

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.

CARRERA DE BIOLOGIA.

TESIS.

**“BENNETTITALES DEL JURÁSICO INFERIOR Y MEDIO DE
LAS FORMACIONES TECOMAZÚCHIL Y ZORRILLO-
TABERNA”.**

AREA BIOLOGIA COMPARADA.

ESCALERA RAMÍREZ JAIME KAREEM.

DRA. MA. PATRICIA VELASCO DE LEÓN.



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.

INDICE:

Agradecimientos:	Pág. 3
Introducción:.....	Pág. 4
Antecedentes:.....	Pág. 9
Justificación:.....	Pág. 9
Área de estudio:.....	Pág. 9
Formaciones:.....	Pág. 10
Objetivos:.....	Pág. 15
Método:.....	Pág. 15
Resultados:.....	Pág. 16
Análisis de resultados:.....	Pág. 22
Conclusiones:.....	Pág. 27
Literatura citada:.....	Pág. 28
Anexo 1:.....	Pág. 30
Anexo 2:.....	Pág. 34

AGRADECIMIENTOS:

Aunque el humano es un ser pensante, muchas veces se equivoca, pero es tanta su capacidad de razonamiento, que siempre va a enmendar las cosas para que sea una mejor persona cada día.

Gracias Dios, Blanca y Andrés, por darme la fuerza necesaria y poder concluir este proceso tan importante.

Gracias a mis padre, ya que no tengo las palabras precisas para agradecerles todo lo que hicieron por mí, solo puedo decirles GRACIAS; por todo su apoyo ya que sin ustedes nunca habría podido salir adelante y ser un orgullo para ustedes, gracias porque me dieron mis más grandes legados, la educación y los valores, los cuales están provocando que aprenda de mis errores provocando que sea una mejor persona día a día. Gracias espero nunca defraudarlos.

A mis hermanas (Jatzin y Sairi), que soportaron todo lo peor y juntos hemos aprendido que los sueños se cumplen, y gracias por estar ahí cuando las necesite.

Alexita que llego en el mejor momento y espero que el día que leas este trabajo sientas esta misma emoción con la que se fue creando.

Gracias Anita por nunca dejarme caer y siempre estar ahí cuando lo necesite.

Gracias a toda mi familia (abuelitos, tíos, primos, amigos), que sin su apoyo, ya que sin él no habría pasado nada.

Gracias a la UNAM por ser mi alma mater, a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por entregarme las armas necesarias para ser una persona de bien y a todos sus magníficos profesores.

Gracias infinitas a la DRA. MA. Patricia Velasco de León, por soportarme tanto tiempo, sus enseñanzas, sus consejos y lo más importante su amistad.

Gracias a la maestra Erika, al maestro Rigoberto, Diana, Pedro, Carolina, Dulce, Oscar, y Ricardo, por tantas experiencias juntos.

Gracias a mis amigos: Claudia , Bladimir, Ivan, Moisés, Tania, Eduardo, Abigail, Guillermo, Luis, Nancy, Paty, Reyna, Irán, por lo grato que hicieron mi estancia en la facultad, por su amistad, su apoyo incondicional, por que estuvieron ahí cuando más los necesite y por sobre todo las buenas fiestas.

Gracias a toda la gente que me brindo su apoyo, un consejo, o un regaño ya que sin ellos este paso no se hubiera logrado.

Gracias sabes que eres muy especial para mí nunca dejare de agradecer el haberte encontrado y que me hallas ayudado para levantarme cuando más lo necesite, no sabes cuanto agradezco que llegaras en ese momento gracias.

INTRODUCCIÓN:

El estudio de las plantas fósiles no solo nos determina la posible flora que vivió en tiempos remotos y sus cualidades, si no que además nos da a conocer ciertos aspectos del entorno que las rodeaba, es por esto que las plantas son los indicadores más precisos de medio ambiente pasado y actual.

En nuestro país las floras fósiles continentales de edad Jurásica, son las más representativas para el estado de Oaxaca, ya que son las mejor preservadas y con mayor variedad y abundancia (Adame, 2007).

El nombre de Jurásico se debe a las montañas Jura, la cordillera que divide Francia y Suiza. La cual se formó durante este período. Caracterizándose por la hegemonía de los grandes dinosaurios y por la escisión de Pangea en los continentes Laurasia y Gondwana. De este último, se escindió Australia (en el Jurásico Superior y principios del Cretácico), del mismo modo que Laurasia se dividió en Norteamérica y Eurasia, dando origen a nuevas especies de mamíferos, su duración fue de 56 millones de años aproximadamente (Silva, 1978).

Durante el periodo Jurásico se piensa que la condiciones climáticas pudieron parecerse a las del clima tropical a subtropical, esto se fundamenta, en que las asociaciones de Cycadas y helechos actuales viven en estos tipos de clima, se considera que sus requerimientos no han cambiado, y debido a que los restos fósiles de estas plantas se encuentran en diferentes partes del mundo. Son componentes principales de las floras Jurásicas de India, Italia y México.

Se propone que el clima Jurásico era uniforme (Silva, 1978). Bernard (en Silva 1978), lo situaban entre los paralelos 60° latitud norte y 60° latitud sur (figura 1).



Figura 1: Acomodo teórico de los continentes durante el Jurásico hace 199 millones de años. http://www.upv.es/dit/Itinerarios/General_Jurasico.htm 2008.

Willis y McElwin (2002), proponen que para el Jurásico Medio, Norteamérica tenía un clima tropical con lluvias en verano, y denotan cinco posibles biomas para este Periodo (figura 2).

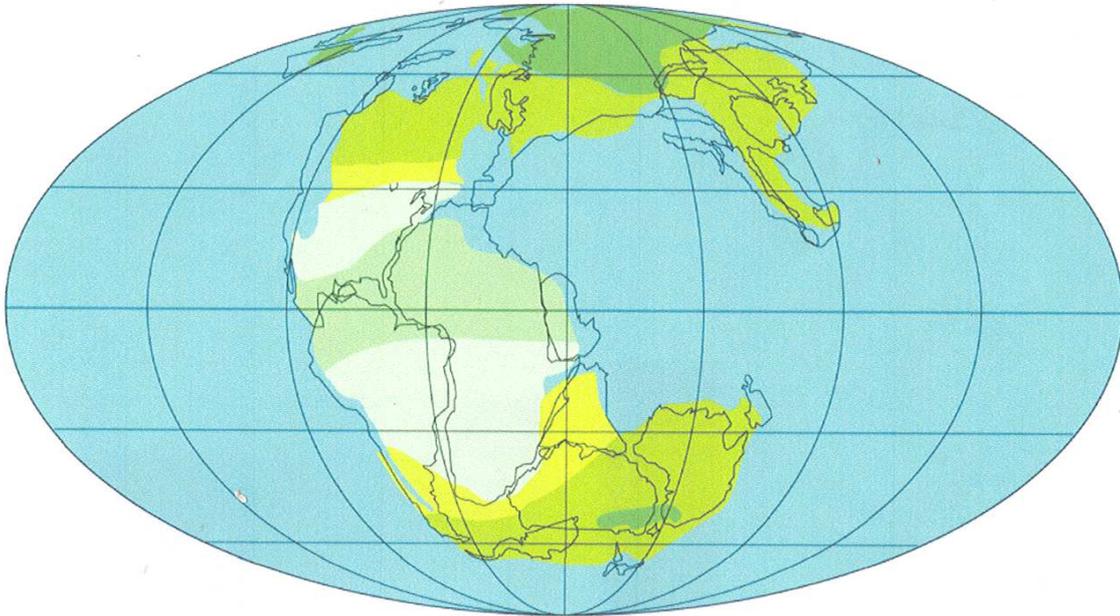


Figura 2., Se representan cinco biomas del Jurásico.  Clima tropical con lluvias en verano,  clima subtropical desértico,  clima caluroso,  clima frío húmedo,  clima frío. Para México se presentan dos tipos de biomas, el tropical con lluvias en verano, y el subtropical desértico. Tomado de Willis y McElwin (2002)

FLORAS JURÁSICAS:

Las floras del Jurásico están constituidas fundamentalmente por gimnospermas entre las que destacan las Cicadofitas, y las Coniferofitas. Durante este período, alcanzaron su máximo desarrollo. La abundancia de estos dos grupos es notable. La gran variedad de Cicadofitas ha ocasionado que al Mesozoico se le conozca como “Edad de las Cycadas” (Silva, 1978). La palabra Cycada se deriva de la palabra griega *koikas* un nombre usado para la palma de Doum o árbol de jengibre (Norstog y Nicholls, 1997).

“El orden *Cycadales* se presenta desde el Triásico (Archangelsky, 1970), otros autores indican que tuvo su origen en el Pérmico, con posibles ancestros en el Carbonífero Superior (Stewart, 1983), fue muy abundante en el Jurásico, empezó a declinar en el Cretácico y actualmente es un grupo muy escaso que cuenta con 185 especies en once géneros distribuidos en los dos hemisferios”. (Archangelsky, 1970; Stewart, 1983 tomado de Norstog y Nicholls, 1997).

Las Cicadófitas o Cycadeoidales, constituyen el componente principal de las floras jurásicas en el mundo, entre ellas la flora de Yorkshire en Inglaterra, de Rajmahal Hills en India, los Alpes Venecianos en Italia y la región sur de México. También se les ha

citado en rocas mesozoicas de Australia, África del sur, América del norte, Alaska, Groenlandia y Antártica (Wesley en Silva 1978. Jones, 1993)

TAXONOMIA:

Propuesta por Harris (1969).

División: *Cycadophyta*

Clase: *Cycadopsida*.

Orden: *Cycadales*.

Orden: *Cycadeoidales*.

Familias: *Williamsoniaceae* y *Cycadeoidaceae* (*Bennettitaceae*).

Las primeras Bennettitales fueron consideradas en el mismo orden de las Cycadas debido a que su morfología era parecida. Estudios basados en reconstrucciones de sus estructuras, permitió proponer el orden de Bennettitales. La diferencia más representativa entre los órdenes es el tipo de estoma. (Crane en Beck, 1988).

Dentro de las Bennettitales (Arnold, 1974; Taylor, 1981; y Stewart, 1983) reconocen dos géneros, la *Cycadeoidaceae* y la *Williamsoniaceae*, mientras que (Sporne, 1971), reconoce a una tercera familia la *Wielandiellaceae*. Análisis filogenéticos (tomado de Crane en Beck, 1988), incluye a esta última familia o taxa.

Williamsonia: este término solo se emplea para los conos femeninos, las plantas portadoras de estas estructuras tiene un tronco columnar. Esta planta se asemejó a un árbol pequeño con las hojas diamante de la corteza. A primera vista parecieran flores estrella, las cuales no son más que las brácteas de los conos, creció en bosques tropicales con una altura típica de 3.05 metros.

Williamsoniella, un género relacionado, se emplea para conos que presentan ambos sexos, fue una herbácea; las hojas fósiles pertenecen a *Nilssoniopteris*.

Los géneros de *Cycadeoidales* más comunes y ampliamente distribuidas en la parte inicial y media del Jurásico: *Otozamites*, *Ptilophyllum*, *Pterophyllum*, *Anomozamites*, *Nilssoniopteris*, *Zamites*, *Dictiozamites*, además de los conos *Williamsonia*, y *Weltrichia*, que alcanzaron su más alto florecimiento durante todo el Jurásico y sobrevivieron hasta el Cretácico. Los géneros *Williamsonia* y *Weltrichia* son más frecuentes en el Hemisferio Norte que en el sur, y son abundantes en la primera mitad del Jurásico.

LAS PLANTAS COMO INDICADORAS DE CONDICIONES CLIMATICAS.

La distribución de la vegetación en el ámbito mundial es heterogénea, las asociaciones de plantas difieren de un lugar a otro y las causas de estas diferencias son la diversidad en la constitución orgánica de las especies y la de los medios geográficos, los cuales están ligadas entre sí. La primera de ellas es consecuencia de la evolución de las especies como respuesta a las fluctuaciones del clima a través del tiempo, son conocidas como adaptaciones (Spicer, 1991). Se ha demostrado que los caracteres foliares tales como tamaño, forma y tipo de margen representan estrategias evolutivas,

por lo tanto al cambiar los parámetros climáticos del medio geográfico, estos caracteres cambian, por ello las plantas sirven como indicadoras de las características del medio en el que viven (Spicer, 1991; Wing y Sues, 1992). Lo anterior ha sido probado para angiospermas, en este trabajo se trata de relacionar el clima con la morfología de las gimnospermas.

Las condiciones del ambiente más importantes para las plantas son el clima y el suelo. El clima se define como el estado más frecuente de la atmósfera en un lugar determinado, y comprende los extremos y las variaciones (García, 1986). Entre los elementos importantes del clima se encuentran la temperatura, la precipitación, la humedad y el viento; los dos primeros son los más decisivos para las plantas, ya que hacen cambiar los tipos de vegetación (García, 1986).

El suelo se define como la capa de la superficie terrestre capaz de soportar el crecimiento vegetal, resultado del equilibrio dinámico entre el material geológico con el clima y los organismos. Igualmente importante para las plantas es la humedad del suelo, la cual depende de la constitución del mismo, de la temperatura y de la lluvia (García, 1986).

Las hojas son los medios directos entre la interacción de la planta con la atmósfera, y su morfología se armoniza a menudo y refleja las condiciones ambientales. Aunque esto es bien entendido para las angiospermas, las gimnospermas también exhiben un modelo fitogeográfico unido más fuertemente a la proporción evaporación/precipitación, relación reflejada a menudo en la morfología foliar (Rees et. Al, 2002).

LAS ROCAS COMO INDICADORES DE CONDICIONES CLIMATICAS.

La descripción de cualquier roca sedimentaria detalla su textura, estructura y composición. La textura se refiere a las características de las partículas sedimentarias y a las relaciones que guardan los granos que componen la roca entre sí, la forma en la cual se deposita, y la fuerza con la que las partículas son arrastradas hasta su depósito final. (Krumbein y Sloss, 1963).

Algunos rasgos de depósito pueden ser tan grandes que pueden ser observables a simple vista, tales como la estratificación, los surcos en arena o marcas de oleaje y concreciones con estructuras sedimentarias. Esto podría indicarnos cuánto tiempo pudo tardarse el depósito, si era constante, si se presentaba por episodios, y que tan largos eran estos episodios. (Krumbein y Sloss, 1963).

La forma del grano en una roca sedimentaria es importante ya que muestra la relación con las condiciones dinámicas del transporte y su depósito (Krumbein y Sloss, 1963).

La composición de las rocas da información para realizar hipótesis sobre climas pasados, ya que las relaciones de clima pueden quedar representadas, por ejemplo:

Las evaporitas; son rocas que se forman en condiciones de temperatura extrema, en cuerpos de agua cerrados lo que provoca evaporación constante o por periodos de tiempo largos.

El carbón: es una roca que se forma en climas de mayor humedad con episodios de acumulación de materia orgánica constantes (Krumbein y Sloss, 1963).

Las estructuras primarias tales como grietas de desecación, gotas de lluvia, etc. Nos pueden indicar condiciones existentes durante el depósito de los sedimentos. (Krumbein y Sloss, 1963).

La lutita o pelita es una roca sedimentaria detrítica, es decir, formada por detritos, y está integrada por partículas del tamaño de la arcilla y del limo de un tamaño menor de 0,06 m. En las lutitas negras el color se debe a la presencia de materia orgánica (carbón), si la cantidad de ésta es muy elevada, se habla de "lutitas bituminosas". Es conocida por ser la roca madre o almacén por excelencia, dadas sus condiciones de porosidad y permeabilidad ya que esta formada por arcillas (Krumbein y Sloss, 1963).

SISTEMATICA.

Al trabajar con especies, se puede realizar estudios de similitud por diferentes métodos numéricos los cuales nos pueden proporcionar una fuente confiable para la evaluación de los caracteres que ayudan en la identificación de especies y su parentesco con otras. Una escuela muy representativa para este tipo de estudio es la escuela de clasificación Fenética. (De la Sota, 1967).

El fenetícismo es la escuela de clasificación sistemática que se fundamenta o recae sus estudios por medio de caracteres para a si determinar las similitudes que comparten los grupos a trabajar, o bien las relaciones taxonómicas, que son las relaciones entre dos organismos o entre dos taxa, ya sean cualitativas o cuantitativas.

Estas relaciones pueden ser:

Fenéticas o de similitud: que se basan en la similitud entre los organismos, en sus propiedades observadas.

De parentesco: son aquellas que indican el grado de por el cual dos o mas organismos están relacionados a un antecesor común

Cronísticas: indican el grado de acercamiento en el tiempo de dos o más organismos.

Espaciales o geográficas: denotan el grado de situación espacial relativa entre dos o más organismos.

Estas relaciones tienden a ser numéricas, para que la evaluación sea la más indicada.

Para su estudio estas relaciones se agrupan en matrices de datos las cuales pueden ser de doble estado (presencia, ausencia del carácter) o multi estado (presencia, ausencia, o perdida del carácter empleado para el estudio), esto va a depender del tipo de estudio que se realice.

Para la escuela fenetista la representación grafica de la similitud se da en un fenograma, que es la representación gráfica de una semimatriz de índices de distancia en los

procedimientos feneticistas. En el fenograma, los taxa se agrupan en función de su similitud global.

Los coeficientes de similitud nos permiten evaluar la similitud de las OTUS empleadas, tal es el caso del coeficiente de similitud de Jaccard, el cual se utilizará en este estudio.

Este índice es definido como la distancia o medida de la intersección dividida por la distancia o medida de la unión de las OTUS. La distancia de Jaccard relaciona por presencias compartidas entre los sistemas de la muestra, es obtenida dividiendo la diferencia de los tamaños de la unión y de la intersección de dos sistemas por el tamaño de la unión. (De la Sota, 1967).

El programa NTSYSpc versión 2.11 (Rohlf, 2000), es un paquete el cual genera estudios numéricos a partir de matrices ya sea doble estado o multiestado, que agiliza el trabajo para generar fenogramas confiables y con buenas evaluaciones de los coeficientes empleados. (Rohlf, 2000).

ANTECEDENTES:

Entre los trabajos para floras jurasicas en México destacan los realizados por Silva Pineda, los cuales desde de 1978, y hasta la fecha, dan la pauta para la realización de estudios en la zona de Oaxaca y la Sierra Mixteca.

Otros autores como Ortega-Gutiérrez, (1978); Caballero-Miranda, (1990); Morán-Zenteno et. al., (1993), han contribuido al conocimiento de la litología, la tectónica y la geología de las diferentes formaciones que se estudiaron en este trabajo. Carrasco, (1981) complementa la litología de la Formación Zorrillo-Taberna basado en trabajos previos de Erben, (1956).

Los trabajos realizados en la F.E.S. Zaragoza, por Velasco De León desde 2006 han proporcionado nuevos registros para las formaciones, además de diversos trabajos que se han presentado en congresos nacionales e internacionales.

JUSTIFICACIÓN:

A pesar de que los estudios para floras jurasicas de Oaxaca, se han realizado desde inicio del siglo XX, faltan aun localidades por muestrear y por lo tanto se sigue registrando material nuevo que no coincide con las descripciones existentes, por lo que este trabajo pretende adicionar la información de localidades nuevas, como lo es Partideño y actualizar la información de este período para el estado de Oaxaca, así como la comparación de las formaciones Zorrillo-Taberna y Tecomazúchil que afloran en el área de estudio.

AREA DE ESTUDIO:

Las áreas a estudiar en este trabajo son las localidades:

Río Númi ("N 17° 18' 15.9" W 97° 42' 48.7". 2034 M.S.N.M.) Pertenece a la Formación Zorrillo-Taberna

Partideño (N 17 ° 47' 54'' W 98 ° 16'54'' 1577 M.S.N.M.) Pertenece a la Formación Tecomazúchil.

Ayuquila (N 17° 57' 1" W 97°57' 28.5" a 1548 M.S.N.M.) Pertenece a la Formación Tecomazúchil.

TzB (N17°17'25.3", W 97° 43'32.9" y a 1942 M.S.N.M) Pertenece a la Formación Tecomazúchil.

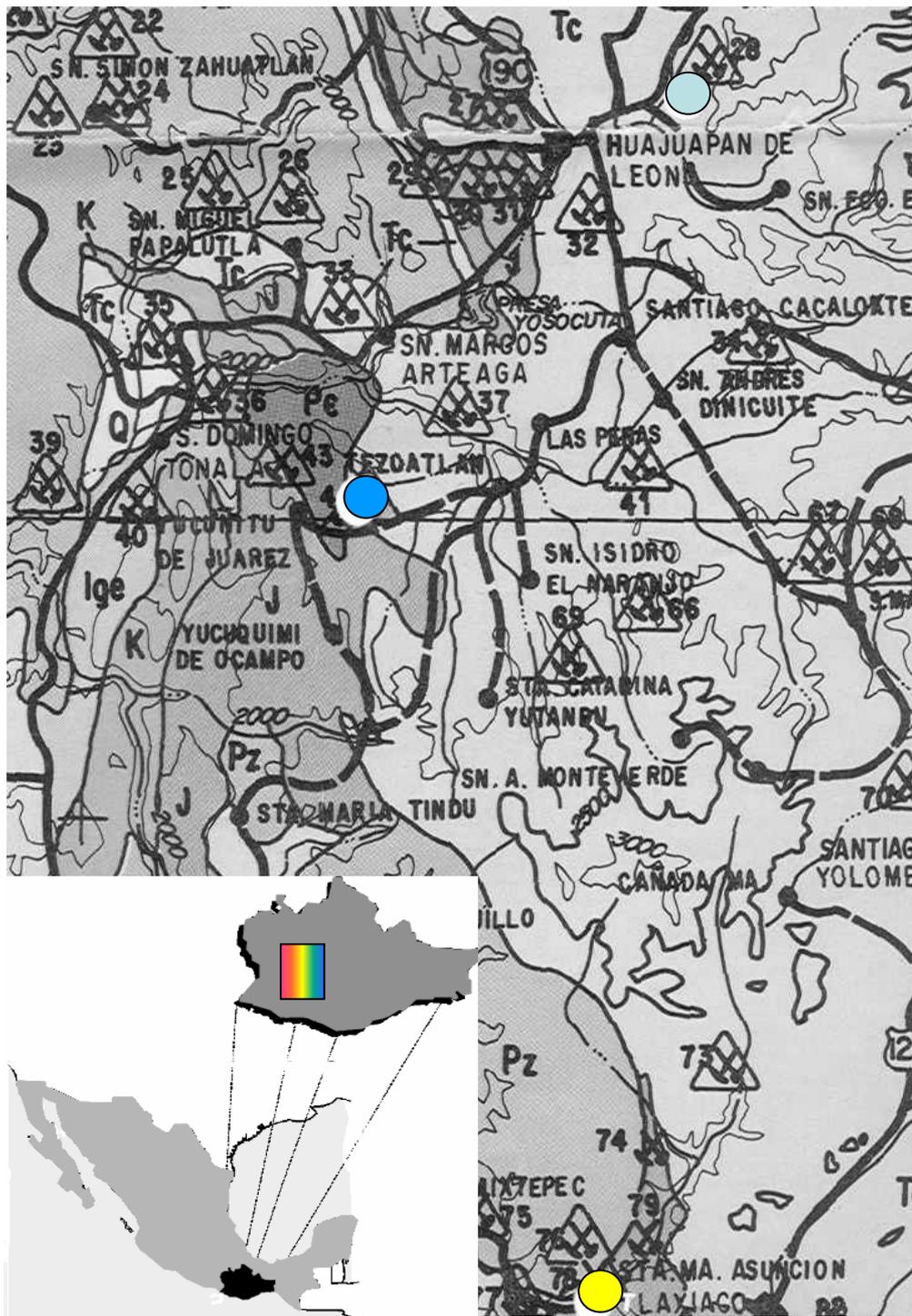


Figura 3: localización del Estado de Oaxaca y áreas de estudio remarcadas con círculos de diferentes colores. En color amarillo Río Nùmi, en azul claro Ayuquila,

FORMACIONES:

Formación Zorrillo-Taberna.

Erben en 1956, propuso el nombre a la Formación Zorrillo tomándolo de la loma del Zorrillo, localizada al este de San Juan Diquiyú, región de Tezoatlán, Oaxaca;

designando a este lugar como la localidad-tipo. Así también le asigno una edad Bajociana temprana (Jurásico Medio).

Esta constituida predominantemente por areniscas de grano fino y medio, y de limolitas a veces con estratificación cruzada. La estratificación de estas rocas es más bien delgada. La Formación también contiene limolitas grises amarillentas, finas, que contienen numerosos restos de plantas terrestres así como lutitas carbonosas y mantos de carbón. En algunos niveles se observan intercalaciones concrecionarias calcáreo-hematíticas hasta calcáreo-limoníticas que contienen superficies muy irregulares.

En la parte superior se aumenta el contenido en limolitas grises de estratificación muy delgada, y sobre todo en lutitas y limolitas que contienen concreciones calcáreo-hematíticas de color rojo vino (Carrasco, 1981).

Esta Formación está constituida por lutitas y arcillas oscuras, así como de lutitas calcáreas oscuras que intemperizan con colores grises, café claros y que contiene abundantes concreciones fosilíferas calcáreo-hematíticas de color rojo vino y también algunas concreciones calcáreo-limoníticas de color amarillento con un diámetro 5-25cm.

En algunos niveles estas concreciones están sustituidas por intercalaciones delgadas concrecionarias del mismo tipo. Además se encuentran lutitas del tipo descrito, pero que contiene concreciones esferoidales pequeñas con un diámetro de 1.5-5cm, oscuras, calcáreas y siempre perforadas por organismos fósiles taladrantes.

A su vez la Formación Zorrillo-Taberna indiferenciada, designa a las rocas que afloran muy cerca de la riva del Río Númi y, se hace extensivo a los cuerpos litológicos y estratigráficamente similares, se podría decir que es una mezcla de areniscas, lutitas y arcillas que se encuentran en las localidades tipo de las Formaciones Zorrillo y Taberna (figura 4).

El espesor total de esta Formación es variable, Carrasco (1981), propone un espesor de 300 metros. En esta tesis se midió el espesor de esta localidad obteniendo 30.5 metros. En la figura 5 se muestra la parte inferior, que básicamente está compuesta por areniscas de grano fino y medio, e intercalándose dos estratos carbonosos (figura 6).

En la figura número cinco se muestran estratos de la base de la localidad en la riva del Río Númi, con un espesor que va de los 20 a los 70cm, que es donde se trabajó.

Las rocas que se observan en la parte superior de esta localidad son limolitas arcillosas con material carbonoso, plantas y pocos invertebrados fósiles. El color de la roca varía de claro oscuro a gris, predominando el primero hacia la cima. La estratificación está dada en capas medianas de 30-40 cm, cambiando alternadamente hacia la parte superior a lodolitas y areniscas en varias graduaciones. Se identifica la persistencia de seis estratos de carbón (Figura, 4).

La localidad Río Númi, perteneciente a la formación Zorrillo-Taberna. Presenta una litología representada por rocas de composición carbonosa y lutita carbonosa (Figura 4).



Figura 4: Localidad Río Númi, se observan los estratos superiores, a las orillas del río del mismo nombre obsérvese la disposición de los estratos, además de la intercalación del estrato carbonoso con las areniscas. Las flechas marcan los estratos de carbón.



Figura 5: Parte baja de la columna en la Localidad (Río Númi), su composición básicamente es de areniscas su espesor va de los 20 a los 70cm.

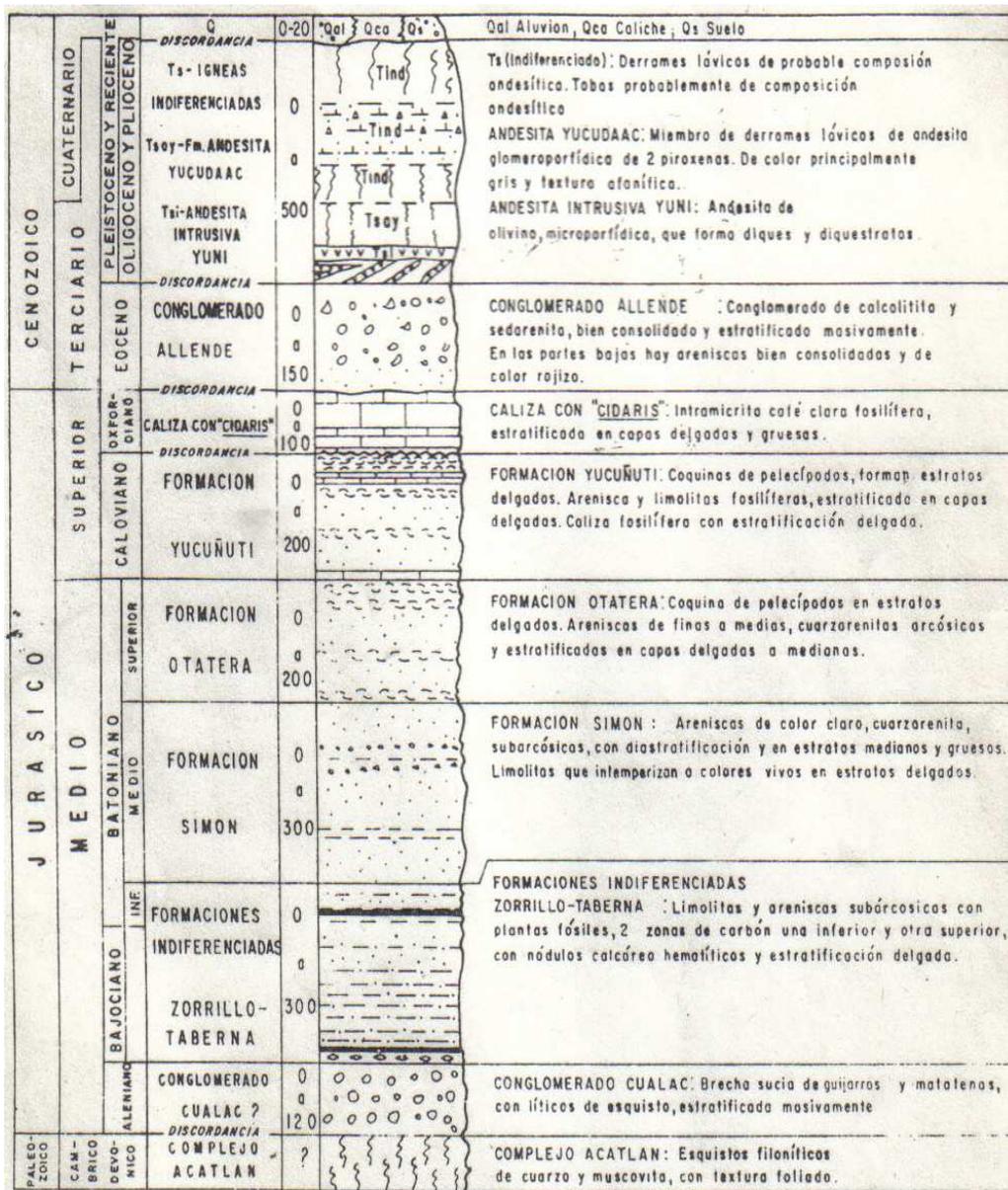


Figura 6: columna estratigráfica de la formación Zorrillo –Taberna propuesta por Carrasco, 1981.

Formación Tecomazúchil:

La formación Tecomazúchil, es definida de manera informal por Pérez-Ibargüengoitia en 1965, consiste en una secuencia clástica continental arrítmica, alternancia de conglomerados arcósicos, conglomerados arenosos y areniscas líticas y arcósicas, limolitas y lodolitas, se le asigno una edad Jurásico Medio. (Tomado de Mendoza, 2002).

La secuencia presenta estratificación cruzada, estructuras de corte y relleno. Los estratos conglomeráticos en sección transversal son lenticulares y forman cuerpos en forma de cintas (Morán-Zenteno, et al., 1993).

El espesor de la unidad no es constante en toda su área de afloramiento con un espesor de cuando menos de 600 m (Caballero-Miranda, 1990) y probablemente hasta de 2000 m (Ortega-Gutiérrez, 1978).

La localidad TzB pertenece a la parte baja de la Formación Tecomazúchil. Los fósiles han sido recolectados en lutitas negras.

La localidad de Ayuquila, (figura 7), pertenece a la parte baja de la Formación Tecomazúchil.



Figura 7: localidad de Ayuquila, nótese el bajo grado de inclinación de los estratos y la exposición de estos.

La localidad Partideño, (figura 8), limita con rocas ígneas y conglomerados, esta a una distancia de 39.79 km de la localidad de Ayuquila. Se observa una litología de areniscas que van desde grano medio, hasta grueso, conglomerados e intercalados algunos estratos de carbón, con un espesor total de 180 metros.



Figura 8: localidad Partideño. Se observan los estratos sin inclinación.

OBJETIVOS:

GENERAL:

Identificar los fósiles de Bennettiales de la colección de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de las formaciones: Zorrillo- Taberna y Tecomazúchil, y proponer si compartían el mismo ambiente.

PARTICULARES:

Crear una base de datos de las especies en cada localidad.

Determinar la similitud entre las localidades, empleando listados de géneros y su abundancia.

Emplear los datos de la litología y contenido paleontológico de cada localidad para proponer el tipo de ambiente (Paleoecología).

MÉTODO:

Fase gabinete:

Revisión de bibliografía especializada.

Fase experimental:

Se trabajó con ejemplares ya colectados, además de que se realizaron dos salidas para recolectar material en las localidades Río Númi (Formación Zorrillo-Taberna), Ayuquila y Partideño (Formación Tecomazúchil).

En cada localidad se midieron cada uno de los estratos con la ayuda del bastón de Jacob, además de obtener su rumbo y echado ayudados con la brújula, se recolectaron rocas para la elaboración de láminas delgadas que indican la composición exacta de las rocas presentes en cada una de las localidades. La determinación de la parte litológica es esencial para la propuesta de ambiente ya que las rocas proporcionan esta información.

Se tomaron caracteres importantes de los ejemplares fósiles, como son: medidas de ancho y longitud de la base, forma de la base y el ápice. Largo y ancho tanto de pina como de fronda, número de venas ya sea por 1 cm o por todo el ejemplar. Para los ejemplares que solo tenían restos se ocuparon casi los mismos caracteres.

Los fósiles se compararon con los fósiles tipo del Instituto de Geología Mexicano (IGM).

Con estos datos se elaboraron tablas correspondientes al ejemplar, además de crear las bases de datos para las formaciones estudiadas.

Posteriormente se crearon matrices doble estado (presencia (1), ausencia (0)) de especies por localidad para obtener un fenograma. Donde se pueda observar las agrupaciones de las localidades con mayor similitud.

Para la Paleoecología se tomaron en cuenta los largos de las pinas para crear rangos de clases del tamaño de la pina, tomando en cuenta los ejemplares tipo del IGM, y la literatura citada, obteniendo seis clases.

Con estas clases se trabajó en una matriz de presencia ausencia, en cada una de las localidades para determinar cuáles presentaban las mismas clases y posibles condiciones climáticas.

Se realizó el análisis de los datos por medio del programa NTSYSpc versión 2.11t (Rohlf, 2000), para determinar las floras fósiles de estas localidades y la diferencia de condiciones ambientales existentes en cada localidad, por medio de su flora.

De igual manera se trabajó con las rocas de cada localidad mediante láminas delgadas para así complementar, la propuesta del posible clima que se tuvo en cada localidad.

RESULTADOS:

De la Formación Zorrillo-Taberna, (Localidad Río Númi), se trabajó con 70 ejemplares fósiles, 32 de la colección y 38 colectados en salidas a la localidad, quedando contenidos en la tabla número uno (ver anexo de tablas).

Para la Formación Tecmazúchil se trabajó con 174 ejemplares tomados de tres localidades (Ayuquila Tz, TzB Tz, y Partideño Tz). De los cuales, 104 ejemplares estaban integrados ya en la colección y 70 se recolectaron en salidas a las localidades, quedando contenidos en las tablas número dos, tres y cuatro (ver anexo de tablas).

Se identificaron: 8 especies de Bennettitales, los cuales son: *Zamites oaxacensis*, *Z. tribulosus*, *Z. lucerensis*, *Z. diquiyui*, *Otozamites hespera*, *Ptilophyllum cutchense*, *P. acutifolium*, *Pterophyllum spinosum*.

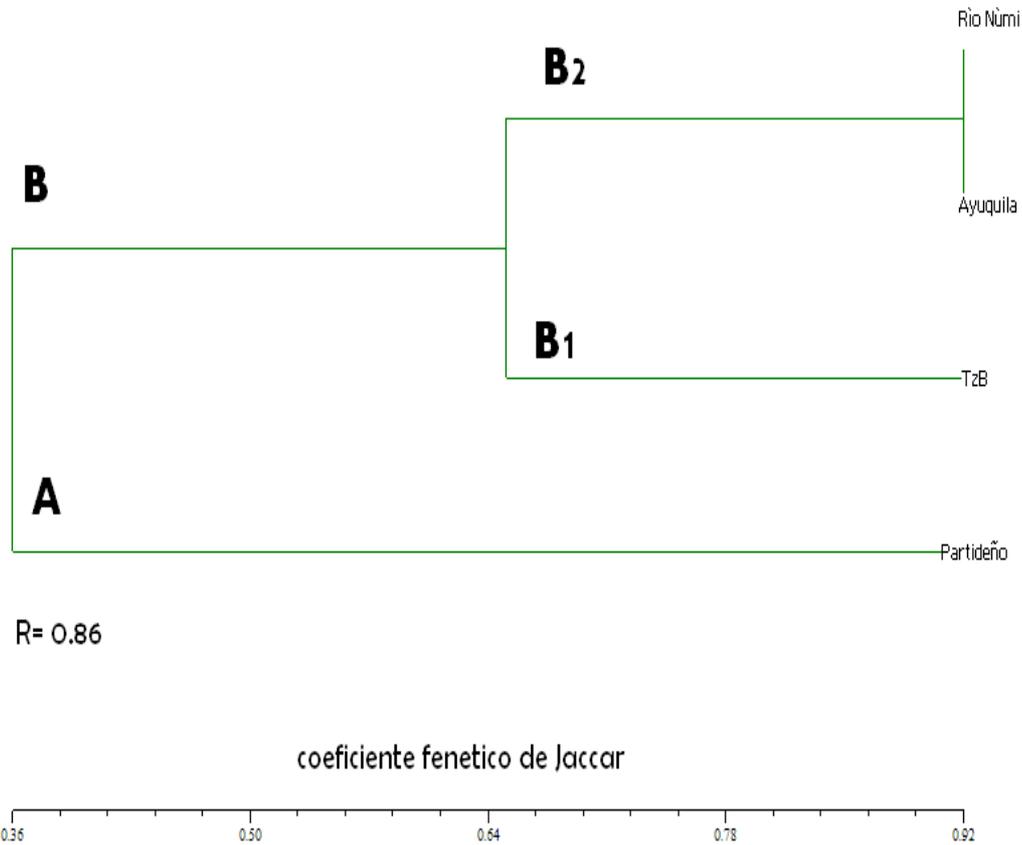
Además se tomó en cuenta la presencia de otros géneros como lo son: *Pelourdea sp.* (Conífera), *Brachyphyllum (conífera)*, *Mexiglosa (Insertacedis)*, *Equisetum*, y Helechos.

En la tabla 1 se muestra la matriz utilizada, presencia (1), y ausencia (0), de géneros de todas las localidades trabajadas y debajo el fenograma obtenido.

Tabla 1. Presencia ausencia de las especies por localidad:

Especie/Localidad.	Rio Numi	Ayuquila	Tzb.	Partideño
<i>Zamites oaxacensis</i> .	1	1	1	1
<i>Zamites tribulosus</i> .	1	1	1	0
<i>Zamites lucerensis</i> .	1	1	1	0
<i>Zamites diquiyui</i> .	1	1	1	0
<i>Otozamites hespera</i> .	1	1	1	0
<i>Ptilophyllum cutchense</i> .	1	1	1	1
<i>Ptilophyllum acutifolium</i> .	1	1	0	0
<i>Pterophyllum spinosum</i> .	1	1	1	0
<i>Pelourdea sp.</i>	1	1	0	1
<i>Brachyphyllum Sp.</i>	0	1	1	1
<i>Mexiglosa variante simple</i> .	1	1	0	0
<i>Equisetum</i> .	1	1	0	0
<i>Helechos</i> .	1	1	1	1

Fenograma 1:



En el fenograma se observa el agrupamiento de dos grupos (A y B) el parecido fenetico entre estos dos grupos es de 0.36.

En el grupo A se observa el aislamiento de la localidad de Partideño, la cual se separa de las demás debido a su poca variedad de Bennettiales que se presenta en esta localidad.

En el grupo B, se dio el agrupamiento en dos grupos (B1 y B2) con un coeficiente de similitud de 0.64, donde observamos que en el grupo B1 se separa la localidad de TzB, y en el grupo B2 se observa un agrupamiento de dos localidades, Río Numi y Ayuquila, con un coeficiente de 0.92. De acuerdo a estos datos y según lo propuesto por Sneath y Sokal (1973) donde una similitud por arriba del .80 indica que las Otus a comparar son iguales.

Para inferir sobre la Paleoecología de las localidades, se tomó en cuenta el tamaño de laminas foliares como parámetro (tabla 2) y se utilizó una matriz de presencia ausencia. (Tabla 3).

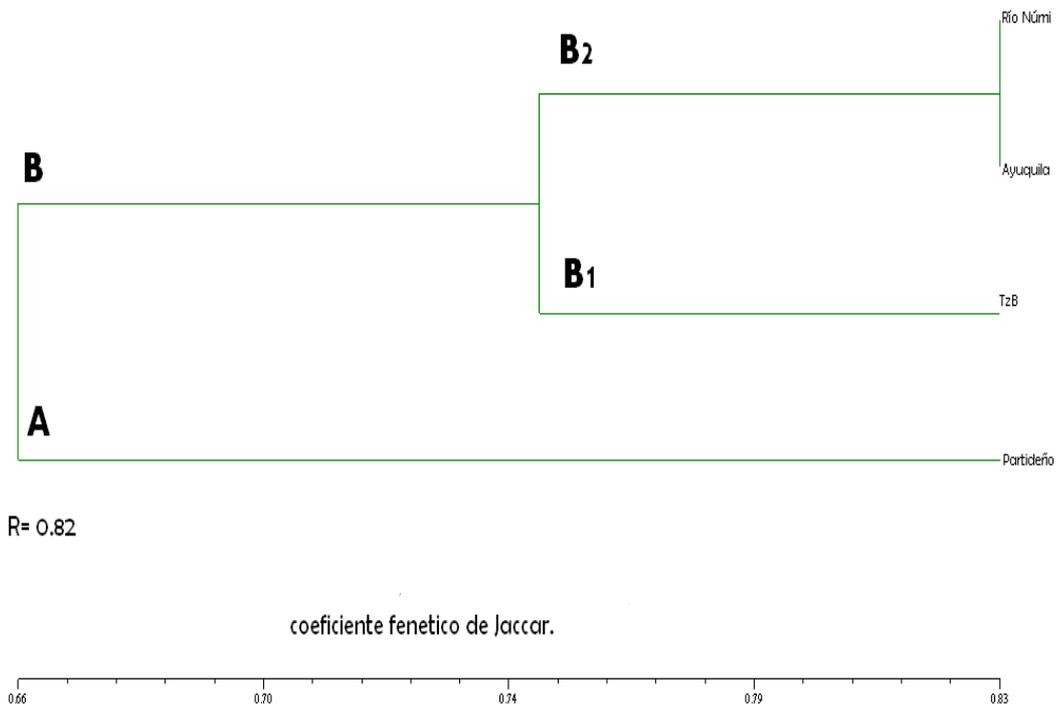
Tabla 2:
Clases generadas a partir de los fósiles tipo de IGM.

Clase 1 de 29.1 a 53 cm.
Clase 2 de 19.1 a 29 cm.
Clase 3 de 9.1 a 19 cm.
Clase 4 de 4.1 a 9 cm.
Clase 5 de 1.1 a 4 cm.
Clase 6 de 0.1 a 1 cm.

Tabla 3:
Presencia ausencia de clases por localidad:

clase/localidad	Río Númi	Ayuquila	TzB	Partideño
1	1	1	1	0
2	1	1	0	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1

Fenograma 2:



En el fenograma se observa dos agrupamientos (A y B) el parecido fenetico entre estos dos grupos es de 0.66, en el grupo A se observa la separación de la Localidad Partideño.

Mientras que en el agrupamiento B se observan dos grupos (B1 y B2) con un parecido fenetico de 0.74, en el agrupamiento B1 se observa la localidad TzB, mientras que en el B2 se observa un agrupamiento de las Localidades Rio Numi y Ayuquila con un coeficiente de similitud de 0.83, de acuerdo a Sneath y Sokal (1973), donde una similitud por arriba del .80 indica que las Otus a comparar son iguales.

En la localidad de Partideño, se observa muy poca diversidad de *Bennettitales*, pero se presenta el género *Pelourdea* sp, la cual no esta incluida en registros anteriores a este trabajo, por lo que se tomo la decisión de describir las generalidades morfológicas del ejemplar encontrado.

Se encontraron un total de siete ejemplares de impresiones de hojas (figura 9), incompletas en la mayoría se observan las bases algunas hojas y uno podría ser un ejemplar completo.

Pelourdea sp, es una gimnosperma con posible afinidad a la Familia de las coníferas conocido principalmente en sedimentos del Triásico (figura 9), (Cleal y Rees, 2003).

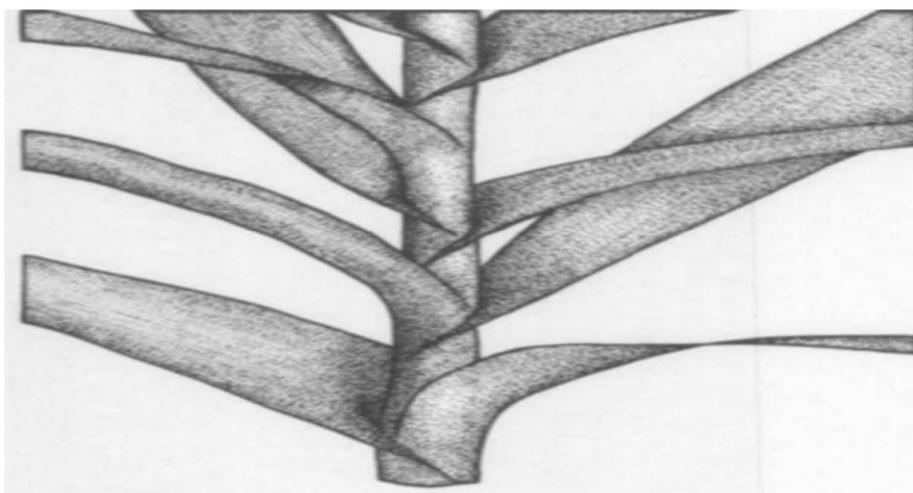


Figura 9: Reconstrucción de una posible planta de *Pelourdea* (Sídney, 1987).

Es una planta corta, tallo erecto, ramificado, estrecho, posee las hojas en forma helicoidal que van de lanceolado a lanceolado linear, las hojas poseen un margen entero, el ápice va de agudo a acuminado, base angostada levemente para juntar el vástago, las venas irradian de la base generalmente paralelas al margen, terminando generalmente en el margen lateral y ápice, se presentan 11 a 20 venas por un centímetro (Sídney, 1987).

Nuestros ejemplares presentan las siguientes características:

TzP 43: ancho de 5.3 cm, 16 venas por 1 cm, e incompleto.

TzP 44: ancho 3.9 cm, 18venas por 1cm, e incompleto.

TzP 50: ancho 4.5cm, 16 venas por 1 cm, e incompleto.

TzP 79: ancho: 4.1cm, 16 venas por 1 cm, e incompleto.

TzP 86: ancho 5.1 cm, largo 22.4cm, 16 venas por 1 cm, posiblemente completo (Figura 10).



Figura 10: del lado izquierdo se presenta un ejemplar que podría corresponder al género *Pelourdea sp.* Es fácil observarle la venación que presenta este género. Del lado derecho se puede observar un ejemplar que podría estar completo ya que presenta un largo de 46 cm. La línea roja representa un centímetro.

La medida de la Localidad Río Númi observada en esta tesis, desde la base observable del afloramiento hasta su parte alta tiene un total de 30.5 metros con un rumbo 70°NE. Se pudo observar desde la base hasta lo alto de la localidad, por lo menos seis estratos de carbón intercalados entre las areniscas. El carbón encontrado en la localidad nos podría estar indicando un ambiente muy húmedo, y una acumulación de materia orgánica constante, en estos estratos se logra observar mucho material fósil bien preservado. Esta localidad, debido al carbón presente, se podría proponer un tipo de clima tropical de acuerdo a Willis y McElwin, (2002).

La localidad Ayuquila, presenta menos diversidad de Bennettiales pero se han encontrado coníferas (*Brachyphyllum* y *Pelourdea sp.*). La localidad presenta un espesor de 25.5 cm. y un buzamiento de 70° NW.

En tanto para la localidad Tecomazúchil TzB presenta una litología de areniscas de grano medio a fino, su espesor es de más o menos tres metros.

La Localidad de Partideño, esta a 39.79 km separado de la Localidad Ayuquila, se observa que su composición litológica básicamente es de areniscas de grano fino y de grano muy grueso en la parte baja de la localidad, ya que se interpreto como una facie diferente a la de las localidades de Ayuquila y TzB. El espesor medido es de 49 m. Aunque las tres localidades pertenecen a la Formación Tecomazúchil, su diversidad y géneros de *Bennettiales* es diferente lo cual podría ser un indicativo de diferencia de ambientes.

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

En cada localidad se trabajo tomando medidas y comparando los fósiles, con fósiles tipo del IGM, aunque en algunos casos las medidas no entran dentro del rango del fósil tipo, se tomo en cuenta que las especies fósiles presentan variaciones al fosilizarse o esto es parte de la variabilidad de la especie, por lo que las medidas del ejemplar pueden modificarse dependiendo el sedimento o la roca donde se encontraron los fósiles.

Las condiciones climáticas en los que se encuentran actualmente las Cycadas de mayor tamaño, son predominantemente en ambientes de mayor humedad, esto permitió proponer que La Formación Zorrillo-Taberna tenía un clima de tipo tropical, basándonos en trabajos de Willis, y Mc Edwin 2002 y además que en Rio Númi se encontraron las pinas mas largas.

Además en esta formación también se han encontrado Bivalvos lo que puede indicar la proximidad a un cuerpo de agua cercano.

Al mismo tiempo, en la localidad también se han encontrado gran diversidad de helechos fósiles asociados a las *Bennettitales* lo que indica condiciones de mayor humedad, al igual le da un soporte a la idea de que estas vivían en ambientes parecidos y hasta que compartían el mismo hábitat. En la localidad se ha encontrado *Equisetum*, género actualmente se encuentra en las orillas de cuerpos de agua (Palacios-Ríos, 1992), este género apoya la idea de que las condiciones climáticas eran húmedas.

La litología de Río Númi indica episodios de grandes fluctuaciones de energía ya que en su parte baja se observan areniscas de tamaño medio, en su parte media y alta se observan estratos de areniscas intercalados con estratos carbonosos, lo que se interpreta como la existencia de intervalos de energía con depósitos de materia orgánica, estos últimos son muy pequeños, ya que van de 5 a 30 cm. Todo lo anterior indicaría que el depósito pudo haber sido muy rápido o fue intemperizado antes de solidificarse. Los estratos carbonosos presentan oxidaciones, indicándonos que es el material estuvo expuesto a intemperismo debido a la humedad del ambiente.

A lo largo de toda la Formación Tecomazúchil se pueden observar diferentes tipos de areniscas que van desde un grano muy fino, hasta uno muy grueso (figura 11), además de algunas lutitas, y solo dos estratos de carbón, algunos de sus estratos presentan cercanía a afloramientos de rocas metamórficas, y de algunas otras formaciones.

Debido al tamaño de las pinas encontradas en esta localidad, se podría determinar que el clima para esta Formación fue un poco más caluroso y que no se tenía tanta humedad como en la Formación Tecomazuchil estudiada en esta tesis, el posible clima que se presentaba es el cálido.

Los estratos de carbón presentes, indican una importante acumulación de materia orgánica vegetal y la constante descomposición en un cuerpo de agua, con tal magnitud como para quedar en el registro geológico.

Una de las diferencias bien marcadas entre las localidades de la Formación Tecomazúchil, es el contenido paleoflorístico, ya que la presencia de algunos ejemplares no es constante a lo largo de todas las localidades trabajadas, probablemente

esto sea un indicativo de que la formación puede tener diferentes facies, o que las Localidades se encontraban a diferentes elevaciones como en la actualidad.



Figura 11: arenisca de grano grueso encontrada en la localidad Partideño, se puede observar una posible hoja de *Pelourdea sp.*

A lo largo de la Localidad Partideño se tomaron siete muestras de roca, para realizar un estudio más detallado, basándose en láminas delgadas. Y se anexaron a la columna estratigráfica (figura 12), que se realiza para la localidad (Grimaldo, comunicación personal 2009).

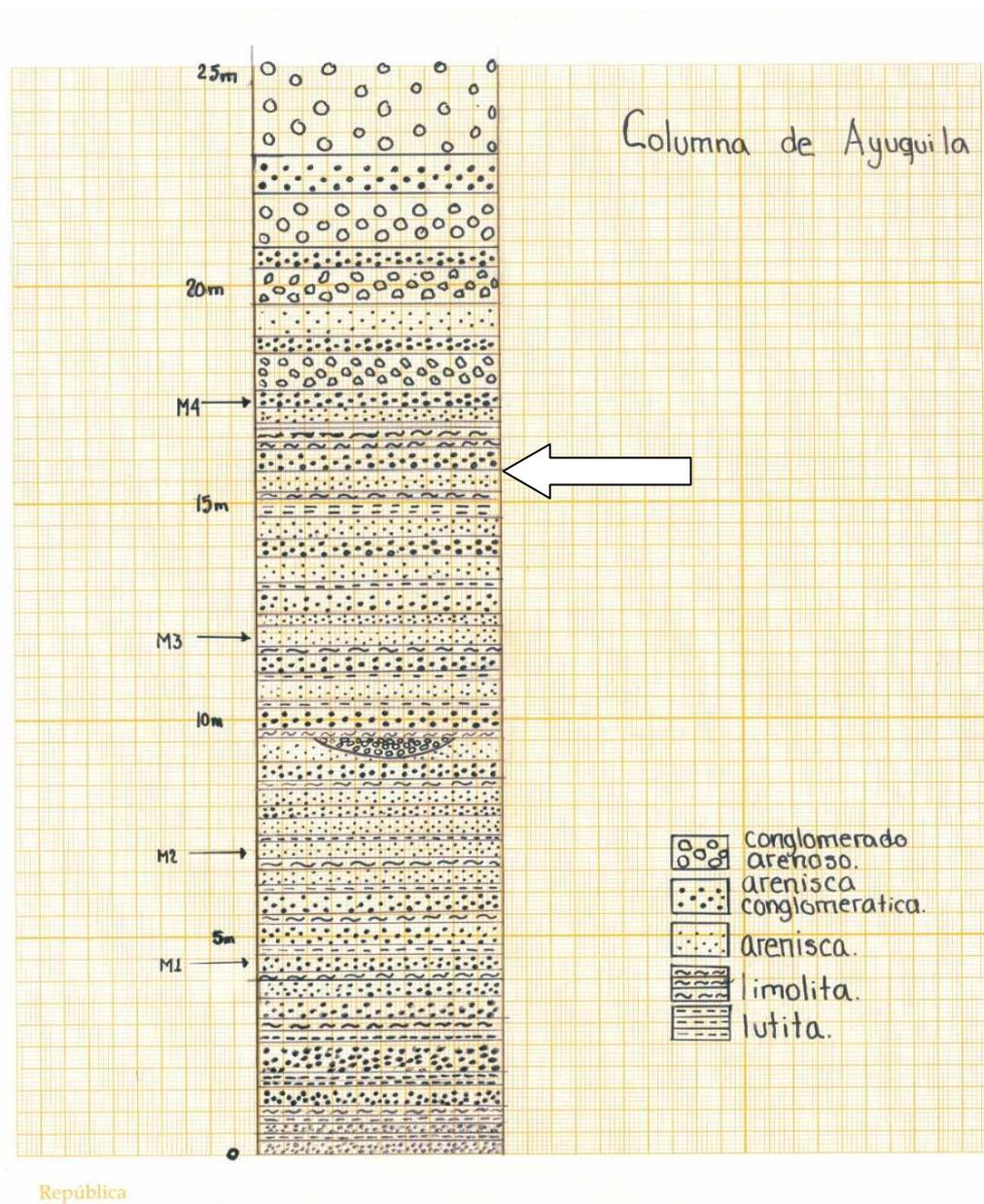


Figura 12: Columna estratigráfica de la localidad de Ayuguila. La flecha nos indica el lugar de donde se extrajeron las plantas fósiles, además de los tipos de roca, muestras de roca para realizar láminas delgadas y los lugares donde se tomaron rocas (M). (Grimaldo, Comunicación personal, 2008).

Alrededor de los 15 metros (marcado con flecha en la figura 12), se extrajeron la mayoría de los ejemplares fósiles trabajados en esta tesis, los estratos presentan una baja inclinación (entre 10 y 20 grados), a continuación se da la composición de las muestras M3 y M4.

M3.

Grauwaca lítica. El tamaño de grano es fino, es una roca muy bien clasificada pues el tamaño de los granos es homogéneo. Los cristales se ven subredondeados, por lo que es una roca madura texturalmente hablando. Los fragmentos de roca son de esquistos y

otras rocas metamórficas y sedimentarias del complejo Acatlán. La matriz es de grano muy fino, en este caso arcillas.

M4.

Arenita lítica. La roca es de grano grueso, tiene una muy mala clasificación, los sedimentos son inmaduros, es decir presentan bordes angulosos, aunque algunos fragmentos de cuarzo (que es metamórfico) son subredondeados. La matriz es de arcillas que rellenan los espacios entre los cristales de cuarzo y los fragmentos de rocas. El cementante presenta oxidación.

La Localidad de Partideño, esta a 39.79 km separado de la Localidad Ayuquila, se observa que su composición litológica básicamente es de areniscas de grano fino y llegan hasta un grano muy grueso. La medida que se obtuvo de la localidad fue de 180 metros (figura 13).

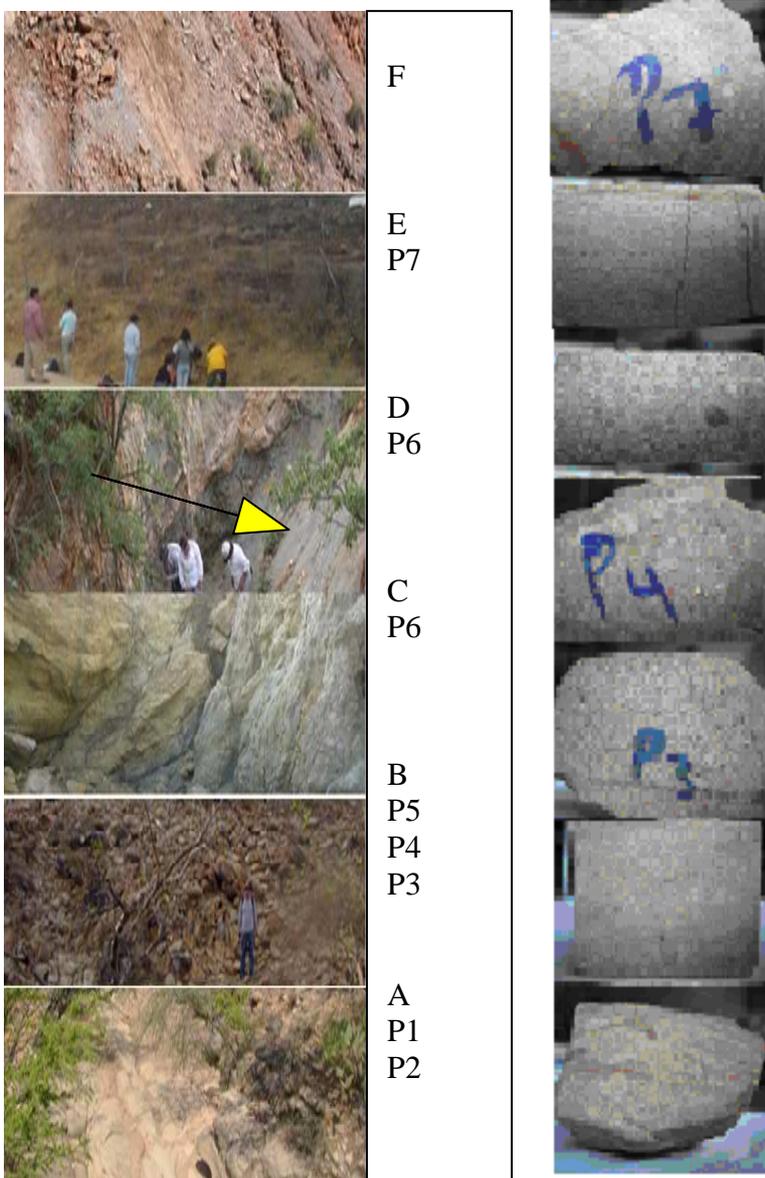


Figura 13: Secuencia fotográfica de los tipos de roca observados a lo largo de la Localidad Partideño, se tomaron medidas de los estratos las cuales son: A-C 180m, D 4.50m, E 40 m, F 4.5m. La flecha nos indica los estratos de carbón presentes en la localidad. Al lado derecho las 7 muestras de roca tomadas para la realización de láminas delgadas.

Estudio petrográfico de la localidad Partideño, realizado por Grimaldo (2009), se muestra a continuación:

P1

Sublitoarenita. La matriz es de minerales arcillosos, el cementante lo conforma óxido de hierro de allí que derive el color pardo característico.

La mayor parte de los fragmentos son restos de esquistos.

Los cristales son subredondeados y algunos angulosos, además de ser equigranulares de tamaño medio, por lo que la roca presenta una clasificación moderada.

Algunas fracturas de la roca están rellenas de carbón, lo que indica la presencia de materia orgánica.

P2.

Arenita lítica. Los sedimentos que conforman a la roca están moderadamente maduros, puesto que presentan cristales subredondeados.

El cuarzo presente es de origen metamórfico, y es subanguloso.

Se observan cristales en contacto lo que denota la presencia de cementante, mientras la matriz está constituida por arcillas.

La roca está bien consolidada.

Prevalecen los fragmentos de roca sobre los cristales de cuarzo y feldespatos.

P3

Arenita lítica conglomerática. El tamaño de grano varía desde fino hasta mayores a 6mm, lo que denota el nombre de la roca, es una roca mal clasificada puesto que existe una gran variedad de tamaños de grano.

Los cristales se observan de subangulosos a subredondeados.

La matriz es de grano muy fino, en este caso arcillas y el cementante se observa como óxido.

P4.

Conglomerado arenoso o litarudita. La roca es de grano grueso inmerso en una matriz arenosa.

El cementante presenta poca oxidación.

Recibe el nombre de conglomerado arenoso puesto que es mayor la presencia de líticos de diámetro mayor a 2 mm.

P5.

Arenita lítica conglomerática. La roca presenta tamaño de grano fino, con sedimentos de diámetro mayor a 2 mm, aproximadamente en un 5-10%.

Los sedimentos están mal clasificados.

La matriz es de minerales arcillosos, el cementante está conformado por óxido de hierro.

Los sedimentos se observan de subangulosos a subredondeados.

Se destaca la presencia de biotita.

El cuarzo presente es de origen volcánico y metamórfico.

P6.

Sublitoarenita. El tamaño de los líticos es de arena fina.

Se considera una roca bien clasificada dado que el tamaño de sus componentes es homogéneo.

El cementante está conformado por óxido de hierro.

La matriz está compuesta por arcillas, probablemente producto de la alteración de los feldespatos.

P7

Grauwaca lítica. La matriz está formada por arcillas secundarias mientras el cementante contiene abundante óxido de hierro.

Los feldespatos se encuentran alterados a seriscita.

Los fragmentos de roca son angulosos, lo que indica poco transporte.

La roca presenta una clasificación regular con líticos de tamaño de grano medio.

P8.

Subarcosa. Los minerales son subredondeados de tamaño de arena muy fina.

Presenta óxido de hierro en el cementante

Los líticos se encuentran bien clasificados puesto que son de un tamaño homogéneo, hay minerales opacos y biotita.

El cuarzo es metamórfico y presenta bordes subredondeados por lo que la madurez de los sedimentos es moderada.

Los ocho tipos de roca encontrados en la localidad son muy diferentes en su composición, (se aprecia en la figura 11), los estratos presentan madurez, además de que la mayoría presentan arcillas

Conclusiones:

Se pudo identificar la mayoría de los ejemplares fósiles de la colección de la F.E.S-ZARAGOZA.

Con base en los listados elaborados y fenogramas se propone que las Formaciones Zorrillo-Taberna y Tecomazúchil difieren en cuanto a sus condiciones climáticas.

De acuerdo a la presencia de carbón, el tamaño de las pinas, la litología y pelecipodos de ambientes salobres se propone que la localidad Río Númi presentó condiciones climáticas parecidas a las que hoy se presentan en los climas cálidos húmedos, donde la humedad fue constante debido a su cercanía a la Paleo bahía de Tlaxiaco. A diferencia de las localidades de la Formación Tecomazúchil donde la humedad estaba condicionada a la presencia de un cuerpo de agua intermitente, donde el clima pudo ser más cálido.

LITERATURA CITADA.

Adame, J. H. 2007. Florula del Jurásico Medio de la región de Ayuquila, Noroeste del Estado de Oaxaca. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

Beck, B. C. 1988. Origin and evolution of gymnosperms. Columbia University Press. New York, USA. 219-271 pp.

Caballero-Miranda, C. 1990. Geología y anisotropía magnética del Jurásico continental del área de Huajuapán de León-Petlalingo, estados de Oaxaca y Puebla. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

Cantu-Chapa, A. 1998. Las transgresiones Jurasicas en México. Revista Mexicana de ciencias geológicas. 15(1):25-37.

Carrasco, R. R. 1981. Geología jurásica del área de Tlaxiaco, Mixteca alta, Oaxaca. Tesis de maestría. Facultad de ciencias. UNAM. México.

Chamberlain, 1919. The living Cycads. Hafner. New York.

Cleal, C.J. & Rees, P.M. The Middle Jurassic flora from Stonesfield, Oxfordshire, UK. *Palaeontology*, 46: 739-801

De la Sota R. E. 1967. La taxonomía y la revolución en las ciencias biológicas. Unión Panamericana. Washington, D.C. Pp. 15-22.

Erben, H.K., 1956, El Jurásico Temprano de México, Cong. Geol. Internacional. 20. Monogr. p. 393, México, D.F.

García, E. 1986. Apuntes de climatología. 5ª. Ed. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 252 pp.

Giddy, C. 1974. Cycads of South Africa. Purnell. Cape Town, South Africa. 122p.

Harris, T.M. 1969. The Yorkshire Jurassic flora. III. *Bennettitales*. London: British Museum (Natural History).

Hauke, R. L., 1995. Equisetaceae. En G. Davidse, M. Sousa S. y S. Knapp (Eds.). Flora Mesoamericana. Vol. 1. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Jones, D. L. 1993. Cycads of the world. Reed. Chatsworth, Australia.

Jones, D. L., 1993. Cycads of the world. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C., 312p.

Krumbein, W.C. y Sloss, L.L. (1963): Estratigrafía y sedimentación. 2da edición. W.H: Freeman & CO, San Francisco. 660p.

Mendoza, R. T. 2002. Gasterópodos del Jurásico-Cretácico de Santiago Chilixtlahuaca, en la región de Huajuapán De León, Oaxaca. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

Morán-Zenteno, D., J., Caballero-Miranda, C., I., Silva-Romo, G., Ortega-Gutiérrez, B. y González-Torres, E., 1993. Jurassic-Cretaceous paleogeographic evolution of the northern Mixteca terrane, southern Mexico. *Geofísica internacional* v 32 n 3 pp. 453-473.

Norstog, K.J. y T.J. Nicholls. 1997: *The biology of cycads*. Comstock publishing Associates. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA. 363p.

Ortega-Gutiérrez, F. 1978. Notas sobre la geología del área entre Santa Cruz y Ayuquila estados de Puebla y Oaxaca. *Paleontología Mexicana*. Inst. Geología, número 44, pp.17-26.

Palacios-Ríos, M., 1992. Dicksoniaceae, Equisetaceae, Gleicheniaceae, Lindsaeaceae, Parkeriaceae, Plagiogyriaceae, Vittariaceae. En V. Sosa, L. Cabrera R., T. Duncan, M. Sneath PHA & Sokal RR (1973) *Numerical Taxonomy*. Freeman, San Francisco.

T. Mejía-Saulés, N. P. Moreno, M. Nee, L. I. Nevling. J. Rzedowski, B. G. Schubert, A. Gómez-Pompa (eds.). *Flora de Veracruz*. Fascículo 69. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, México.

Rees, McA. P. et al. 2002. Jurassic phytogeography and climates: new data and model comparisons.

Rohlf, F.J. 2000. NTSYS-PC. Numerical taxonomy and multivariate system Version 2.11. Applied Biostatistics Inc. New York. Exeter Software. New York.

Sidney, R.A. 1987. Growth habit and systematic of the upper Triassic plant *Pelourdea Poleoensis*, Southwestern U.S.A. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 51 (1987) 37-49. Elsevier Science Publishers B V, Amsterdam Printed in the Netherlands

Silva-P. A. 1978. Contribuciones a la paleobotánica del Jurásico Mexicano. *Paleontología Mexicana* número 44. Instituto de Geología. UNAM.

Sneath, P.H.A. y Sokal, R. R. 1973. *Numerical taxonomy. The Principles and practice of numerical classification*. Freeman, San Francisco, CA. XV+ 573p.

Spicer, R.A., 1991, Plant Taphonomic Processes, In *Taphonomy: Releasing the data locked in the fossil record*, D.E. G. Briggs and P. Allison (Eds.) Plenum Press, pp. 71-113.

Wing, S. L. & H. D. Sues. 1992. Mesozoic and early Cenozoic terrestrial ecosystems Pp. 327-417, in: *Terrestrial ecosystems through time: evolutionary paleoecology of terrestrial plants and animals* (A. K. Behrensmayer, J. D. Damuth, W.A. DiMichele, R. Potts, H. D. Sues y S. L. Wing, eds.). University Chicago Press, U.S.A. 568 pp.

Willis K. J. y J. C. McElwain. 2002. *The evolution plants*. Oxford.

Páginas de internet:

http://www.upv.es/dit/Itinerarios/General_Jurasico.htm 2008.

ANEXO UNO.

Tabla 1:

Río Numi

fósil número.	fecha colecta	p.d.s.o. (# de ejem.)	tipo de fosilización.	long fronda (cm)	ancho fronda (cm)	longitud pina cm.	ancho pina cm.	base	apice	venas 1cm	clase	genero
6 + -	19/08/2005	misma capa	Impresión pedaso			2.5	0.7		0.7	0.3		5 Z. tribulosus
	7	arriba	Impresión			3.5	1.5					5 Z. tribulosus
8+ -		arriba	Impresión			3	0.9		0.9	0.4		5 Z. tribulosus
	9	abajo	Impresión			3.4	0.4					6 Z. tribulosus
	10	arriba	Impresión			3	0.7					5 Z. tribulosus
	11	arriba	Impresión			2.5	0.3					5 Z. tribulosus
	16	arriba	Impresión			2	1.7					5 Z. oaxacensis.
	24	arriba (6)	Impresión			4	3					5 Z. oaxacensis.
	26	arriba	Impresión			6.6	1.5		1.5	1.8		4 Z. oaxacensis.
	27	arriba y abajo (2)	Impresión			2.0, 0.5	0.5, 0.2				5 y 6	Z. oaxacensis.
	28	arriba (2)/ 1 h	Impresión			2.8, 3.0	0.9, 1.2				24	5 Z. tribulosus
	31	alrededor(15) /3h	Impresión			3.2	1.7				22	5 Z. tribulosus
	33	arriba	impresión			5.2	2				40	5 Z. tribulosus
	36	alrededor pedaceria	Impresión			3.5	1					5 Z. tribulosus
	40	arriba	impresión			DC 2.0	BC 1.3					W. Cuauhtemoci
	43	arriba (2)	Impresión			5.0, 4.0	3.0, 3.0				12	4 Z. oaxacensis.
	51	arriba /h	Impresión			3.3	0.8					5 O. hespera
	52	alrededor pedaceria	Impresión			3	2.8				12	5 Z. oaxacensis.
	60	alrededor pedaceria	Impresión			1.5	0.7					5 Z. tribulosus
	64	06/05/2006	alrededor pedaceria/h			3	1.9				25	5 Z. lucerensis.
66 + -		arriba +	Impresión			6.5	0.7					4 Z. tribulosus
	68	alrededor pedaceria	Impresión			5	1		1	0.4		4 Z. tribulosus
	75	arriba/h	Impresión			1.3	0.7					5 Z. tribulosus
	78	arriba	Impresión			8	2		2	0.5		4 O. hespera
	84	arriba	Impresión									W. Oaxacensis
	89	arriba /h	Impresión			26	1.9					2 Z. lucerensis.
	90	arriba	Impresión			1.2	0.5					5 O. hespera
	91	alrededor pedaceria	Impresión			1.1	0.7					5 Z. tribulosus
	92	arriba	Impresión			DC 1.8	BC 1.6					W. Oaxacensis
	94	arriba/h	Impresión			2	1					5 Z. oaxacensis.
	95	arriba /h	Impresión			11.5	2.1				35	3 Z. oaxacensis.
	96	arriba	Impresión			9	4.3				15	4 Z. tribulosus
	97	29/03/2008	alrededor pedaceria			2.8	1.5				15	5 Z. tribulosus
	99	arriba	Impresión			1.5	0.5					5 O. hespera
	102	arriba	impresión			1.2	0.5					5 O. hespera
	105	arriba	impresión			6	0.8					4 Z. tribulosus
	107	arriba	impresión			DC 1.7	BC0.9					W. Oaxacensis
	112	arriba	impresión			DC 2.0	BC 0.7					W. Netzahualcoyotlii
	114	arriba	impresión			1	0.5					6 O. hespera
	115	arriba	impresión		3	2.4	1.2 x		0.4	0.2		5 Pti.ctuchense Tz
	116	arriba	impresión	x	x	x	x		0.4	0.2		5 Pti.ctuchense Tz
	117	arriba	impresión						0.5	0.1		5 O. hespera
	118	arriba	impresión			4.6	1.5				35	4 Z. oaxacensis.
	121	arriba	impresión				2					4 Z. oaxacensis.
	122	arriba	impresión				1.2					5 Pte. Espinosum
	124	arriba	impresión			4.6	2				35	5 Z. oaxacensis.
	125	arriba	impresión						0.3	0.1		6 P. acutifolium.
	133	arriba	impresión									mexiglosa
	134	arriba	impresión				1.2					5 Pte. Espinosum
	135	arriba	impresión				1.2					5 Pte. Espinosum
	136	arriba	impresión				0.5					6 O. hespera
	139	arriba	impresión				0.5					6 O. hespera
141(1)		arriba izquierda	impresión				2					5 Z. oaxacensis.
141(2)		arriba izquierda	impresión				0.5					6 O. hespera
141 (3)		arriba izquierda	impresión									W. Oaxacensis
141 (4)		arriba derecha	impresión						1	0.4		4 Z. tribulosus
141 (5)		arriba derecha	impresión				1.3					5 Pte. Espinosum
141 (6)		arriba derecha	impresión				0.7					6 Z. tribulosus
	142	arriba	impresión				3				40	5 Z. oaxacensis.
144 (1)		arriba y abajo	impresión				0.5		0.6	0.3		6 O. hespera
144 (2)		arriba y abajo	impresión				0.5		0.3	0.2		6 P. acutifolium.
145 + -		arriba	impresión		5.8	3	1.9		0.3	0.2		6 P. acutifolium.
	146	arriba	impresión		6.5	3			0.3	0.4		5 Pti.ctuchense Tz
	148	arriba	impresión						0.6			5 O. hespera
149 (1)		arriba	impresión									5 Z. diquiyui
149 (2)		arriba	impresión				2					5 Z. oaxacensis.
150 (1)		arriba	impresión				1.5					5 Z. oaxacensis.
150 (2)		arriba	impresión						0.3	0.2		5 P. acutifolium.
150 (3)		abajo	impresión		2							5 Z. oaxacensis.
	151	arriba	impresión						0.5			5 Z. tribulosus

Tabla 3:

TzB

fósil número.	fecha colecta	p.d.s.o. (# de ejem.)	tipo de fosilización.	long fronda (cm)	ancho fronda (cm)	longitud pina cm.	ancho pina cm.	base	apice	venas	clase	genero
1	1985	arriba	impresión			17.3	2.7	2.8	1			3 Z. oaxacensis.
2		arriba	impresión			23.3	1.7					2 Z. tribulosus
4		arriba	impresión	4.2	2.2	1.1	0.4	0.4	0.2			5 Pti.ctuchense Tz
6		arriba	impresión			4.4	1	0.8	0.7	40		4 Z. tribulosus
7		arriba	impresión			4.5	1.2	1.2	0.9	16		4 Pte. Spinosum
8		arriba	impresión					2	1.5			4 Z. tribulosus
9		arriba	impresión					0.6	0.5			4 O. hespera
10		arriba	impresión			5.9		1.1	0.2	24		4 Z. tribulosus
12		arriba	impresión	4.2	3.6	1.8	0.5	0.5	0.2			5 Z. lucerencis.
12		arriba	impresión	3.5	1.7	0.8	0.3	0.3	0.2			3 Z. lucerencis.
13		arriba	impresión	8.3	2.2	1.1	0.3	0.3	0.1			5 Z. tribulosus
14		arriba	impresión	7.8	9.4	4.7	0.5	0.5	0.3			4 Z. lucerencis.
16		arriba	impresión	8.1	3.6	1.8	0.3	0.3	0.2			5 Z. tribulosus
17		arriba	impresión	6.1	3	1.5	0.5	0.5	0.3			5 Pti.ctuchense Tz
18		arriba	impresión	10.8	2.8	1.4	0.5	0.4	0.3			5 Z. diquiyui
21		arriba	impresión	4.5	2.3			2.3	2	16		3 Z. tribulosus
23		arriba	impresión	5.6	5	2.5	0.8	0.7	0.4			5 Z. tribulosus
24		arriba	impresión	5.4	2.2	1.1	0.5	0.5	0.3			5 Z. tribulosus
25		arriba	impresión	7.6	2.6	1.3	0.5	0.5	0.3			5 Pte. Spinosum
26		arriba	impresión			5.2	1.3	1.4	0.5	40		4 Z. tribulosus
29		arriba	impresión			5.3	1	0.9	0.5			4 Z. tribulosus
33		arriba	impresión			8.2	1.6	1	0.8	20		4 Pte. Spinosum
34		abajo	impresión	8.2	1.6			1.5	1	20		4 Pti.ctuchense Tz
39		arriba	impresión	6.4	6.4	3.2	0.4	0.4	0.3			4 Z. tribulosus
41		arriba	impresión			1.4	2.2	2		20		5 Z. tribulosus
42		arriba	impresión	6.7	2.2			2	1.5	30		4 Pte. Spinosum
45		arriba	impresión	4.6	1.4			1.4	1			4 Z. tribulosus
46		arriba	impresión	5.3	2	1	0.5	0.5	0.4			6 Z. lucerencis.
49		arriba	impresión	4.6	2.8	1.4	0.3	0.3	0.2			5 Z. tribulosus
52		arriba	impresión	5.9	3.6	1.8	0.6	0.5	0.3			5 Z. tribulosus
53		arriba	impresión	4.5	2	1	0.3	0.3	0.2			6 Z. tribulosus
54		arriba	impresión	7.5	1.2			0.5	0.3	20		4 Z. tribulosus
55		arriba	impresión	9.8	7.8	3.9	0.6	0.5	0.3			5 Z. tribulosus
57		arriba	impresión	5.5	3	1.5	0.5	0.5	0.4			5 Z. tribulosus
58		arriba	impresión	5	2.6	1.3	0.5	0.5	0.4			5 Z. tribulosus
59		arriba	impresión			2.6	0.5	0.5	0.2			5 Z. tribulosus
60		arriba	abajo			7.3	3			26		4 Z. lucerencis.
62		arriba	impresión	6	4	2	0.3	0.3	0.2			5 Z. lucerencis.
63		arriba	impresión	3.5	4.4	2.2	0.3	0.3	0.1			5 Z. lucerencis.
64		arriba	impresión	5.3	4.4	2.2	0.3	0.3	0.2			5 Z. lucerencis.
65		arriba	impresión		7	3.5	0.2	0.2				5 Z. tribulosus
67		arriba	abajo			4.1	1.2	1	0.3	20		4 Pti.ctuchense Tz
68		arriba	impresión	2.5	1.8	0.9	0.4	0.4	0.3			6 Pti.ctuchense Tz
69		arriba	impresión	7.5	6	3	0.4	0.4	0.3			5 Z. tribulosus
70		arriba	impresión			12	1	1	0.9			3 Pti.ctuchense Tz

Tabla 4:

Partideño.

fossil número.	fecha colecta	p.d.s.o. (# de ejem.)	tipo de fosilizacion.	long fronda (cm)	ancho fronda (cm)	longitud pina cm.	ancho pina cm.	base	apice	venas	clase	genero
2		en medio	impresión	4	2	1	0.3	0.3	0.2		6	Ptill ctuchense
7		arriba mejor	impresión	4.1	2	1	0.3	0.3	0.2		6	Ptill ctuchense
14		arriba inc	impresión	2.8	2	1	0.4	0.3	0.2		6	Ptill ctuchense
17		a lado	impresión	3	1.6	0.8	0.3	0.3	0.2		6	Ptill ctuchense
18		en medio	impresión	7	2.2	1.1	0.4	0.4	0.2		5	Ptill ctuchense
20		arriba	impresión			6.4	1	1	0.2		4	Ptill ctuchense
21		arriba incompleta	impresión	36	8	4	1	1			5	Ptill ctuchense
22		en medio	impresión	4	2	1	0.3	0.3	0.2		6	Ptill ctuchense
24		arriba	impresión	3.6	2	1	0.1	0.2	0.1		6	Ptill ctuchense
25		arriba	impresión	3	2	1	0.4	0.4	0.3		6	Ptill ctuchense
26		arriba	impresión	6.8	2.2	1.1	0.3	0.3	0.1		5	Ptill ctuchense
31		arriba	impresión	4	2.6	1.3	0.4	0.4	0.2		5	Ptill ctuchense
32		arriba inc	impresión	2	1.6	0.8	0.3	0.3	0.1		6	Ptill ctuchense
37		arriba inc	impresión			4.6	1.5			24	4	Zam oaxacensis
38		arriba inc	impresión			8	3			24	4	Zam oaxacensis
39		arriba inc	impresión			11.7	2.5			16	3	pelourdea.
40		arriba inc	impresión			5.1	1.8				4	Zam oaxacensis
42		abajo	impresión			6.5	5			16	4	pelourdea
43		arriba inc	impresión			6.6	3.9			16	4	pelourdea
44		arriba inc	impresión			7	5.3			16	4	pelourdea
46		arriba inc	impresión	1.2	1.8	0.9	0.3	0.3	0.2		5	Ptill ctuchense
49		en medio	impresión	6	2.4	1.2	0.4	0.4	0.3		4	Ptill ctuchense
50		en medio	impresión			6.5	2				4	Zam oaxacensis
51		arriba	impresión	5.8	2	1	0.3	0.3	0.2		4	Ptill ctuchense
69		en medio inc	impresión			5.5	3			16	4	pelourdea
71		arriba inc	impresión			6.5	4.2			16	4	pelourdea
75		arriba inc	impresión			6.7	2			10	4	pelourdea
76		arriba inc	impresión			9.8	3.2				3	pelourdea
77		arriba inc	impresión				4.8			16		pelourdea
79		arriba inc	impresión			8.1	4.7			16	4	pelourdea
80		arriba inc	impresión			8	3.5			18	4	pelourdea
81		arriba inc	impresión			7.8	4.5			16	4	pelourdea
86		en medio	impresión			21.5	5			16	2	pelourdea

Anexo 2.

Tabla 1, 2,3 y 4, aquí se observa la presencia de cada género en cada una de las Localidades.

Río Númi:

total 70	# ejemplares	presencia (%)
<i>Zamites oaxacensis.</i>	15	22.85%
<i>Zamites tribulosus.</i>	21	30.00%
<i>Zamites lucerensis.</i>	2	2.85%
<i>Zamites diquiyui.</i>	1	1.42%
<i>Otozamites hespera.</i>	12	17.14%
<i>Ptilophyllum cutchense.</i>	3	4.28%
<i>Ptilophyllum acutifolium.</i>	4	5.71%
<i>Pterophyllum spinosum.</i>	4	5.71%
<i>Pelourdea sp.</i>	1	1.42%
<i>Mexiglosa Variante simple.</i>	1	1.42%
<i>williamsonia</i>	6	8.57%

Ayuquila:

total 98	# ejemplares	presencia (%)
<i>Zamites oaxacensis.</i>	1	1.02%
<i>Zamites tribulosus.</i>	46	47.95%
<i>Zamites lucerensis.</i>	7	7.14%
<i>Zamites diquiyui.</i>	5	5.10%
<i>Otozamites hespera.</i>	2	2.04%
<i>Ptilophyllum cutchense.</i>	11	11.22%
<i>Ptilophyllum acutifolium.</i>	8	8.16%
<i>Pterophyllum spinosum.</i>	8	8.16%
<i>Pelourdea sp.</i>	1	1.02%
<i>Mexiglosa Variante simple.</i>	1	1.02%
<i>williamsonia</i>	8	8.16%

TzB:

total 44	# ejemplares	presencia (%)
<i>Zamites oaxacensis.</i>	1	2.27
<i>Zamites tribulosus.</i>	25	56.81
<i>Zamites lucerensis.</i>	8	18.18
<i>Zamites diquiyui.</i>	1	2.27
<i>Otozamites hespera.</i>	1	2.27
<i>Ptilophyllum cutchense.</i>	5	11.36
<i>Ptilophyllum acutifolium.</i>	0	0
<i>Pterophyllum spinosum.</i>	3	6.81
<i>Pelourdea sp.</i>	0	0
<i>Mexiglosa Variante simple.</i>	0	0
<i>williamsonia</i>	0	0

Partideño:

	# ejemplares	presencia (%)
total 32		
<i>Zamites oaxacensis.</i>	4	12.5
<i>Zamites tribulosus.</i>	0	0
<i>Zamites lucerensis.</i>	0	0
<i>Zamites diquiyui.</i>	0	0
<i>Otozamites hespera.</i>	0	0
<i>Ptilophyllum cutchense.</i>	16	50
<i>Ptilophyllum acutifolium.</i>	0	0
<i>Pterophyllum spinosum.</i>	0	0
<i>Pelourdea sp.</i>	12	37.5
<i>Mexiglosa Variante simple.</i>	0	0
<i>williamsonia</i>	0	0