiniformes, de base redondeada y terminados en punta y no son independientes de las primarias, sino que están claramente unidos a ellas. Las costillas secundarias son prominentes, agudas y rectas, distribuidas uniformemente. De cada tubérculo se originan dos o tres costillas secundarias y hay una o dos intercaladas de cada lado, que en algunos casos también convergen al tubérculo, pero no forman haces bien definidos. Están separadas por espacios cóncavos, del mismo ancho de las costillas. La densidad tanto de las costillas primarias como secundarias, se modifica con el crecimiento. Son mas densas, mas delgadas y separadas por espacios mas angostos en las vueltas pequeñas; en las vueltas mas grandes están mas separadas, son menos densas y mas prominentes.

En los ejemplares de esta especie, el número de costillas primarias y secundarias en la mitad de la vuelta es el siguiente:

Ejemplar Num.	Primarias	Secundarias	Relación P/S
RC89AT-3	12	52	4.3
RC89AT-4	8	35	4.4
RC89AT-5	12	55	4.5
RC89AT-6	15	70	4.6

DIMENSIONES (mm)

	D	U	H	W	U/D	H/D	W/D
RC89AT-3	47	17	15	16	0.36	0.32	0.34
RC89AT-4	55	27	18	18	0.65	0.33	0.32
RC89AT-5	67	30	21	25	0.45	0.31	0.37
RC89AT-6	109	44	37	34	0.40	0.34	0.31

Material y Ocurrencia.- Los ejemplares RC89AT-3, RS89AT-4, RC89AT-5 y RC89AT-6, pertenecen a formas pequeñas completas o casi completas; hay numerosos fragmentos que pertenecen tanto a macroconchas como a microconchas, así como moldes internos o impresiones en nódulos de hematita. Proviene de la localidad Mixtepec 1 y 2, y en toda la extensión de la Formación Taberna.

*Duashnoceras undulatum* (Burckhardt, 1927)

Lámina 2, figs. 2, 3 a- b

*Stephanoceras undulatum* Burckhardt, 1927, p. 23, lám.12, figs. 1-4.

?*Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *undulatum* Burckhardt, 1927 (*nom.dub.*) Westermann, 1983, p. 25, lám. 4, figs. 1 a,b.

*Duashnoceras undulatum* (Burckhardt, 1927), Sandoval y Westermann,

1986, p. 1247, figs. 23.3-23.10, 24, 25.1- 25.3, 26.1-26.4.

Descripción.- Concha de tamaño medio, evoluta. Las vueltas externas abrazan la mitad de las vueltas anteriores; ombligo muy ancho, poco profundo, subcónico. Sección de las vueltas tan alta como ancha. oval elipsoidal a subcircular, con los flancos poco convexos; pared umbilical poco convexa con un declive muy suave.

Ornamentación.- Las costillas primarias son cortas, radiales y densas en las vueltas internas; casi rectas, con una curvatura cóncava adoral muy tenue en las vueltas externas; en la última vuelta son mas espaciadas, más anchas y poco más curvas. Terminan en un tubérculo en la parte media del flanco, que es la parte mas alta de la vuelta; los tubérculos son espiniformes, pequeños y agudos. Las costillas secundarias son prominentes y redondeadas, separadas por espacios lisos y cóncavos, de la misma anchura que las costillas.

Las costillas secundarias son en la última vuelta tan prominentes o mas que las primarias. Se originan de los tubérculos en número de dos o de tres; en las vueltas mas externas son frecuentes las secundarias en haces de dos, en ocasiones costillas simples intercaladas. Son prominentes, redondeadas y pasan ininterrumpidamente en la región ventral, donde presentan una muy ligera inclinación hacia la abertura.

El número de costillas primarias y secundarias en la mitad de la vuelta externa y la relación entre ellas es como sigue:

Ejemplar Núm.	Primarias	Secundarias	P/S
RC89AT-7	13	30	5.5
RC89AT-8	13	30	5.6

## DIMENSIONES (mm)

	D	U	H	W	U/D	H/D	W/D
RC89AT-7	49	23	17	17	0.47	0.35	0.35
RC89AT-8	57	26	18	18	0.42	0.32	0.32

Discusión.- *Duashnoceras floresi* (Burckhardt) y *D. undulatum* (Burckhardt) son dos especies de la Mixteca Oaxaqueña muy semejantes entre si. Se distinguen únicamente en la ornamentación, tanto respecto a la densidad de las costillas cuanto a la curvatura de las primarias. En *D. floresi* las primarias son más escasas y más espaciadas y con curvatura más pronunciada, en tanto que las secundarias son más numerosas, más densas y menos prominentes. En *D. undulatum* las primarias, casi rectas, son más numerosas, más densas y menos prominentes. En *D. undulatum* las primarias, casi rectas, son más numerosas, más cercanas y las secundarias menos numerosas, más espaciadas y más prominentes. Sin embargo, no es fácil separar claramente las dos especies por que hay formas de transición entre una forma y otra. Por no ser práctico el establecimiento de una tercera especie para estas formas de transición, se opta por incluirlas en una de las dos especies, de acuerdo con la mayor afinidad, con lo que se logra ampliar el rango de variabilidad de estas especies y evitar mayor confusión en la nomenclatura del grupo.

Material y Ocurrencia.- Adicionalmente al material descrito se colectaron fragmentos de vuelta, moldes internos o impresiones en nódulos de hematita. Proviene de la localidad Mixtepec 1 y 2. Esta especie se distribuye en toda la extensión de la Formación Taberna.

*Duashnoceras andinense* (Hillebrandt, 1977)

## Lámina 2, fig.4

*Stephanoceras andinense* Hillebrandt, 1977, p. 52, lám. 5, fig. 4; lám. 6, fig. 4; text. fig. 7d.  
*Stephanoceras* aff. "andinense" Hillebrandt, Westermann y Riccardi, 1979, p.163, lám. 24, fig. 3.

*Stephanoceras* (Subgen, ?) *andinense* Hillebrandt, Westermann, 1984 a, p. 195, lám. 7, figs. 7 a, b.

*Duashnoceras andinense* Hillebrandt, Sandoval y Westermann, 1986, p. 1251, figs. 16.4-7, 28.

Descripción.- Vuelta externa correspondiente a una concha de tamaño medio, evoluta, con ombligo amplio y somero, con declive umbilical pronunciado. La sección de vuelta varía de

subcuadrada a elíptica, deprimida ventralmente, con flancos convexos a casi planos y región ventral más o menos redondeada.

**Ornamentación.**- Las costillas primarias son densas en la vuelta externa, que es la única preservada; salen de la sutura umbilical, son gruesas, bien marcadas, comienzan rursirradiadas y terminan en tubérculos a la mitad de la altura de la vuelta. Las costillas secundarias surgen de los tubérculos de dos en dos igualmente bien marcadas pero menos prominentes que las primarias, pudiendo ocurrir costillas secundarias intercaladas; cruzan la región ventral sin interrupción. Los tubérculos tienden a desaparecer hacia la apertura.

#### DIMENSIONES (mm)

Ejemplar Núm.	D	U	H	W	U/D	H/D	W/D	P	S
RC89AT-9	34	11	12	14	0.32	0.35	0.41	11	29.

**Discusión.**- Sólo se colectó un ejemplar que es un fragmocono. Tiene mucha similitud con *Duashnoceras andinense* descrito por Sandoval y Westermann (1986, p.1251, figs. 16.4-7, 28) de la misma región que aquí se estudia, en la forma de la concha, sección de vuelta y costillamiento. Se diferencia un poco de esos ejemplares en la forma de las costillas primarias, que en el ejemplar descrito son casi rectas, en tanto que en *D. andinense* son levemente sinuosas.

**Material y Ocurrencia.**-El único espécimen colectado (RC89AT-9) pertenece a una forma juvenil. Proviene de la localidad Mixtepec 3 y se ubica en la parte inferior de la Formación Taberna.

Género *Phaulostephanus* Buckman, 1927.

*Phaulostephanus* cf. *burckhardti* Sandoval y Westermann, 1986.

Lámina 3, fig.1.

**Descripción.**- Un solo ejemplar incompleto, consistente en la última vuelta rota, con uno de los flancos y parte de las vueltas internas. Corresponde a una concha de tamaño medio, evoluta, con el ombligo amplio, profundo, serpenticono, plano, con la sección de las vueltas oval, mas ancha que alta, con los flancos convexos y la región ventral casi plana.

**Ornamentación.**- Costillas primarias prominentes, rectirradiadas, redondeadas, separadas con espacios del mismo ancho; se extienden desde la costura umbilical hasta la tercera parte del flanco, donde terminan en una várice poco aparente o cresta baja, sin que haya un tubérculo marcado, bifurcándose en dos secundarias prominentes, atravesando la región ventral sin interrupción. No hay costillas intercaladas. En las vueltas internas las costillas primarias son la mayor parte simples rectirradiales y unas cuantas se bifurcan a diferentes niveles.

La sutura septal es como sigue: L es mas o menos profunda,  $U_2$  es casi igual en profundidad a L y  $U_3$  es moderadamente retraída.

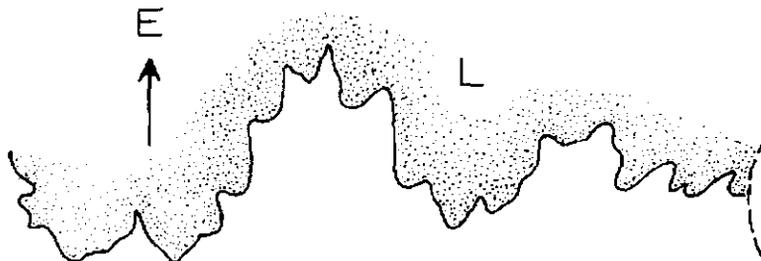


FIGURA 10.- LINEA DE SUTURA DE *Phaulostephanus* cf. *burckhardti*.  
Clave Num. RC89AT-10 a D = 37 mm.

#### DIMENSIONES

Ejemplar Núm.	D	U	H	W	U/D	H/D	W/D	P	S
RC89AT-10	45	22	9	15.3	0.48	0.28	0.34	14	28

Discusión.- La descripción esta basada en un solo ejemplar incompleto que es un fragmacono, que podría tener una pequeña porción de la cámara de habitación, con la última vuelta incompleta.

La posición taxonómica de *Phaulostephanus burckhardti* ha sido discutida ampliamente por los autores Sandoval y Westermann, (1986). Su estudio se basó en ejemplares de colecciones antiguas (Burckhardt, 1927, p.21, lám. 11, fig. 12; Westermann, 1983, p.28, lám. 4, fig. 3), así como en material de colecciones recientes (Westermann, 1984a, p.194, 197, lám. 1, fig.3) del Bajociano tardío de la región de Mixtepec, Oaxaca.

El ejemplar descrito puede corresponder a *P. burckhardti* Sandoval y Westermann (1986, p.1255, figs. 26.16, 26.17, 29, 30, 41) pero presenta algunas diferencias, que podrían corresponder a características variables intraespecíficas. La línea de sutura es diferente. Las costillas secundarias de la última vuelta son muy regulares, siempre resultando de bifurcación, sin costillas intercaladas. La bula se encuentran en el tercio umbilical y no en la parte media del flanco. Las primarias de las vueltas internas se bifurcan antes de la costura umbilical más escasamente que en *P. burckhardti*. Asimismo, la sección transversal es

diferente, pues en las vueltas internas es reniforme, mas ancha que alta, en tanto que en la última vuelta es oval alargada, más alta que ancha.

**Material y Ocurrencia.**- El espécimen descrito corresponde a un ejemplar casi completo que fue colectado en la localidad Mixtepec 2, en la parte media y superior de la Formación Taberna.

Género *Parastrenoceras* Ochoterena, 1963.

*Parastrenoceras mixtecum* Ochoterena, 1963.

Lámina 3, figs. 3 a - b.

*Cosmoceras (Strenoceras) aff. bifurcatum* Quenstedt sp. (non. Zieten). Burckhardt, 1927, p. 90, lám. 16, figs. 10, 11, 16.

*Parastrenoceras mixteca mixteca* Ochoterena, 1963, p.12, lám. 1, figs. 1 a, b, text. fig. 3.

*Parastrenoceras mixtecum* Ochoterena, Westermann, 1983, p.29, lám. 9, figs. 1 a, b;  
Sandoval y Westermann, 1986, p. 1262, figs. 32.8-11.

**Descripción.**- Un solo ejemplar consistente en un fragmento de vuelta externa, correspondiente a un ejemplar grande, muy evolutivo, de sección de vuelta subcuadrangular tan ancha como alta; tanto los flancos como la región ventral son poco convexos.

**Ornamentación.**-Las costillas primarias son rectiradiales, gruesas y prominentes, redondeadas, separadas por surcos cóncavos de la misma anchura. Terminan en tubérculos cortos, pequeños, redondeados, situados en el hombro ventro-lateral. No se presentan en pares sino sencillos. Las costillas secundarias son ventrales; sólo se observan en el lado dorsal del ejemplar, y corresponden a la región ventral de la vuelta anterior, que es ligeramente convexa. Estas costillas son cortas y rectas e interrumpidas en el centro por un surco liso.

#### DIMENSIONES (mm)

Ejemplar Núm	Longitud	Diámetro de la vuelta
RC89AT-11	65	30 X 32

**Discusión.**- Se cuenta con un solo ejemplar muy mal conservado, consistente en un fragmento de vuelta externa con diez costillas laterales y doce ventrales, con tubérculos muy pequeños, que son los restos de las grandes espinas que caracterizan a este género, según Ochoterena (1963, p.9). Se identifica con *Parastrenoceras mixtecum* Ochoterena (1963, p.12, lám. 1, figs.1 a, b) de la misma área y nivel estratigráfico, por la forma de la sección de la vuelta, que es subcuadrangular y por el espaciamiento de las costillas laterales, que son simples, en tanto que en *P. zapotecum* Ochoterena (1963, p.12, lám.2, figs. 1-5) la sección es oval, mas alta que ancha, con costillas laterales dobles que terminan en un tubérculo. Las especies *P. oaxacense* Ochoterena y *P. tlaxiacense* Ochoterena están basadas en ejemplares

muy pequeños que seguramente corresponden a formas juveniles de las primeras especies mencionadas.

Material y Ocurrencia.- Se colectó nada mas un fragmento de vuelta (RC89AT-11). Proviene de la localidad Mixtepec 2 de la parte superior de la Formación Taberna.

Superfamilia PERISPHINCTACEAE Steinmann, 1890.

Familia PERISPHINCTIDAE Steinmann, 1890.

Subfamilia LEPTOSPHINCTINAE Arkel, 1950.

Género *Stephanosphinctes* Sandoval y Westermann, 1986.

*Stephanosphinctes buitroni* Sandoval y Westermann, 1986

Lám. 3, fig. 2.

*Stephanosphinctes buitroni* Sandoval y Westermann, 1986, p.1267, figs. 37, 38, 39.1-5.

Descripción.- Concha de tamaño medio, muy evoluta, serpenticono de muchas vueltas que casi no se abrazan. Los flancos son planos, paralelos y la región ventral moderadamente convexa. La sección de las vueltas es elíptica, comprimida lateralmente.

Ornamentación.- Consiste de costillas primarias u umbilicales muy cortas, casi obsoletas, que se extienden de la línea umbilical a un tubérculo que está situado arriba del hombro umbilical; los tubérculos son redondeados, agudos y pequeños. En un espacio de 25 mm hay 9 tubérculos; de los tubérculos surgen las costillas secundarias, que son prominentes y redondeadas, radiales, inclinadas adaperturalmente; pasan por la región ventral sin interrupción, pero un poco menos salientes. De cada tubérculo parten una a dos costillas igualmente prominentes, una de las cuales se bifurca casi inmediatamente, de manera que a cada tubérculo corresponden tres secundarias. Existen constricciones notables muy escasas. Los interespacios son lisos, poco cóncavos, un poco mas anchos que las costillas; en la región ventral son aproximadamente del doble de las costillas.

Discusión.- Se cuenta con un solo ejemplar incompleto bien conservado, correspondiendo a un fragmocono con parte de la vuelta externa de un ejemplar de tamaño medio, con diámetro aproximado de 60 mm.

Sandoval y Westermann (1986) discuten detalladamente la posición taxonómica de esta especie que tiene gran similitud con *Leptosphinctes*. Sin embargo, se diferencia por que el género tiene costillas primarias más largas y carece de tubérculos en la concha adulta. También tiene mucho parecido con la subfamilia Stephanoceratinae, de la que se distingue en que las costillas primarias son más largas y sobre todo en la ausencia de constricciones.

Material y Ocurrencia.- Fue colectado un fragmento de vuelta bien preservado en hematita (RC89AT-12). Proviene de la localidad Mixtepec 1, de la parte media de la Formación Taberna.

Subfamilia GROSSOUVRIINAE Spath, 1930

Género *Choffatia* Siemirandzki, 1898.

*Choffatia inermis* (Burckhardt, 1927)

Lámina 4, figs. 1 a-b.

*Reineckeia inermis* Burckhardt, 1927, p.70, lám. 28, figs. 1, 2, 7.

Descripción.- Concha de tamaño medio, evoluta, discoidal, moderadamente aplanada; las vueltas abrazan aproximadamente la mitad de la vuelta anterior. El ombligo es amplio, moderadamente profundo; la parte umbilical es elevada, vertical, con hombros redondeados. La sección de las vueltas es subrectangular ovalada, con los flancos aplanados y la región ventral algo convexa.

Ornamentación.- Es muy regular. Consiste en costillas primarias prominentes, redondeadas a ligeramente agudas, que se extienden desde el borde umbilical hasta el centro de la región ventral, donde se interrumpen en una angosta banda lisa. Son casi rectas, ligeramente prorsirradiadas, con una ligera curvatura cóncava a la abertura desde el borde umbilical hasta el primer tercio del flanco. Carecen de tubérculos; están espaciadas regularmente, separadas por espacios lisos amplios, del doble del ancho de las costillas. En la vuelta externa las costillas primarias se dividen aproximadamente en la parte media de los flancos en dos o tres secundarias casi rectas, con una ligera inclinación adapertural, igual que las primarias, e igualmente se interrumpen en el centro en una angosta banda lisa.

En la última vuelta hay cuatro constricciones profundas, más anchas que los interespacios, limitadas adelante (adaperturalmente) por una costilla prominente simple y atrás por costillas secundarias bifurcadas.

DIMENSIONES (mm)

Ejemplar Núm.	D	U	H	W	U/D	H/D	W/D	P	S
RC89AT-13	99	38	33	32	0.38	0.33	0.32	14	36

Discusión.- De esta especie se tiene un solo ejemplar bien conservado que es un fragmocono completo, aparentemente sin cámara de habitación.

Material y Ocurrencia.- Un espécimen muy bien preservado (RC89AT-13) proviene de la localidad El Llano 1 y está ubicado en la parte media de la Formación Yucuñuti.

*Choffatia cf. suborion* (Burckhardt)

Lámina 4, figs. 2 a-b.

*Perisphinctes suborion* Burckhardt, 1927, p. 77, Lám. 31, figs. 2-4, 7.

Descripción.- Fragmento de fragmocono que comprende menos de la cuarta parte de la concha, que contiene vuelta externa y porciones de dos vueltas internas. Corresponde a una concha evoluta, con vueltas que abrazan una tercera parte de los flancos de la vuelta anterior, con ombligo amplio y poco profundo, de flancos aplanados y borde umbilical angular redondeado, de paredes suavemente inclinadas y bajas en las vueltas internas y alto convexo en la última vuelta. La sección de las vueltas es subcuadrangular, mas alta que ancha la última vuelta y tan ancha como alta la penúltima. Región ventral moderadamente convexa.

Ornamentación.- En las vueltas internas las costillas primarias son radiales, simples, prominentes, redondeadas, separadas por espacios ligeramente mas anchos que las costillas. En la última vuelta las costillas primarias son prominentes, como crestas angulares radiales, sin tubérculos, que se extienden desde el hombro umbilical hasta la mitad del flanco, donde se dividen en dos o tres secundarias, o bien, en dos mas una intercalada, habiendo tres secundarias por una primaria; están inclinadas ligeramente adaperturales. En el centro de la región ventral se interrumpen en una banda angosta lisa. El flanco lateral derecho presenta dos constricciones adaperturales, limitadas adelante por una costilla principal y atrás por dos costillas secundarias rectas.

La sutura septal se obtuvo casi completa, pero en partes, correspondientes al mismo diámetro. Consiste de un lóbulo externo (E) poco profundo e incisivo, lóbulo lateral (L) mas profundo que (E) y poco incisivo, primer lóbulo auxiliar (U<sub>2</sub>) igual de profundo a (L), pero angosto, y segundo lóbulo auxiliar (U<sub>3</sub>) retraído.



FIGURA 11.- LINEA DE SUTURA DE *Choffatia cf. suborion* (Burckhardt)

Clave Num. RC89AT-14

Material y Ocurrencia.- El fragmento que se describe proviene de la localidad El Llano 2 y se ubica en la parte media de la Formación Yucuñuti. Probablemente corresponde a *Choffatia suborion* (Burckhardt), (1927, p.77, lám.31, figs. 2-4, 7).

Subgénero *Choffatia* Siemiradzki, 1898

*Choffatia (Choffatia) praecursor* Mangold 1970

Lám. 5, figs. 1 a-b, 2 a-c.

*Choffatia (Choffatia) sp. b*, Westermann, 1958, p.84, lám. 42, fig.1.

*Siemiradzka (Siemiradzka) subfurcula* (Liss.), Westermann, 1958, p.81, lám. 40, fig.1 a.

*Choffatia (Choffatia) praecursor* Mangold, 1970, p.139, fig.96, 97, lám.2, fig.4.

Descripción.- Macroconcha, evoluta; la vuelta externa abraza un poco menos de la mitad de la vuelta anterior. El ombligo es amplio y profundo, con la parte umbilical alta y vertical y el hombro redondeado. La última vuelta se expande rápidamente. La sección de las vueltas es oval subcircular, ligeramente mas ancha que alta, con los flancos poco convexos y la región ventral algo mas convexa. En cambio, la sección de la última vuelta, mucho mas grande que la anterior, es casi ojival, de flancos planos, convergentes hacia el vientre, que es convexo y mucho mas estrecho que la base de la sección, que es la parte mas ancha debido a los hombros umbilicales.

Ornamentación.- Las vueltas internas presentan costillas primarias radiales, prominentes y elevadas, redondeadas, muy cercanas, (en número de quince en la mitad de la penúltima vuelta de un ejemplar de 190 mm de diámetro), separadas por espacios cóncavos, del mismo ancho de las costillas. En la última vuelta las costillas primarias son muy prominentes, en forma de crestas redondeadas sin tubérculos, extendidas desde la línea umbilical hasta el primer tercio de los flancos, donde se dividen en dos o tres costillas secundarias poco salientes, que son desvanecidas hacia la región ventral y se interrumpen en el centro en un espacio liso angosto. Las costillas primarias en la última vuelta son curvas, con un arqueamiento convexo hacia atrás de la abertura y menos numerosas y con espacios más amplios; las secundarias son rectas, ligeramente inclinadas adaperturalmente. La curvatura del hombro umbilical de las primarias se acentúa con la edad, siendo rectas al principio de la vuelta externa.

DIMENSIONES (mm)

Ejemplar Núm.	D	U	H	W	U/D	H/D	W/D	P	S
RC89AT-15	190	76	67	58	0.40	0.35	0.31	12	--
RC89AT-16	151	63	47	48	0.42	0.31	0.32	12	33

La sutura septal se obtuvo parcialmente; consiste en lóbulos estrechos, incisivos, simétricos y profundos, que son características sutúrales típicas del género *Choffatia*.

Discusión.- La descripción anterior está basada en dos ejemplares, que son fragmoconos, segmentados; por lo tanto, en esta colección, se desconoce la cámara de habitación. *Choffatia praecursor* es muy semejante a *C.(C.) vicenti* Mangold (1970); ambas especies se encuentran en el mismo nivel estratigráfico del Batoniano superior del Jurásico en Europa; difieren en que *C. praecursor* presenta una ornamentación más prominente de costillas primarias y porque éstas no son radiales, sino arqueadas hacia atrás en el hombro umbilical e inclinadas adaperturalmente en los flancos y en la región ventral. Son semejantes en el tamaño grande,

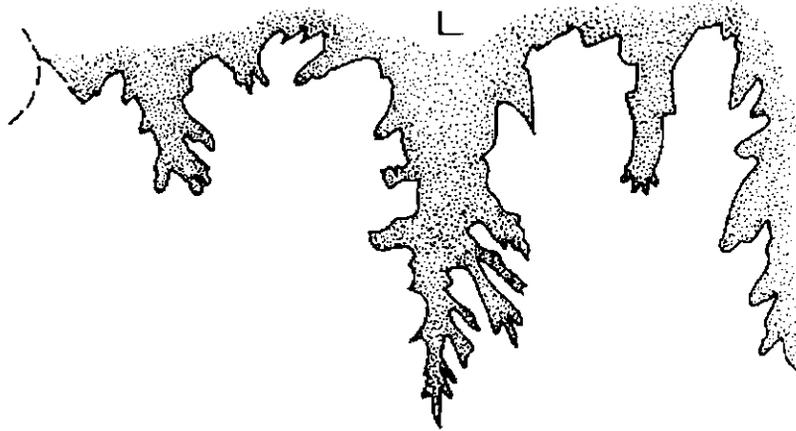


FIGURA 12.- LINEA DE SUTURA DE *Choffatia (C.) praecursor* (MANGOLD)  
Clave Num. RC89AT-15 a D = 176 mm.

en la forma de las vueltas y en la sección de las vueltas a *Choffatia praecursor*. También es semejante a *C. burckhardti* (Sandoval *et al.*, 1990, p. 129, lám. 11, fig. 1 a, b) del Bathoniano superior de la Formación Yucufuti de Cualac, Guerrero, en las dimensiones y en el perfil de las vueltas. Difieren ambas especies por que en *C. burckhardti* las costillas son radiales y las primarias más espaciadas y mucho menos numerosas en las vueltas umbilicales. *C. praecursor* también es comparable con *C. suborion* (Burckhardt, 1927, p. 77, lám. 31, figs. 2-4, 7; Sandoval *et al.*, 1990, p. 130, lám. 10, fig. 2, lám. 12 figs. 1 y 2) y con *C. jupiter* (Steinmann) (Riccardi *et al.*, 1989, lám. 5, fig. 1) ambas del Caloviano de la región de Mixtepec, Oaxaca, de Cualac, Guerrero y de los Andes argentino-chilenos, respectivamente, pero estas especies no son masivas, la vuelta externa no es muy expandida, siendo más de dos veces mayor que la vuelta anterior, con ornamentación radial y el perfil de las vueltas oval-circular.

Mangold (1970, p. 136) indica que el género *Choffatia* aparece en la base del Bathoniano superior y se extiende en todo el Caloviano medio.

Material y Ocurrencia.- Se colectó la mitad de un espécimen medianamente preservado (RC89AT-15) y otro (RC89AT-16) completo y muy bien preservado. Proviene de la localidad El Llano 2 y se ubican en la parte media de la Formación Yucuñuti.

Familia REINECKEIIDAE Hyatt, 1900

Subfamilia NEUQUENICERATINAE Cariou, 1984

Género *Neuquenicer* Stehn, 1924

Subgénero *Frickites* Jeannet, 1951

*Neuquenicer* (*Frickites*) cf. *bodenbenderi* (Tornquist)

Lám. 6, figs. 1 a-b, 2 a-b.

*Reineckea bodenbenderi* Tornquist, 1898, p. 51, Lám. 10, fig. 1.

*Neuquenicer* (*Frickites*) cf. *bodenbenderi* Westermann *et al.*, 1984, p. 108, Lam. 2, figs. 1 a - c.

*Neuquenicer* cf. *bodenbenderi* Riccardi *et al.*, 1989, figs. 1, 2.

*Neuquenicer* (*Frickites*) gr. *bodenbenderi* (Tornquist, 1898) & *antipodum* (Gottsche, 1878) Sandoval *et al.*, 1990, p. 136, Lám. 17, figs. 1 a, b, 3-4; Lám. 18, figs. 1 a, b, Text-fig. 9 e.

Descripción.- Macroconcha, masiva, evoluta, La vuelta externa abraza una tercera parte de la vuelta anterior. Ombligo muy amplio y poco profundo. La última vuelta se expande en una proporción mucho mayor que el resto de las vueltas, siendo mucho mas ancha y alta que la anterior. El perfil de la vuelta exterior es subcircular, con los flancos muy convexos y la región ventral redondeada. La pared umbilical de las vueltas internas es poco elevada, con hombros redondeados; en la última vuelta es elevada con hombros convexos.

Ornamentación.- En las vuelta internas la ornamentación es perisphinctidae, con costillas primarias radiales, prominentes y rectas, mas densas y más cercanas que en la penúltima vuelta. En la última vuelta las primarias están muy separadas, anchas, algunas obsoletas muy gastadas; en la mitad de los flancos terminan algunas de ellas en tubérculo prominente, cónico, terminado en punta; los tubérculos están separados por espacios amplios, con una o dos costillas primarias sin tubérculo. Las costillas secundarias son numerosas, regularmente distribuidas, separadas por espacios angostos. Por cada tubérculo corresponden seis secundarias, algunas de ellas intercaladas. Las primarias presenta una curvatura convexa hacia atrás de la abertura en el primer tercio de los flancos, hasta el tubérculo; las secundarias son

rectas, presentan una notable inclinación adapertural. Están interrumpidas en el centro de la región ventral por un espacio liso.

## DIMENSIONES (mm)

Ejemplar Núm.	D	U	H	W	U/D	H/D	W/D
RC89AT-17	155	69	50	50	0.45	0.32	0.32

La sutura septal se obtuvo parcialmentetc, corresponde a una variedad incisiva y profunda.

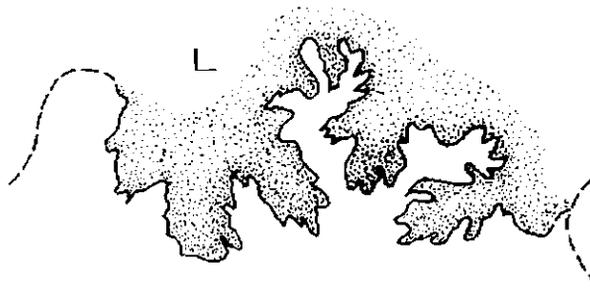


FIGURA 13.- LINEA DE SUTURA DE *Neuquenicerias (Frickites) cf. bodenbenderi* (TORNQUIST). Clave Num. RC89AT-17 a D = 130 mm.

Discusión.- Se cuenta con dos ejemplares mal conservados, uno casi completo (RC89AT-17) y otro que es un fragmento de vuelta externa (RC89AT-18), ambos fragmoconos. Por las características que conservan, son semejantes a los ejemplares considerados *Neuquenicerias cf. bodenbenderi* (Tornquist) por Riccardi *et al.* (1989) de Neuquen, Argentina. La presencia de formas semejantes a esta especie también ha sido señalada en el área de Cualac, Guerrero (Westermann *et al.*, 1984, p.108), donde recientemente se les consideró como *Neuquenicerias (Frickites)* del grupo *bodenbenderi* (Tornquist, 1989) y del grupo *antipodum* (Gottsche, 1878) por Sandoval *et al.* (1990, p. 136, lám. 17, figs. 1 a,b,3,4; lám. 18, figs. 1a,b).

Burckhardt (1927, p.98) reporta para el Consuelo, Oaxaca una asociación de amonitas que contiene abundantes *Reineckias* y entre otros especímenes a: *Perisphinctes suborion* y *Peltoceras neogaeum*. Estas y otras especies que él estudio se han colectado y reubicado genéricamente en éste y en los trabajos que se señalaron en el párrafo anterior. En sus

observaciones comenta que conforme a la distribución del género *Reineckia* en los horizontes Calovianos de Europa, se debe admitir que la rica fauna de *Reineckeias* del Consuelo indica con mucha probabilidad la existencia del Caloviano medio( "Zona de *Reineckia anceps*").

En esta investigación se confirma las observaciones de Burckhardt (1927), al haber colectado la especie *Reineckia anceps* de la base del Caloviano medio. Esta se encuentra asociada en una Zona de *Reineckia* - *Neuqueniceras*, que incluye a *Neuqueniceras (Friquites) cf. bodenbenderi*. De esta manera se esta ampliando el alcance hasta el Caloviano medio de algunas especies que hasta ahora habian sido consideradas del Caloviano inferior (Riccardi *et al.*, 1989; Sandoval *et al.* 1990).

Material y Ocurrencia.- El material descrito está mal preservado. Proviene de la localidad El Llano 2 y fue colectado en la porción inferior y en la parte media superior de la Formación Yucufñuti.

*Neuqueniceras cf. neogaeum* (Burckhardt, 1927)

Lámina 7, figs. 1 a, b.

*Peltoceras neogaeum* Burckhardt, 1927, p.84, Lám. 33, figs. 1-3.

*Neuqueniceras neogaeum*, 1984, p. 108, Lám. 1, figs. 5 a, b.

Descripción.- Macroconcha , evoluta y masiva, de flancos y región ventral poco convexos y casi aplanados. Hombro umbilical abrupto y convexo. La sección transversal es casi rectangular; si se toman en cuenta las costillas, la sección es trapezoidal, ensanchada en el hombro ventral.

Ornamentación.- Las costillas primarias de la penúltima vuelta son densas y finas, sin tubérculos, con un leve arqueamiento hacia atrás en la parte alta del flanco. En la última vuelta se presenta una ornamentación de costillas primarias fuertes, que nacen del hombro umbilical y pasan separadas sobre los flancos. Desde su inicio adquieren un fuerte espesor en forma de crestas alargadas que se desvanecen al llegar al borde ventral. A causa de hematización no se aprecia el costillamiento secundario.

DIMENSIONES (mm)

Ejemplar Núm.	Longitud	Diámetro de vuelta
RC89AT-19	53	46 X 36

La sutura septal se obtuvo a partir del lóbulo lateral (L), que es profundo, angosto y con una bifurcación larga, un poco arqueada; el primer lóbulo auxiliar ( $U_2$ ) es pequeño y casi recto; el segundo lóbulo auxiliar ( $U_3$ ) es casi igual de profundo que  $U_2$ , pero más angosto y retraído.

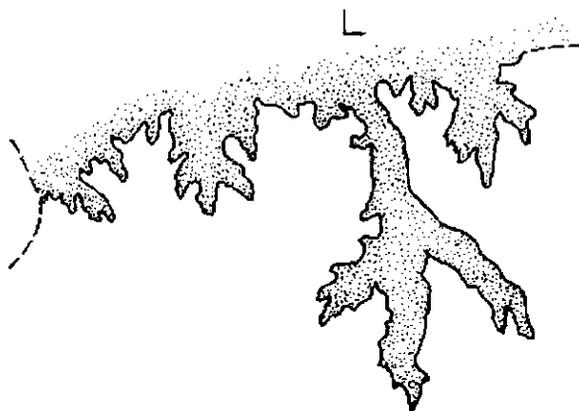


FIGURA 14.- LINEA DE SUTURA DE *Neuquenicerias* cf. *neogaeum* (Burckhardt)  
Clave Num. RC89AT-19

Discusión.- Los ejemplares considerados por Burckhardt (1927, p.84) como *Peltoceras*, posiblemente no pertenecen a este género, que se caracteriza por fuertes costillas que se bifurcan y trifurcan en el margen ventral, con la región ventral casi plana. Westermann *et al.* (1984, p.108) los considera como *Neuquenicerias neogaeum*, que se caracteriza por macroconchas con primarias en forma de cresta alargadas en todo el fragmocono que se interrumpen en el borde de la región ventral. Las costillas secundarias son ventrales, distribuidas en espacios angostos. El estado juvenil es perisphinctoide. El ejemplar presenta estas características a excepción de la ausencia de costillamiento secundario ventral (a causa de la preservación) por esta circunstancia solamente se le compara con la especie mencionada.

Material y Ocurrencia.- Un fragmento de dos vueltas (RC89AT-19) que proviene de la localidad El Llano 2 que se ubica en la parte media de la Formación Yucuñuti.

Subfamilia REINECKEINIINAE Hyatt, 1900

Género *Rehmannia* Schirardin 1956

*Rehmannia* cf. *grossouvrei* Petitclerc, 1915.

Lámina 7, figs. 2 a-b.

*Rehmannia (Rehmannia) grossouvrei* Cariou, 1980, p. 44, Lám. 2, figs. 1 a - b, 2, 3, Lám. 3, figs. 1 a, b, Text-figs. 10, 11, 14, 16-18 (con sinonimia completa).

*Rehmannia* cf. *grossouvrei* Sandoval *et al.*, 1990, p.138, Lám. 20, figs. 1 a, b, 2.

Descripción.- Concha evoluta con ombligo muy grande. La sección de las vueltas internas es oval a subcircular y el de la última vuelta es reniforme, mas ancho que alto; los flancos son convexos y la región ventral ligeramente convexa, algo deprimida.

Ornamentación.- La ornamentación de la última vuelta consiste de costillas primarias gruesas muy separadas, que terminan en la mitad de los flancos en tubérculos muy grandes y salientes, espiniformes, muy separados entre si. De cada tubérculo se originan tres costillas secundarias, prominentes, anchas y redondeadas, separadas por surcos mas angostos, que atraviesan la región ventral sin interrupción. Esta misma ornamentación se encuentra en la penúltima vuelta.

#### DIMENSIONES (mm)

Ejemplar Núm.	Longitud	Diámetro de vuelta
RC89AT-20	102	13 X 24

Discusión.- El ejemplar está muy mal conservado y distorsionado; consta de varios fragmentos que se pudieron pegar. Es comparable en varios aspectos de la concha y de la ornamentación, especialmente en la continuidad de las costillas en la región ventral, a *Rehmania* cf. *grossouvrei*, presente en localidades de Cualac, Guerrero (Sandoval, *et al.*, 1990).

Material y Ocurrencia.- Un fragmento de dos vueltas (RC89AT-20) pertenece a la localidad El Llano I y se ubica en la cima de la parte inferior de la Formación Yucuñuti.

Género *Reineckeia* Bayle, 1878

*Reineckeia (Reineckeia) anceps* (Reinecke)

Lámina 8, figs. 1 a-b.

Sinonimia completa en Cariou y Krishna, (1988. P. 160-162.) (no proporciona las referencias).

Descripción.- Concha de tamaño grande, evoluta; la vuelta externa abraza aproximadamente una tercera parte de la vuelta anterior. Ombligo amplio y profundo. La última vuelta mucho más alta y ancha que la anterior. La sección de las vueltas internas es subcircular a oval (diámetro de 55 mm). En un ejemplar grande (diámetro de 135 mm) la sección de la vuelta externa es reniforme, mucho más ancha que alta, con los flancos muy convexos y la región ventral poco curva, moderadamente aplanada.

Ornamentación.- En las vueltas umbilicales las costillas primarias son cortas, radiales, prominentes y agudas, algunas con un tubérculo pequeño en la parte media y algunas

bifurcadas muy cerca de la línea umbilical. En la vuelta externa las costillas primarias son curvas hacia atrás en el hombro umbilical y después son rectas y prorsirradiadas; se dividen en el primer tercio del flanco en dos, tres o cuatro secundarias, habiendo además costillas intercaladas. Las costillas secundarias se interrumpen en el centro de la región ventral en un espacio angosto liso. Una hilera de tubérculos grandes, agudos, muy distantes, se presenta en el primer tercio de los flancos de la última vuelta, sobre la división de algunas costillas primarias, quedando dos o tres costillas sin tubérculo. Hay constricciones profundas, inclinadas hacia adelante, muy separadas.

Ejemplar Núm.	DIMENSIONES (mm)								
	D	U	H	W	U/D	H/D	W/D	P	S
RC89AT-21	90	30	15	15	0.33	0.17	0.17	10	52
RC89AT-22	140	64	39	48	0.46	0.28	0.34	6	-

La sutura septal es profundamente incisiva y tiene un gran parecido a las formas europeas (Bourquin, 1968).



FIGURA 15.- LINEA DE SUTURA DE *Reineckeia (Reineckeia) anceps* (Reinecke)  
Clave Num. RC89AT-21 a D = 90 mm.

Discusión.- *Reineckeia (R.) anceps* es la primera ocasión que se registra en México, tiene una distribución geográfica muy amplia. Se encuentra en ambos márgenes del Tethys, está presente en Francia, España, Jura Suizo, Alemania, el norte de Africa y el oeste de la India. Por su abundancia y extensión geográfica fue escogida por Cariou (1984) como Índice de Zona para la base del Caloviano medio del Reino Tethysiano.

Material y Ocurrencia.- Dos especímenes, uno casi completo (deformado) y el otro corresponde a un poco más de un tercio de un individuo (RC89AT- 21 y 22). Proviene de la localidad El Llano 2 y se ubica en la parte media superior de la Formación Yucuñuti.

*Reineckeia tuberosa* Burckhardt, 1927.

Lámina 9, figs. 1 a-c.

- Reineckeia tuberosa* Burckhardt, 1927, p. 43, lám. 17, figs. 1, 2, 6.  
*R. latesellata* Burckhardt, 1927, p. 45, lám. 17, figs. 3-5; lám. 18, fig. 1.  
*R. coronoides* Burckhardt, 1927, p. 47, lám. 18, figs. 2, 4-6.  
*R. consolationis* Burckhardt, 1927, p. 48, lám. 18, figs. 3, 7, 8.  
*R. sp. ind. aff. consolationis*, Burckhardt, 1927, p. 49, lám. 19, figs. 1,2.  
*R. sp. ind. núm.1*, Burckhardt, 1927, p. 50, lám. 19, figs. 6-11; lám. 20, figs. 9,10.  
*R. stephanocerooides* Burckhardt, 1927, p. 55, lám. 22, figs. 5-8.  
*R. sparsinodosa* Burckhardt, 1927, p. 56, lám. 23, figs. 1-3, 6.  
*R. intercostata*, Burckhardt, 1927, p.58, lám. 23, figs. 5, 7-9.  
*R. wielandi* Burckhardt, 1927, p. 59, lám. 23, fig. 4; lám. 24, fig. 5.  
*R. evoluta* Burckhardt, 1927, p. 69, lám. 24, figs. 1-4.  
*R. aguilerae* Burckhardt, 1927, p. 61, lám. 25, figs. 1, 2.

Descripción.- Fragmento pequeño que comprende aproximadamente una quinta parte de una concha, con un pequeño fragmento de vuelta externa y de penúltima vuelta. Corresponde a una concha de tamaño medio muy evoluta, por que la vuelta externa solo abraza el vientre de la vuelta anterior. Ombligo amplio, poco profundo, con el declive del hombro umbilical muy tendido y poco convexo. La sección de la vuelta externa es reniforme, mas ancha que alta, con los flancos convexos salientes y la región ventral aplanada; la sección de la penúltima vuelta es oval-subcircular, tan alta como ancha, con los flancos poco salientes.

Ornamentación.- Las costillas primarias son muy desvanecidas, anchas y poco elevadas, terminan en un tubérculo prominente antes de la mitad de los flancos, aproximadamente en la tercera parte del flanco. Los tubérculos son prominentes, con base amplia redondeada y terminados en punta. Están separados por espacios muy amplios. En la penúltima vuelta el tubérculo está en la mitad de las primarias y en la última vuelta en el primer tercio del flanco. De cada tubérculo se originan cinco a seis costillas secundarias, cuyos extremos proximales claramente son convergentes hacia el tubérculo por lo que no son intercaladas; son redondeadas con una ligera inclinación adapertura hacia la región ventral, están distribuidas regularmente, con interespacios lisos, algo más amplios que las costillas.

La sutura septal es muy semejante a la ilustrada para esta especie por Burckhardt (1927). Es incisiva con el lóbulo externo (E) de la misma profundidad del lóbulo lateral (L) que es trianido y finamente denticulado; primer lóbulo auxiliar ( $U_2$ ) chico y segundo lóbulo ( $U_3$ ) auxiliar oblicuo o retraído e incisivo.

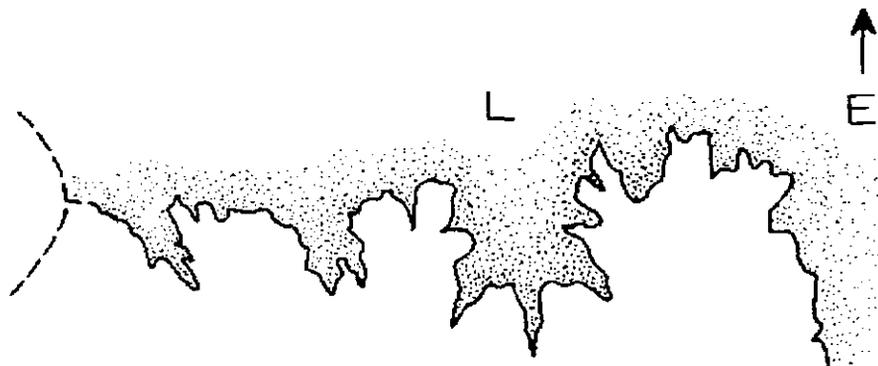


FIGURA 16.- LINEA DE SUTURA DE *Reineckeia tuberosa* Burckhardt. Clave Num, RC89AT-23.

Discusión.- Esta descripción está basada en un solo ejemplar incompleto, un fragmento de fragmocono que consta de una porción pequeña de vuelta externa y de penúltima vuelta, correspondiente aproximadamente a una quinta parte de una concha de 110 mm de diámetro. Presenta tres tubérculos en la vuelta externa y tres en la interna.

Respecto a la determinación específica del ejemplar, después de revisar la colección de Burckhardt (1927) en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología, se llegó a la conclusión que todos los nombres en la lista de la sinonimia, corresponden a una sola especie de *Reineckeia*. Esta colección comprende ejemplares muy bien conservados, muchos de ellos completos, con muy pequeñas diferencias que se se pueden considerar como variaciones intraespecíficas. Al nombre *Reineckeia tuberosa* le corresponde la prioridad de página. Otros autores que han estudiado esta fauna de amonitas de la región de El Consuelo, en Tezoatlán, Oaxaca, habían llegado a conclusiones semejantes. Westermann *et al.* (1984, p. 108) consideran que aproximadamente veinte nombres de “especies” de *Reineckeia* de Burckhardt (1927) probablemente pertenecen a una sola especie, para la que seleccionaron el nombre *R. latesellata*. En este trabajo el presente autor opina, que todas estas variaciones de una especie,

corresponden al grupo de *Reineckeia anceps* (Reinecke) que en Europa y en India aparece en el Caloviano medio (Zonas de Jason y Coronatum) (Cariou y Krishna, 1988).

Material y Ocurrencia.- Un fragmento de dos vueltas (RC89AT- 23), otro, de una vuelta y un fragmento chico, provienen de la localidad El Llano 1, y se ubican en toda la extensión de la Formación Yucuñuti.

Familia ASPIDOCERATIDAE Zittel, 1895

Subfamilia PELTOCERATINAE Spath, 1924

Género *Peltoceras* Waagen, 1871

? "*Peltoceras*" *cricotum* Burckhardt, 1927

Lámina 9, figs. 2 a-b.

*Peltoceras cricotum* Burckhardt, 1927, p.86, lám.32, fig.7; lám.34, fig.1-8.

Descripción.- Fragmento de una vuelta de sección transversal rectangular, con el mayor espesor a la mitad del flanco; los flancos y la región ventral son un poco aplanados.

Ornamentación.- Las costillas primarias son fuertes, distantes y rectas, la parte ventral en parte está destruida o cubierta por sedimento, pero al parecer las costillas primarias continúan en la región ventral, pero menos pronunciadas y desvaneciéndose antes de llegar al flanco opuesto.

Discusión.- El fragmento está mal conservado, por lo que no se puede asegurar la determinación genérica. Posiblemente no se trate de *Peltoceras* pero es exacto al ejemplar así determinado por Burckhardt (1927, p.86). Este autor presentó dos formas de *P. cricotum* que se diferencian por las características de la región ventral y la sutura. Como el ejemplar estudiado no conserva estos rasgos, no es posible definir a cual forma corresponde.

*Peltoceras* sp. se ha encontrado en la Zona Athleta (Subzona Trezeense), base del Caloviano superior. "*Peltoceras*" *cricotum* no se puede asegurar si corresponde a esta zonificación, teniendo en cuenta su dudosa posición genérica y que se colectó *ex-situ* en la parte media de la Formación Yucuñuti.

Material y Ocurrencia.- Un fragmento de vuelta (RC89AT-24) de la localidad el Llano 2. Se colectó *ex-situ* en la parte media de la Formación Yucuñuti.

## CONCLUSIONES PALEONTOLOGICAS

-En el capítulo referente a Paleontología se ha abordado el estudio de los amonitas pertenecientes a las Superfamilias Stephanocerataceae y Perisphinctaceae encontrados en el Bajociano y Caloviano de San Juan Mixtepec - Santa María Tindú, de la Región Mixteca de Oaxaca. El total de formas descritas se ha agrupado en cuatro familias: Stephanoceratidae, Perisphinctidae (Subfamilias Leptosphinctinae y Grossouvriinae), Reineckeidae (Subfamilias Neuqueniceratinae y Reineckeinae), y Aspidoceratidae (Subfamilia Peltoceratinae). La primera se incluye en la superfamilia Stephanocerataceae y las otras tres en Perisphinctaceae.

-En total se han tratado formas que pertenecen a diez géneros, cuatro subgéneros y diez y siete especies.

-Se describen nueve especies muy posiblemente propias de esta región.

-La familia Stephanoceratidae está representada por un número mayor de especies. Se describen siete especies, de las que dos pertenecen a *Stephanoceras*, tres a *Duashnoceras*, una a *Phaulostephanus* y una a *Parastrenoceras*, estos dos últimos géneros representados por un fragmento de vuelta .

-La familia Perisphinctidae constituyen un grupo representado por cuatro especies, una pertenece a *Stephanosphinctes* y tres a *Choffatia*.

-La familia Reineckeidae es la que representa mejor a los Perisphinctaceae, con tres géneros y dos subgéneros. Estos constituyen un total de cinco especies de las que dos corresponden a *Neuqueniceras*, una a *Rehmania* y dos a *Reineckeia*.

La familia Aspidoceratidae es representada por un fragmento de ejemplar dudosamente perteneciente a "*Peltoceras*".

## BIBLIOGRAFIA

- ARKELL, W.J., 1950. A classification of the Jurassic ammonites. *Journal of Palaeontology* 24, p. 354-364.
- BAYLE, E., 1878. Fossiles principaux des terrains. Explication de la Carte Geologique de la France, vol. 4, part 1 (Atlas). Paris, 158 pl.
- BOURQUIN, J., 1968. Les Reineckéidés. *Annales Scientifiques de L' Université de Besangon*, 3<sup>e</sup> Série - Geologie, fasc.4, texte, Atlas, Figures; 69 p.
- BUCKMAN, S. S., 1919-1930. Yorkshire, Type Ammonites. (W. Wesley and Son,) London, vols. 3-7, text. pl. 131-790.
- BURCKHARDT, C., 1927. Cefalopodos del Jurásico Medio de Oaxaca y Guerrero. UNAM Boletín Instituto Geológico de México, vol. 47, 108 p.
- CAMPA, M.F., and P.J. CONEY, 1983. Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions in México. *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 20, p. 1040-1051.
- CARIOU, E., 1980. L' étage callovien dans le Centre - Ouest de la France. Thesis Doc.Univ. Poitiers, 790 p.
- 1984. Les Reineckeidae (Ammonitina, Callovien) de la Téthys occidentale: dimorphisme et évolution. Etude a partir des gisements du Centre- Ouest de la France". Doc. Lab. Géol. Lyon, vol. 8, 599 p.
- ELMI, S., MANGOLD, C., THIERRY, J. Y TITANT, H., 1971. Zones de l' étage callovien en France (province subméditerranéenne). *Bull. Soc. Geol. Fr.*, Paris, vol. 13, p. 38-45.
- and J. KRISHNA, 1988. The Tethyan Reineckeinae of Kachchh and Jaisalmer (West India): sistematic, biostratigraphic and biogeographic implications. *Palaeontographica A*, vol. 203, p. 149-170p.
- CARRASCO, R.R.S., 1981. Geología Jurásica del área de Tlaxiaco, Mixteca Alta, Oaxaca. UNAM, Facultad de Ciencias, Tesis de Maestría, Inédito; 105 p.
- COMISION NORTEAMERICANA DE NOMENCLATURA ESTRATIGRAFICA, 1983. *Codigo Estratigráfico Norteamericano*. Inst. de Geología, Soc. Geol. Mex., Asoc. Mex. de Geol. Pet., México, D.F., 1984.
- CONTINI, D., ELMI, S., MOUTERDE, R. ET RIOULT, M., 1991. Bajocien. *International Subcommission on Jurassic Stratigraphy. 3 rd International Symposium on Jurassic Stratigraphy*, Poitiers, Francia.

- ERBEN, H.K., 1956. El Jurásico Medio y el Calloviano de México. 20 Congreso Geológico Internacional, Monografía, 140 p., México, D.F.
- FELIX, J., 1891. Versteinerungen aus der Mexikanischen Jura und Kreide Formation. *Palaeontographica*, vol. 37; p. 140-194.
- FLORES, T., 1909. Datos para la Geología del Estado de Oaxaca. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 5; p. 107-128.
- FLORES DE DIOS, G., L.A. y BUITRON, B. E., 1984. Una Nueva localidad del Paleozoico Superior de la Región de la Mixteca Oaxaqueña. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, t. 45, no. 1-2. p. 35-37.
- FOLK, R.L., 1968. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Austin, Hemphill's, 170 p.
- GOSE, W.A., R.C. BELCHER and SCOTT, G.R., 1982. Paleomagnetic results from Northeastern México: Evidence for large Mesozoic rotations. *Geology*, vol. 10, p. 50-54.
- GOTTSCHKE, C., 1878. *Über Jurassische Versteinerungen aus der Argentinischen Cordillere: Paläontographica, Supplement 3, Lief. 2, (3), 150 p.*
- GUZMAN, E. J., 1950. Geología del noreste de Guerrero. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, vol. 2, no. 2, p. 95-156.
- HALL, R.L. and G.E.G. WESTERMANN, 1980. Lower Bajocian (Jurassic) cephalopod faunas from Western Canadá and proposed assemblage zones for the Lower Bajocian of North America. *Paleontographica Americana*, vol. 9 (52), 93 p.
- HALLAM, A., 1977. Biogeographic evidence bearing on the creation of Atlantic seaways in the Jurassic (with comments by G.E.G. Westermann, and reply). *In Paleontology and Plate Tectonics* (R.W. West, Edit.). Spec. Publ. Biol. Geol. Milwaukee Publ. Mus., vol. 2, p. 23-39.
- 1978. Eustatic Cycles in the Jurassic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 23; 32 p.
- HILLEBRANDT, A., von., 1977. Ammoniten aus dem Bajocian (Jura) von Chile (Sudamérica). Neue Arten der Gattungen *Stephanoceras* und *Domeykoceras* n. gen. (Stephanoceratidae). *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Historische Geologie*, vol. 17; p. 35-69.
- HYATT, ALPHEUS, 1900. Cephalopoda, p. 502-592, figs. 1049-1235. *In* K.A. Zittel, textbook of *Palaeontology*. English translation by C. R. Eastman. Macmillan,

London & New York.

- IMLAY, R.W., 1973. Middle Jurassic (Bajocian) ammonites from eastern Oregon. United States Geological Survey, Professional Paper, 756; 100 p.
- 1982. Late Bajocian ammonites from southern Alaska. United States Geological Survey, Professional Paper, 1189; 19 p.
- JANSA, L.F., 1986. Paleooceanography and evolution of the North Atlantic Ocean during the Jurassic. In Vogt, P.R. and B.E. Tucholke (Eds.). The Geology of North America, vol. M., The western and North Atlantic region. Geol. Sci. Am., p. 603-616.
- JEANNET, ALPHONSE, 1951. Stratigraphie und Palaeontologie des oolithischen Eisenerzlageis von Herznach und seiner Umgeburg. Beitrage zur Geologie der Schweiz, Geotechnische serie 13 (5), 240p., 107 pl.
- MANGOLD, C., 1970. Les Perisphinctidae (Ammonitina) du Jura Meridional au Bathonien et au Callovien. Doc. des Lab. de Geologie de la Faculte des Sciences de Lyon, 41; 246 p.
- 1991. Bathonien. International Subcommission on Jurassic Stratigraphy. 3 rd International Symposium on Jurassic Stratigraphy, Poitiers, Francia.
- NEUMAYR, MELCHIOR, 1875. Die Ammoniten der Kreide und die Systematik der Ammonitiden. Zeitschr. deutsch. geol. Gesell; vol. 27, p. 854-892
- NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE, 1983. North American Stratigraphic Code. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, vol. 67, (5); p. 862-863.
- OCHOTERENA, H. F., 1960. Variación Intraespecífica en *Parathyridina mexicana* n.sp., terebratúlido del Oxfordiano de México. UNAM, Inst. Geol., Paleontología Mexicana no. 9; 40 p.
- 1963. Amonitas del Jurásico Medio y del Caloviano de México: I.- *Parastrenoceras* gen. nov. UNAM, Inst. Geol., Paleontología Mexicana no. 16; 26 p.
- 1966. Amonitas del Jurásico Medio de México: II. *Infrapatoceras* gen. nov.. UNAM, Inst. Geol., Paleontología Mexicana no. 23; 18 p.
- ORTEGA, G. F., 1978. Estratigrafía del Complejo Acatlán en la Mixteca Baja, Estados de Puebla y Oaxaca. UNAM, Instituto de Geología, Revista, 2; p. 112-131.

- PAVIA, G., 1983. Ammoniti e biostratigrafia del Bajociano inferiore di Digne (Francia S E, Alpes-Haute Provence). Museo Regionale di Scienze Naturali Torino; 254 p.
- PETITCLERC, P., 1915. Essai sur la faune de Callovien du département des Deux-Sevres. Louis Bon, Vesoul; 166 p.
- PINDELL, J.L., 1985. Alleghenian reconstruction and the subsequent evolution of the Gulf of México, Bahamas and Proto-Caribbean sea. *Tectonics*, vol. 4, p. 133-156.
- , S.C. CANDE, PITMAN III, D.B. ROWLEY, J.F. DEWEY, J. LABRECQUE y W.HAXBY, 1988. A plate-tectonic framework for models of Caribbean evolution. *Tectonophysics*, 155, p. 121-138.
- ROSS, M.I., AND C.R. SCOTESE, 1988. A hierarchical tectonic model of the Gulf of México and Caribbean region. *Tectonophysics*, p. 139-168.
- RICCARDI, A. C., WESTERMANN, G.E.G. and ELMI, S., 1989. The Middle Jurassic Bathonian-Calloviaian ammonite Zones of the Argentine-Chilean Andes. *Geobios*, 22, p. 553- 597.
- SALAS, G. P., 1949. Bosquejo Geológico de la Cuenca Sedimentaria de Oaxaca. *Asoc. Mex. Geol. Petrol. Bol.*, vol. 1; p. 79-156 p.
- SANDOVAL, G. J. AND WESTERMANN, G.E.G., 1986. The Bajocian (Jurassic) ammonite fauna of Oaxaca, México. *Journal of Paleontology*, vol. 60, p. 1220-1271.
- WESTERMANN, G.E.G. and MARSHALL, M.C., 1990. Ammonite fauna, stratigraphy and ecology of the Bathonian-Calloviaian (Jurassic) Tecocoyunca Group, South México. *Palaeontographica A*, 210; p. 93-149 p.
- SCHIRANDIN, J., 1956. Das Callovien der Bohrung HNI von Blodelsheim (Oberrhein). *Bull. Serv. Carte Géol. Als. Lor.* v. 9 (1) p. 39-84.
- SHERIDAN, R.E. and GRANDSTEIN, F. (Eds.), 1983. Initial reports of the Deep Seas Drilling Project. vol.76, 947 p. (U.S. Government printing office; Washington, D.C.)
- SIEMIRADZKI, J., 1898. Monographische Beschreibung der Ammonitengattung *Perisphinctes*. *Palaeontographica (Stuttgart)*, v. 45, p. 69-269
- SILVER, L.T. and ANDERSON, T.H., 1974. Possible left lateral Early to Middle Mesozoic disruption of the south western North American craton margin. *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, v. 6, p. 955.

- SPATH, I. E., 1924. The ammonites of the Blue Lias. Proc. Geol. Assc. vol. 35, p. 186-211, pl. 18.
- 1930. The Jurassic ammonite faunas of the neighbourhood of Mombasa. Monogr. Geol. Dept. Hunterian Mus. Univ. Glasgow, vol. 4, p. 13-170, pl. 1-8.
- STEHN, I. G., 1924. Beiträge zur Kenntnis des Bathonien und Callovien in Südamerika. Neues Jahrbuch Min. Geol. Beil., vol. 49, 52 p.
- SMITH, P.L., 1983. The Pliensbachian Ammonite *Dayiceras dayiceroides* and Early Jurassic Paleogeography. Canadian Journal of Earth Sciences, v. 20, p. 86-91.
- STEINMANN, G., 1881. Zur Kenntnis der Jura und Kreideformation von Caracoles (Bolivia). Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, vol. 1; p. 239-301.
- STURANI, C., 1971. Ammonites and Stratigraphy of the *Posidonia alpina* beds of the Venetian Alps (Middle Jurassic mainly Bajocian). Memorie degli Istituti de Geologie e Mineralogie dell' Università di Padova, vol. 27; p. 187.
- TAYLOR, D. G., J.L. CALLOMON, R. HALL, P.L. SMITH, W.H. TIPPER, AND G.E.G. WESTERMANN, 1984. Jurassic ammonite biogeography of western North America: The tectonic implications; p. 121-141. In G.E.G. Westermann (Eds), Jurassic-Cretaceous Biochronology and Paleogeography of North America. Geological Association of Canada, Special Paper 27, 315 p.
- THIERRY, J., CARIOU, E., CONTINI, D., MARCHAND, D. ET RIOULT, M., 1991. Callovien. International Subcommission on Jurassic Stratigraphy. 3 rd International Symposium on Jurassic Stratigraphy, Poitiers, Francia.
- TORNQUIST, A., 1898. Der Dogger am Espinazito-Pass. Palaeontologische Abhandlungen, N. F. , vol. 8, (2), p. 135-201.
- WAAGEN, W., 1869. Die Formenreiche des *Ammonites subradiatus*. Geogn. Palaeont. Beitrage v.2, (2) p. 181-256, pl. 16-20.
- 1871. Ueber die Ansatzstelle der Haftmuskeln beim Nautilus und der Ammoniten. Palaeontographica (Stuttgart) v. 17, p. 185-210, pl. 39, 40.
- WESTERMANN, G.E.G., 1958. "Ammoniten fauna und Stratigraphie des Bathonien N W Deutschlands". Beihefte Geologischen Jah 32, 103 p.
- 1975. *Alfeldites* nom. nov. for *Germanites* Westermann, 1954 non

- Schindewolf, 1929, Jurassic Ammonitina. *Journal of Paleontology*, v. 49, p. 229.
- 1980. Ammonite biochronology and biogeography of the Circum-Pacific Middle Jurassic; p. 459-499. Systematic Association Special Volume. *In* M.R. House and J. R. Senior (Eds.), *The Ammonoidea*, no. 18.
- 1983. The upper Bajocian and lower Bathonian (Jurassic) ammonite faunas of Oaxaca, Mexico and West-Tethyan affinities. *Inst. Geol., UNAM Paleontología Mexicana* no. 46; 42 p.
- 1984 a. The Late Bajocian *Duashnoceras* association (Jurassic Ammonitina) of Mixtepec in Oaxaca, México. III Congreso Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, México; p.192-199.
- 1984 b. Summary of symposium papers on the Jurassic-Cretaceous biochronology and paleogeography of North America; p. 307-315. *In* G.E.G. Westermann (Edit.), *Jurassic-Cretaceous Biochronology and Paleogeography of North America*. Geological Association of Canada, Special Paper 27, 315 p.
- CORONA, R AND CARRASCO, R., 1984. The andean Mid-Jurassic *Neuquenicerias* ammonite assemblage of Cualac, México. *In* G.E.G. Westermann (Edi.), *Jurassic-Cretaceous biochronology and plaeogeography of North America*; p. 99-112. Geological Association of Canada, Special Paper 27, 315 p.
- and RICCARDI, A., 1979. Middle Jurassic ammonoid fauna of the Argentine-Chilean Andes. Part II: Bajocian Stephanocerataceae. *Palaeontographica A*, 164; p. 85-188.
- ZITTEL, K.A., 1895. *Grundzüge der Palaeontologie*. Olddenbourg, Munich & Liepzig, 971 p., 2048 figs.

# LAMINAS

LAMINA 1

- Fig. 1      *Stephanoceras (Stephanoceras) cf. boulderense* Imlay  
RC89AT-1, Localidad Mixtepec 1, de la parte basal de la Formación Taberna.
- 1 a) Vista lateral (X 1)  
1 b) Vista por la abertura (X 1)
- Fig. 2      *Stephanoceras chilense* Hillebrandt  
RC89AT-2, Localidad Mixtepec 1, 2, y 3, toda la extensión de la Formación  
Taberna.
- Figs. 3, 4, 5. *Duashnoceras floresi* Burckhardt  
Localidad Mixtepec 1 y 2, en toda la extensión de la Formación Taberna.
- 3)      RC89AT-6, Vista lateral ( X 0.76).  
4)      RC89AT-3, Vista lateral ( X 1.40).  
5)      RC89AT-4, Vista lateral ( X 1.25).



1 a



1 b



2



3



4



5

LAMINA 2

- Fig. 1 *Duashnoceras floresi* Burckhardt  
RC89AT-5, Localidad Mixtepec 1 y 2, en toda la extensión de la Formación Taberna.  
Vista lateral (X 1).
- Figs. 2, 3. *Duashnoceras undulatum* Burckhardt  
Localidad Mixtepec 1 y 2, en toda la extensión de la Formación Taberna.  
2) RC89AT-7, Vista lateral (X 1.2).  
3 a) RC89AT-8, Vista lateral (X 1.5).  
3 b) Vista ventral (X 1.6).
- Fig. 4 *Duashnoceras andinense* Hillebrandt  
RC89AT-9, Localidad Mixtepec 3, en la parte inferior de la Formación Taberna.  
Vista lateral (X 2.3).



1



2



3 a



3 b



4

LAMINA 3

- Fig. 1 *Phaulostephanus cf. burckhardti* Sandoval y Westermann  
RC89AT-10, Localidad Mixtepec 2, de la porción media y superior de la  
Formación Taberna.  
Vista lateral (X 1.6).
- Fig. 2 *Stephanosphinctes buitroni* Sandoval y Westermann.  
RC89AT-12, Localidad Mixtepec 1, de la parte media de la Formación Taberna.  
Vista lateral (X 2.0).
- Fig. 3 *Parastrenoceras mixtecum* Ochoterena.  
RC89AT-11, Localidad Mixtepec 2, de la parte superior de la Formación  
Taberna.
- 3 a) Vista lateral (X 1)  
3 b) Vista dorsal (X 1).

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



1



2



3 a



3 b

LAMINA 4

Fig. 1 *Choffatia inermis* Burckhardt.

RC89AT-13, Localidad El Llano 1, de la parte media de la Formación Yucuñuti.

1 a) Vista lateral (X 0.75).

1 b) Vista por la abertura (X 1).

Figs.2 *Choffatia cf. suborion* Burckhardt

RC89AT-14, Localidad El Llano 2, de la parte media de la Formación Yucuñuti.

2 a) Vista latero-ventral que muestra detalle de la sutura (X 1).

2 b) Vista lateral (X 0.78).



1 a



1 b



2 a



2 b

LAMINA 5

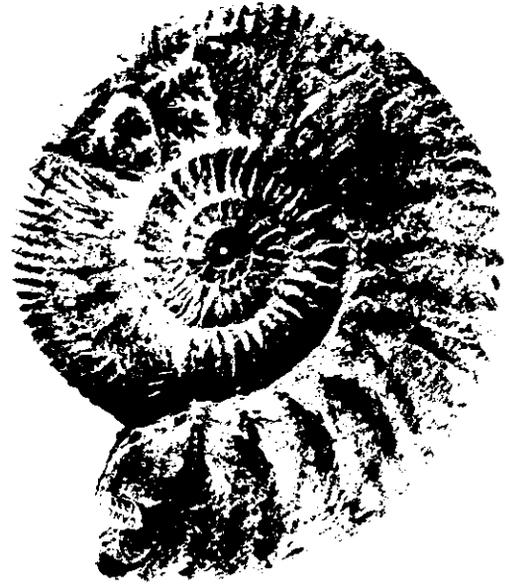
- Figs. 1, 2    *Choffatia (Choffatia) praecursor* Mangold  
Localidad El Llano 2, en la parte media de la Formación Yucuñuti.
- 1 a)    RC89AT-15, Vista lateral (X 0.5).
  - 1 b)    Vista en sección (X 0.5).
  - 2 a)    RC89AT-16, Vista lateral que muestra detalle de la sutura (X 0.5).
  - 2 b)    Vista lateral (X 0.5).
  - 2 c)    Vista por la abertura (X 0.5).



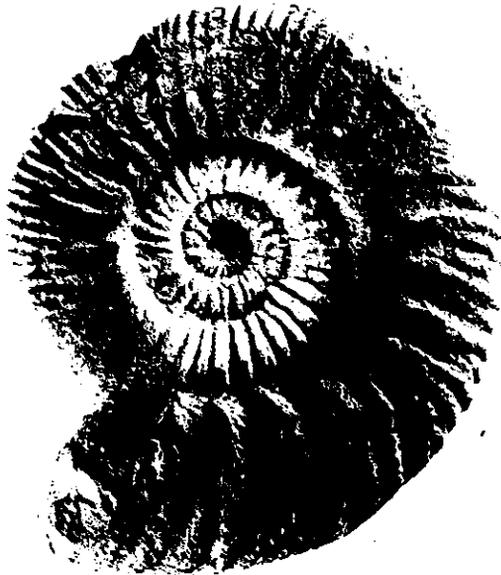
1 a



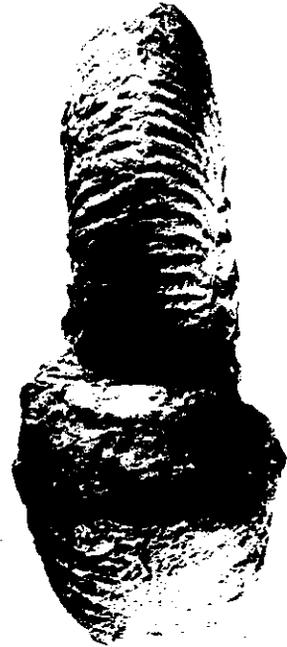
1 b



2 a



2 b



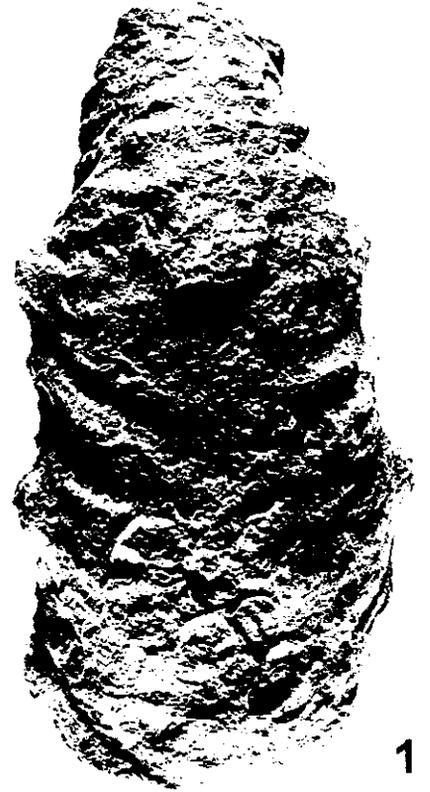
2 c

LAMINA 6

- Figs. 1, 2     *Neuqueniceras (Frickites) cf. bodenbenderi* Tornquist  
Localidad El Llano 2, en la parte inferior y media de la Formación  
Yucuñuti.
- 1 a) RC89AT-18, vista lateral (X 0.84).
  - 1 b) Vista ventral (X 1.0).
  - 2 a) RC89AT-17, vista lateral que muestra el detalle de la sutura (X 1.2).
  - 2 b) Vista lateral (X 0.5).



1 a



1 b



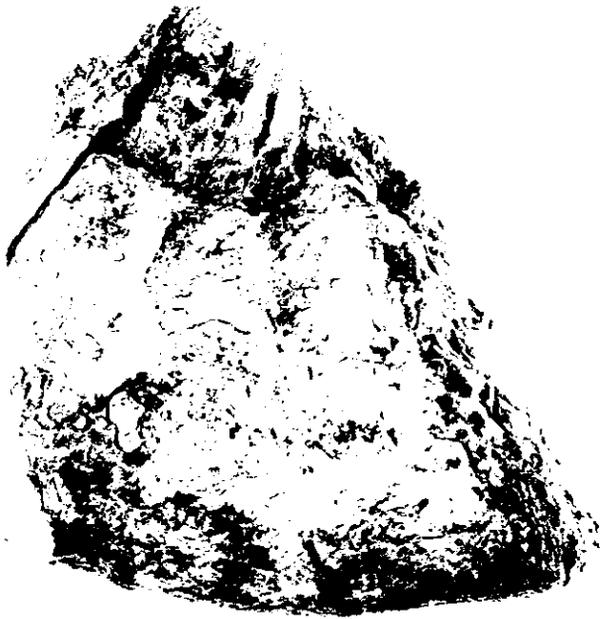
2 a



2 b

LAMINA 7

- Fig. 1 *Neuquenicerias* cf. *neogaeum* Burckhardt  
RC89AT-19, Localidad El Llano 2, en la parte media de la Formación  
Yucuñuti.
- 1 a) Vista lateral que muestra detalle de la sutura (X 1.0).
  - 1 b) Vista lateral (X 1.0).
- Fig. 2 *Rehmannia* cf. *grossouvrei* Petitzlerc  
RC89AT-20, Localidad El Llano 1, de la parte inferior de la Formación  
Yucuñuti.
- 2 a) Vista lateral (X 1.0).
  - 2 b) Vista en sección (X 1.0).



1 a



1 b



2 a



2 b

LAMINA 8

- Fig. 1 *Reineckeia (Reineckeia) anceps* Reinecke  
Localidad El Llano 2, en la parte media superior de la Formación  
Yucuñuti.
- 1 a) RC89AT-22, vista lateral (X 1.0) , muestra detalle de la sutura.
  - 1 b) Vista lateral (X 1.0).
  - 1 c) RC89AT-21, vista latero-ventral (X 0.6), muestra detalle de la sutura.
  - 1 d) Vista lateral (X 0.6).



1 a



1 b



1 c



1 d

LAMINA 9

Fig. 1 *Reineckeia tuberosa* Burckhardt  
RC89AT-23, Localidad El Llano 1, en toda la extensión de la Formación  
Yucuñuti.

1 a) Vista lateral (X 1.2).

1 b) Vista latero-ventral (X 1.2), muestra detalle de la sutura.

1 c) Vista lateral (X 1.4)

Fig.2 "*Peltoceras*" *cricotum* Burckhardt  
RC89AT-24, Localidad El Llano 2, en la parte media de la Formación  
Yucuñuti.

2 a) Vista ventral (X 1.0).

2 b) Vista lateral (X 1.0).



1 a



1 b



1 c



2 a



2 b