



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**ESTUDIO TAXONÓMICO-ECOLÓGICO DE TRES
GÉNEROS DE ANGIOSPERMAS FÓSILES DE LA
REGIÓN DE SANTA MARÍA AMAJAC, HIDALGO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(SISTEMÁTICA)**

P R E S E N T A

ERIKA LOURDES ORTIZ MARTINEZ

DIRECTORA DE TESIS: DRA. Ma. PATRICIA VELASCO DE LEÓN

MÉXICO, D.F.

MAYO, 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

RECONOCIMIENTOS

Los estudios de maestría se realizaron con el apoyo de la beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (becario188878).

El presente escrito esta basado en el trabajo de investigación I al IV del plan curricular de la Maestría en Ciencias Biológicas, donde fungieron como miembros del Comité Tutorial: Dra. María Patricia Velasco de León (Tutor principal), Dra. Alicia Silva Pineda y Dr. Isaías Salgado Ugarte.

Gracias:

A mis padres: Por su gran apoyo y comprensión.

Dos ingredientes sin los cuales no habría podido continuar.

A Diana y Daniela: Motores de mi vida y a quienes les he quitado tiempo y atenciones.

A Alfredo: Por tu motivación y apoyo durante todos estos años.

TE AMO

A Ernesto y Blanca: por su interés en mí trabajo.

Agradecimientos:

Al finalizar este trabajo quiero agradecer a todas esas personas que de una u otra manera me apoyaron e impulsaron a seguir adelante. Muy especialmente a:

La Dra. María Patricia Velasco de León por todas sus enseñanzas y paciencia, pero sobre todo por su gran apoyo y amistad.

La Dra. Alicia Silva Pineda por su ayuda e interés en mí trabajo.

Al Dr. Isaías Salgado Ugarte por su apoyo y observaciones durante la elaboración de esta tesis.

A las doctoras Susana Magallón Puebla y Laura Calvillo Canadell quienes con sus valiosos comentarios me ubicaron y permitieron el mejoramiento de mí trabajo.

A mí compañeros de laboratorio Pedro, Diana, Itzel, Bety, Argelia y Rigo quienes me motivaron, acompañaron y ayudaron con el trabajo de campo.

Índice

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 2 |
| ANTECEDENTES..... | 4 |
| OBJETIVOS..... | 6 |
| ZONA DE ESTUDIO..... | 7 |
| MATERIAL Y METODO GENERAL..... | 11 |
| RESULTADOS | |
| PALEOBOTANICA SISTEMATICA | |
| ROSACEAE..... | 22 |
| LEGUMINOSEAE..... | 29 |
| SALICACEAE..... | 36 |
| LISTADO DE GÉNEROS FÓSILES..... | 43 |
| CAMBIO CLIMATICO..... | 47 |
| DIVERSIDAD..... | 50 |
| DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA DE LOS GENEROS FÓSILES DE LA REGIÓN DE SANTA MARIA AMAJAC..... | 57 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 78 |
| APENDICE I..... | 85 |
| APENDICE II..... | 86 |
| APENDICE III..... | 89 |
| APENDICE IV..... | 91 |
| APENDICE V..... | 93 |
| APENDICE VI..... | 94 |
| APENDICE VII..... | 96 |

RESUMEN

La zona de estudio se ubica en el municipio de Atotonilco el Grande, Hidalgo. Comprende la región de Santa María Amajac (SMA), en donde se hallan las localidades de Los Baños, El Matador y Sanctorum. En los afloramientos fosilíferos de estas localidades se han colectado 4700 ejemplares, en su mayoría con buen estado de conservación. Las hojas son el órgano más abundante en estas localidades. Su ubicación taxonómica utilizando la arquitectura foliar ha permitido la identificación de 14 familias (Equisetaceae, Cupressaceae, Pinaceae, Fagaceae, Fabaceae, Rosaceae, Platanaceae, Salicaceae, Typhaceae, Cyperaceae, Nymphaeaceae, Juglandaceae, Moraceae, y Rhamnaceae) en los sedimentos pliocénicos de SMA. Con el fin de completar el listado florístico de la paleocomunidad, en este trabajo se ubicó taxonómicamente a tres morfotipos comunes en las tres localidades de la región de SMA. Las hojas asignadas al género *Cercocarpus* (Rosaceae) presentan dientes de tipo rosoide, venación primaria pinnada y venación secundaria craspedodroma. La identificación de *Bauhinia* entre los sedimentos de la región de SMA constituye el primer reporte del género en México. Los fósiles de este taxón muestran como carácter distintivo la presencia en la base de la hoja de un engrosamiento que se cree es evidencia de la existencia de pulvino, estructura característica de los miembros de la tribu Cercideae. Se identificaron también hojas del género *Salix*. Los fósiles identificados señalan que en *Salix* las hojas presentan venación primaria pinnada, venación secundaria eucamptodroma y abundantes dientes salicoides, carácter distintivo de las hojas de este género.

Los probables nexos de las 14 familias identificadas en la región de SMA con la flora de Norteamérica reflejan un intenso proceso de intercambio entre estas áreas del continente Americano.

La identificación de las familias y géneros presentes en la zona de estudio contribuye al conocimiento de la composición florística de la región de SMA durante el Plioceno. El trabajo en las localidades de Los Baños, El Matador y Sanctorum permite concluir que la región ha sido ya completamente muestreada. Además indica que es la familia Fagaceae (género *Quercus*) la mejor representada (59.5% y 16 morfotipos), en los afloramientos de SMA. Estudios paleoecológicos realizados en la región proponen un clima Templado Subhúmedo para la zona de estudio, mientras que en la actualidad se reporta un clima Seco Semiárido para la región. El clima propuesto para la zona y el porcentaje de representatividad de los géneros en la zona permitió inferir la presencia de un bosque de encinos durante el Plioceno en la región de SMA. Otras evidencias fósiles encontradas indican la presencia de un cuerpo de agua que durante esta época estuvo rodeado por un bosque de galerías. Hoy en día en la región florece un matorral xerófilo dominado por miembros del género *Prosopis*. Se propone que la causa del cambio climático observado en SMA es la disminución de la precipitación ya que no hay evidencia de un cambio considerable en la temperatura.

ABSTRACT

The area where the study was carried out is located in the municipality Atotonilco el Grande, Hidalgo. It comprises the region of Santa María Amajac (SMA), where the localities Los Baños, El Matador and Sanctorum are situated. In the fossiliferous outcrops of these places, 4700 samples—most of them in a good state of preservation—have been collected. The leaves are the most plentiful organ in these localities. In the Pliocene sediments of SMA, 14 families (Equisetaceae, Cupressaceae, Pinaceae, Fagaceae, Fabaceae, Rosaceae, Platanaceae, Salicaceae, Typhaceae, Cyperaceae, Nymphaeaceae, Juglandaceae Moraceae and Rhamnaceae) have been identified through their taxonomical position, using the foliar architecture. In order to complete the floristic list of the paleocommunity, in this piece of work, three common morphotypes were taxonomically identified in the three localities of SMA region. The leaves that belong to the genus *Cercocarpus* (Rosaceae) have rose-type teeth, with pinnate primary venation, and craspedodrome secondary venation. The identification of *Bauhinia* in the sediments of SMA region represents the first report about that genus in Mexico. The fossils that belong to this taxon show, as a distinctive characteristic, a thickening at the base of the leaf which is thought to be an evidence of the existence of pulvinus— a characteristic structure of the members of the tribe Cercideae. Leaves of genus *Salix* were also identified. The identified fossils show that, in *Salix*, the leaves have pinnate primary venation, eucamptodrome secondary venation and plentiful salicoid teeth, which is a distinctive characteristic of the leaves of this genus.

The probable links of the 14 identified families in SMA region with the North American flora reflect an intense process of exchange between these areas from the Americas.

The identification of the families and genus which are in the area in question provides information about the floristic composition of SMA region during the Pliocene. Taking the study carried out in the localities of Los Baños, El Matador and Sanctorum into account, it is concluded that the samplings were complete in the region. Besides, this study shows that the Fagaceae family (*Quercus* genus) is the best represented (59.5% and 16 morphotypes) in the SMA outcrops. Paleoecological studies made in the region points to a temperate subhumid climate regarding the area in question while nowadays a dry semiarid climate is reported as to the region. From the climate proposed for the area and the percentage of the samples of the genus in the area, it was deduced that there was an oak wood during the Pliocene in SMA region. During this period, other fossil evidence which was found indicates the presence of body of water surrounded by a gallery wood. Nowadays, in the region, a xerophilous thicket flowers dominated by members of the *Prosopis* genus. It is proposed that the reason for the climatic change observed in SMA is due to the decrease of precipitation, since there is not evidence of a considerable temperature change.

ANTECEDENTES.

La era Cenozoica se divide en dos periodos: el Paleógeno que se extendió por 42 millones de años (Ma) y el Neógeno que inició hace 23 millones de años, este período comprende las épocas: Mioceno, de 24 a 5.3 Ma y Plioceno, de 5.3 a 1.8 Ma (Cevallos y Ramírez Garduño, 2004).

El Plioceno, época que representa la localidad en estudio, es la etapa final del calentamiento global además de marcar el inicio de una tendencia mundial de enfriamiento que condujo a la edad de hielo del Pleistoceno; sin embargo, esta condición en México no fue tan marcada. En el territorio nacional diversos factores impactaron directamente sobre las plantas y animales de la época, probablemente, uno de los factores más importantes fue la formación durante el Mioceno medio del Eje Volcánico Transmexicano (EVT), sobre la parte sur de la Placa Norteamericana. El EVT cuenta con más de 1000 km. de longitud y aproximadamente 200 km. de ancho; se ubica en la parte central del país delimitado por los paralelos 19 y 21° N. Con una orientación de Este-Oeste, desde Veracruz hasta Nayarit (Ferrari, 2000). De acuerdo a Demant (1982) y a Ferrari (2000), el EVT se puede dividir en tres regiones: oriental, central y occidental, cada una de ellas con características diferentes.

Durante el Neógeno, se presentaron eventos eruptivos de mayor y menor intensidad en el EVT. En el Mioceno tardío, la actividad volcánica generó grandes mesetas andesítico basálticas y estratovolcanes andesíticos. En el Plioceno temprano, se formaron las calderas de los Azufres, Amealco y Huichapan en la porción central y para el Plioceno tardío-Pleistoceno temprano Ferrari (2000) cita un último periodo importante de actividad volcánica que se caracteriza por derrames de andesitas basálticas, andesitas y rocas piroclásticas de composición similar. Esta actividad volcánica y los procesos geológicos relacionados originaron cuencas endorreicas con el posterior desarrollo de lagos, lo que tuvo repercusiones en las comunidades de plantas que desde finales del Paleógeno estaban adaptadas a condiciones más áridas (Cevallos y Ramírez-Garduño, 1998). En algunos casos, como en Hidalgo los integrantes de estas comunidades quedaron preservados en los sedimentos generados por estos ambientes.

De los tres sectores en los que se divide el EVT, el sector central comprende a los estados de Hidalgo, Puebla y Tlaxcala, abarca mayor superficie y también cuenta con el registro paleontológico más extenso, sobre todo de animales (Velasco de León, *et al.*, 2006). A pesar de esto, el estudio de las plantas fósiles de esta zona es escaso; hasta el momento en Hidalgo solo se ha reportado la presencia de los géneros; *Quercus*, *Phoebes* y *Persea* en el poblado de Tezuantla, Hidalgo (Geyne, *et al.*, 1963). El estudio de la región de Santa María Amajac proporciona información valiosa sobre la diversidad y las condiciones ambientales de esta comunidad, ya que el relieve accidentado, las diferentes altitudes y clima diferente durante el Plioceno afectaron a los grupos que habitaron en esta región. En este trabajo el estudio taxonómico, de la comunidad que vivió bajo estas condiciones y su comparación con la comunidad actual pretende conocer cual fue el impacto en las angiospermas y si este afecto su diversidad.

Las plantas en el registro fósil están representadas por hojas, frutos, semillas, madera, fitolitos, polen y flores. De estos órganos, las hojas representan por su abundancia la mayor parte de los restos de angiospermas utilizados por los paleobotánicos. En décadas

pasadas el uso de las características foliares fue superficial en sus identificaciones, esto dio como resultado un porcentaje excesivamente alto de asignaciones genéricas incorrectas, especialmente en hojas más antiguas que el Oligoceno (Wolfe, 1967, 1968, 1969; Dilcher y Dolph, 1970). Esto provocó una inferencia errónea de la paleocomunidad. Hecho importante, puesto que anteriormente la determinación taxonómica de las hojas fósiles se realizaba exclusivamente por su parecido morfológico con alguna especie viviente. Estudios realizados por Dilcher (1974) quien utilizó caracteres de la arquitectura foliar (término utilizado para designar la ubicación y la forma de aquellos elementos que constituyen la expresión externa de la estructura foliar, incluyendo tipo de venación, configuración marginal, forma de la hoja, posición de las glándulas etc.), en la flora del Eoceno de Tennessee, muestran que el 60% de las especies se encuentran mal identificadas. Este error disminuye al utilizar la arquitectura foliar ya que los diversos taxa de angiospermas tienen hojas que poseen modelos de organización arquitectónica consistentes y reconocibles.

Al final del siglo XIX y mediados del siglo XX en México se realizaron importantes trabajos paleobotánicos (Aguilera, 1896; Felix, 1899; Wieland, 1909; Díaz-Lozano, 1916; Maldonado-Koerdell, 1950; Silva-Pineda, 1963; Delevoryas, 1963; Weber, 1972; Zambrano-García, 1985; Magallón-Puebla, 1991 y Cevallos-Ferriz, 2000). Sin embargo, los trabajos de tipo taxonómico utilizando hojas fósiles de angiospermas son muy escasos. Los primeros son los realizados en la localidad de Tepexi de Rodríguez, Puebla. Ramírez Garduño (1998) identificó hojas de la familia Salicaceae y Anacardiaceae en los sedimentos de la Formación Pie de Vaca; más tarde, Velasco de León (1999) reportó la presencia de las familias Rhamnaceae y Rosaceae en la localidad, además de proponer el paleoclima de la zona. Mientras que en el 2002 Calvillo Canadell utilizó la arquitectura foliar para la descripción de una nueva especie (*Bauhcia moranii*) de la misma Formación.

Sin embargo, aunque en México van en aumento los trabajos taxonómicos utilizando hojas fósiles, todavía son pocos, debido principalmente a que los yacimientos de angiospermas son poco conocidos en nuestro país y en la mayoría de ellos, las hojas no están bien preservadas ni son abundantes. En el caso de la región de SMA las impresiones se encuentran poco fragmentadas y son abundantes. Lo que permite hacer estudios taxonómicos y paleoecológicos, incrementando por lo tanto la información sobre la región central de EVT.

Por otro lado, en la región donde se localiza la zona de estudio, se han realizado diferentes trabajos paleontológicos: Villarello y Bosé (1902) en su reporte de los criaderos de hierro localizados en la hacienda de Vaquerías en el estado de Hidalgo, mencionan el rescate de fragmentos de molares y material postcranial de miembros de la familia Gomphotheriidae. Freudenberg (1922) describe; *Mastodon oligobunis varantiqussima*.

Beltrán-Romero y Luna Gómez (1994), durante el estudio geológico de la región de Santa María Amajac (SMA), reportan la colecta de hojas de angiospermas en capas de toba pumicítica al sureste del poblado El Paso de Amajac.

Castillo-Cerón (1994), al estudiar la bioestratigrafía de los sedimentos continentales de Zacualtipan en el estado de Hidalgo, señala para el área de SMA cinco localidades con restos de vertebrados fósiles. Para la localidad de Santa Cruz de Amajac se han

realizado fechamientos radiométricos con cristales de Circón y Sanidino embebidos en el material fósil. Fechamientos realizados por la técnica de *fision track*, dan una edad de 4.2 ± 0.3 millones de años y de 4.57 ± 0.002 millones de años con isótopos de argón [$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$] (Kowallis *et al.*, 1998).

En el 2000 Ortiz Martínez y Velasco de León y Velasco de León y Aguilar-Arellano, realizan la determinación taxonómica a nivel de familia de algunas hojas fósiles de la comunidad. En ese mismo año proponen también el paleoclima de la zona usando impresiones de angiospermas abundantes en la región. Otros estudios realizados son los de: Velasco de León y Romero Rangel (2000) y Aguilar-Arellano *et al.*, (2002) quienes estudiaron fósiles del género *Quercus* (Fagaceae). En el 2001 Salvador-Flores explica el origen y estratigrafía del paleolago de Amajac. Fuentes y Velasco de León, en 2002, registran la presencia de anuros. Reyes *et al.*, (2002) hacen la determinación taxonómica y geoquímica de la concha de ostrácodos. Y un año después Zaragoza-Caballero y Velasco de León (2003) reportan la presencia del género *Epicauta* (Coleóptera: Meloidae), en los sedimentos de la región.

Objetivo General

Contribuir al conocimiento de la flora Pliocénica de la región de Santa María Amajac, Hidalgo.

Objetivos Particulares

Ubicar taxonómicamente tres morfotipos fósiles abundantes en la región de Santa María Amajac.

Completar el listado de los géneros de plantas fósiles de angiospermas presentes en tres localidades de la región de Santa María Amajac.

Comparar la diversidad de los fósiles, con las plantas actuales presentes en la comunidad, para inferir el cambio ocurrido del Plioceno a la actualidad, entre las comunidades de la región.

Comparar la vegetación fósil de la zona de estudio, con otras floras de la misma edad de localidades de Estados Unidos y Sur América, para determinar el parecido florístico entre las paleocomunidades.

Establecer si la comunidad fósil ha sido completamente muestreada aplicando pruebas estadísticas.

ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se ubica en el municipio de Atotonilco el Grande, Hidalgo. Comprende la región de Santa María Amajac (Fig.1), en donde se ubican las localidades de Los Baños, El Matador y Sanctorum. Esta área se caracteriza por tener gran contraste de relieve, ya que se encuentra en el límite de dos provincias fisiográficas. Su porción norte, pertenece a la provincia fisiográfica de La Sierra Madre Oriental y su sector sur, al Eje Volcánico Transmexicano (Lugo Hubp, 1990).

En esta región aflora la Formación Atotonilco el Grande que se caracteriza por corrientes y aglomerados de basalto, depósitos clásticos de relleno no consolidado intercalados con basalto y lentes de caliza lacustre ampliamente dispersos. La Formación esta siendo erosionada rápidamente. En la zona puede observarse cañones profundos, producto de la corriente de los ríos Amajac y Metztitlán, donde se observan grandes secciones de la Formación Atotonilco el Grande sobre la que se depositaron, como último evento, rocas piroclásticas y basaltos con edades entre 2.3 y 2.5 Ma (Cantagrel *et al.*, 1979), que constituyen mesas morfológicamente bien preservadas. Por su distribución y acomodo estratigráfico se propone que la edad de esta Formación corresponde al Plioceno tardío-Pleistoceno temprano (Segerstrom, 1961).

La secuencia estudiada consiste de sedimentos clásticos y volcano-clásticos en donde se diferencian varios tipos de rocas de diferentes facies: conglomerados, areniscas, limolitas, lutitas, grauvacas de grano fino y cenizas volcánicas. La distribución de estas rocas es irregular, formando lomeríos bajos dentro de un valle circundado por una topografía de sierras constituidas por calizas de la Formación el Abra que afloran al Oeste del poblado Atotonilco el Grande, andesitas y riolitas del Grupo Pachuca localizadas al Noroeste y Sureste del pueblo de SMA, cerros de la Formación Soyatal, expuestos hacia el Norte, Noroeste y Suroeste de SMA, y por último por mesetas de basalto y lomeríos del Conglomerado Amajac, situados al Este-Sureste de Atotonilco el Grande (Salvador-Flores, 2001).

Edad. Los afloramientos fósiles de las localidades del Matador y Sanctorum, no han sido fechados radiométricamente, sin embargo, las características litológicas observadas, la posición de estos afloramientos por debajo de las corrientes de basalto, la presencia de capas sobreyacentes a este material del Plioceno tardío, la presencia de molares de *Mammthus colombi* (Villarelo y Bosë, 1902) fósil índice de este período. La existencia de especies animales como *Equus simplicidens*, *Rhynchotherium sp.* y *Tremarctus sp* (Castillo-Cerón, 1994 y Kowallis *et al.*, 1998), y los fechamientos radiométricos realizados en Santa Cruz de Amajac y Los Baños confirman la edad de 4.2 ± 0.3 millones de años (técnica de *fision track*) y de 4.57 ± 0.002 millones de años con isótopos de argón [$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$] (Kowallis *et al.*, 1998). Y finalmente el hecho de que Castillo-Cerón (1994) reconozca que toda la región pertenece a la misma unidad litológica permite ubicar la edad de la zona en el Plioceno temprano.

Los Baños

Ubicación Geográfica. Los Baños se ubica a 4 km. al suroeste del poblado con el mismo nombre, en las coordenadas geográficas $20^{\circ} 18' 18''$ latitud Norte y $98^{\circ} 42' 44.4''$ longitud Oeste, a una altitud de 1900 m.s.n.m.

Afloramiento. La columna geológica de este afloramiento tiene 96.9 m de espesor. Los fósiles fueron colectados en el intervalo de 8 a 20 m, a partir de la base (Fig.2). Se caracteriza por la presencia de tres tipos de rocas: conglomerados en la parte superior y por debajo de ellos, estratos alternos de lutita y arenisca; en ambos materiales se encuentran hojas fósiles con diferente grado de conservación. Estudios realizados en la zona por Salvador-Flores (2001) mencionan la presencia de estructuras sedimentarias primarias (grietas de desecación, estratificación cruzada, estratificación graduada y gotas de lluvia), lo que permiten inferir que la paleocomunidad de Los Baños se desarrolló al margen de un lago y que estuvo sometida a periodos estacionales de humedad y sequía.

El Matador

Ubicación Geográfica. La localidad de el Matador se localiza en las coordenadas 20°18'25'' latitud Norte y 98°46'39'' longitud Oeste, a una altitud de 1950 m.s.n.m. aproximadamente a 5.5 km. del poblado de Santa María Amajac.

Afloramiento. El afloramiento, tiene un espesor aproximado de 1 m. Presenta dos tipos de rocas (Fig.2): lutitas y areniscas de grano fino dispuestas en estratos alternos de espesor variable en donde predominan las impresiones de hojas con diferente grado de conservación y en menor cantidad impresiones y permineralizaciones de frutos y semillas.

Sanctorum

Ubicación Geográfica. Sanctorum se ubica en las coordenadas 20°18'18.5'' latitud Norte y 98°46'52.5'' longitud Oeste, a una altitud de 1700 m.s.n.m. Situado en la porción Sur Central del Estado de Hidalgo a 34 km. de la ciudad de Pachuca.

Afloramiento. El afloramiento en el poblado de Sanctorum mide 70 m de espesor. En esta localidad la Formación Atotonilco el Grande está representada por material arcilloso-limoso (Fig.2) en capas horizontales cuyo espesor varía entre 10 y 30 cm. Su coloración varía entre pardo-amarillento. Sobre este material se tiene toba lítica constituida por fragmentos del tamaño de la grava, en una matriz de arena fina. Los clastos están constituidos por fragmentos angulosos de riolita, andesita y vidrio en menor cantidad. De acuerdo a su origen y con fines descriptivos los rasgos geomorfológicos de la planicie aluvial de Sanctorum se agrupa como relieve de rocas sedimentarias continentales, su origen se debe a la erosión de las rocas de la Formación Atotonilco el Grande (Salvador-Flores, 2001).

Los fósiles encontrados en el afloramiento son muy diversos por lo que proporcionan información paleoecológica importante sobre las condiciones ambientales de la localidad durante el Plioceno. Hasta el momento se ha reportado la presencia de peces de la familia de los goodeidos, (Becerra-Martínez, 2003), anfibios (Fuentes Guerra y Velasco de León, 2002 y Solórzano-Aguilera, 2007) y ostrácodos de los géneros *Candona*, *Darwinula* y *Limnocythere* (Reyes Torres *et al*, 2002). Además de micro gasterópodos de las familias Hidrobiidae (*Phyrgophorus*); Planorbidea (*Drepanotrema*, *Gyraulus*, *Planorbella*) y Physidae (*Physella*) (Flores Camargo *et al.*, 2004). La diversidad faunística y las características litológicas de Sanctorum permiten proponer la existencia de un cuerpo de agua dulce, durante el Plioceno.

Estado de Hidalgo

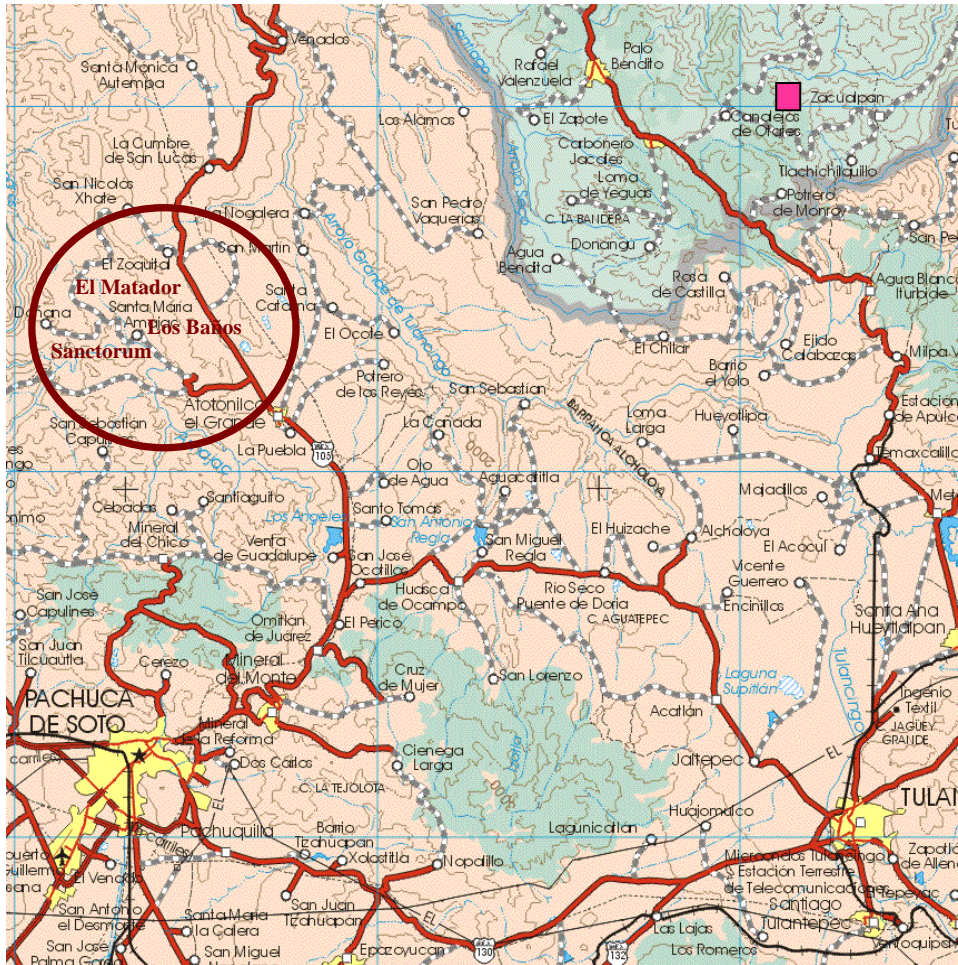


Figura 1. Mapa del estado de Hidalgo, donde se resalta el municipio de Atotonilco el Grande y la localización de la región de Santa María Amajac.

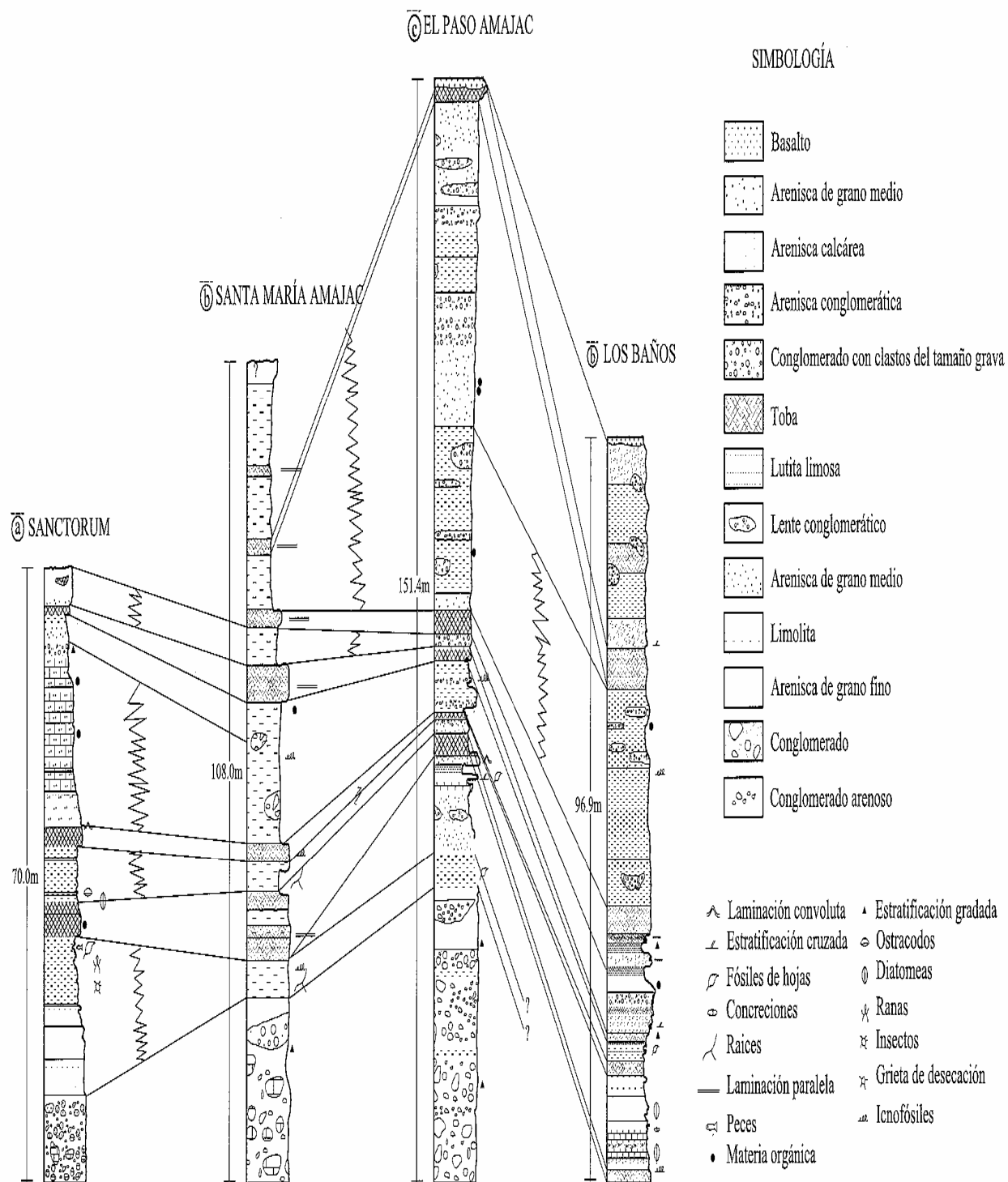


Figura 2 Columnas estratigráficas medidas en la secuencia lacustre de la Formación Atotonilco El Grande.

Arellano-Gil, et al. (2005)

MATERIAL Y MÉTODOS GENERALES

La colección de ejemplares fósiles es producto de varias visitas a la zona de estudio, algunas de las cuales se realizaron durante el transcurso del presente trabajo. El material obtenido ha sido depositado bajo resguardo del laboratorio de paleontológica de la FES Zaragoza. Para la colecta de fósiles se emplearon algunas herramientas como palas, picos, cinceles y brochas. En el laboratorio, la limpieza del material que lo requería se realizó con agujas de disección. Las observaciones del material se hicieron en un microscopio estereoscópico Olympus SMZ800.

Durante este trabajo se llevo a cabo la revisión de cerca de 4700 ejemplares, correspondientes a las localidades de Los Baños, El Matador y Sanctorum. La revisión permitió separar a los 2900 ejemplares con mejor grado de preservación y ubicarlos en el caso de ser posible dentro de alguna de las familias o géneros ya descritos para la zona de estudio. Los que no se ubicaron en ninguna de estas categorías fueron separados y etiquetados como morfotipos (11 tipos de hojas fósiles). Además del género o familia a la que pertenece cada ejemplar se anexo el grado de conservación del fósil, el tipo de roca en el que esta conservado así como el tamaño de grano que conforma la roca (datos que se añadieron a la base de datos de la FES Zaragoza). Debido al tiempo limitado para la elaboración de este trabajo los tres morfotipos más abundantes y que se presentan a lo largo de toda la columna geológica fueron separados con el objetivo de llevar a cabo su identificación taxonómica, en caso de ser posible a nivel de especie.

La asignación taxonómica de cada morfotipo se llevo a cabo revisando la bibliografía disponible, mediante la observación de ejemplares de herbario y a través de la consulta a especialistas, una vez realizada la asignación de las hojas fósiles a un género, se procedió a la revisión de las especies actuales que se distribuyen en el estado de Hidalgo, ya que por tratarse de una paleoflora relativamente joven se cree que los ejemplares colectados en la zona de estudio pueden estar más cercanamente relacionados con las especies que se distribuyen actualmente en el estado. Además de estos datos se tomo en cuenta la información de otras especies actuales y fósiles reportadas en la bibliografía, para cada uno de los géneros. En algunos casos fue importante el uso de diferentes especies de hojas aclaradas mediante la técnica de Payne, 1969 (Apéndice I). La terminología empleada en la descripción de los fósiles, y plantas actuales es la de (Hickey, 1973; Hickey y Wolfe, 1975 y Ash *et al.*, 1999; Apéndice II).

Análisis Fenético

El cladismo hoy en día, es la escuela más utilizada para la clasificación de los organismos. Sin embargo, al representar este trabajo el primer acercamiento a los morfotipos seleccionados, resulta imposible cumplir con los principios básicos de esta escuela de clasificación. Por lo que para corroborar las asignaciones taxonómicas se decidió utilizar los criterios de la escuela fenética de clasificación.

Esta escuela ha sido definida como el agrupamiento por métodos numéricos de unidades taxonómicas operativas (Otu's) en taxones, para lo que se toma en cuenta sus estados de carácter. Sneath y Sokal, (1973) afirman que la similitud total entre dos entidades, esta en función de sus similitudes individuales en cada uno de los muchos caracteres en los

cuales están siendo comparados. Es decir, que la similitud total es igual a la suma de las similitudes parciales para cada carácter. De acuerdo a lo anterior los taxones pueden ser reconocidos porque las correlaciones de caracteres difieren en los grupos de organismos en estudio. La escuela fenética de clasificación no niega la evolución de las especies sino que no pretende hacer inferencias sobre la filogenia de los organismos.

El rechazo hacia los conceptos de especie biológica y filogenética por parte del feneticismo, constituyó otro aspecto importante a ser tomado en cuenta en este trabajo, ya que al ser imposible establecer al inicio de los estudios paleontológicos las relaciones reproductivas entre los organismos o las secuencias ancestro-descendiente de las poblaciones, se echa mano del concepto morfológico de especie. Que la define, como el conjunto de individuos morfológicamente similares, generalmente asociados entre sí por una distribución geográfica definida y separados de otros conjuntos por discontinuidades morfológicas. Criterios que no se contraponen con los principios de la escuela fenética de clasificación.

En otros estudios paleobotánicos (Ramírez-Garduño y Cevallos-Ferriz, 1997; Velasco de León y Cevallos-Ferriz, 1997 y Calvillo Canadell, 2000), que han buscado establecer las relaciones de similitud entre hojas fósiles y actuales utilizando para ello la arquitectura foliar, el análisis fenético ha demostrado ser una herramienta útil. Por lo tanto en este trabajo, se incluyen dos técnicas estadísticas (análisis multivariado) utilizadas por esta escuela de clasificación: análisis de conglomerados (técnica de agrupamiento) y de coordenadas principales o componentes principales, según sea necesario (técnicas de ordenamiento). Esto se hizo con una computadora personal HP Pentium II, con la ayuda del programa estadístico NTSYS-PC versión 2.1.

Análisis de agrupamiento. El análisis de agrupamiento es uno de los métodos multivariados usados en taxonomía numérica. Es un método que despliega la similitud/disimilitud entre pares de objetos en un conjunto ordenado de datos y consiste en cinco pasos:

- 1) Los datos definidos y sus atributos, se ordenan en una matriz de datos.
- 2) Se puede trabajar con la matriz básica de datos o estandarizar los datos formando la matriz estandarizada de datos.
- 3) Se elige el coeficiente de similitud y se computa este valor en cada par de objetos, usando una u otra matriz (Básica de datos o estandarizada).
- 4) Se determina el método de agrupamiento.
- 5) Se transforma la matriz de similitud en un fenograma, donde es más fácil distinguir la similitud/disimilitud entre objetos.

Debido a la distorsión que sufren los resultados finales, por el tratamiento al que son sometidos los datos de la matriz original, se usó el coeficiente cofenético de correlación para estimar la concordancia entre los valores de similitud expresados por el fenograma y los valores de similitud, tal y como estaban expresados en la matriz básica de datos. Una correlación superior a 0.8, demuestra una baja distorsión de los valores (Sneath y Sokal, 1973).

Análisis de Ordenamiento (componentes y coordenadas principales). El análisis de ordenamiento propuesto por Pearson (1901) y mejorado por Hottelling (1933), es un método que transforma las variables originales en variables no correlacionadas. Las

nuevas variables se dominan componentes principales o coordenadas principales. Cada uno de ellos, es una combinación lineal de las variables originales; dicho de otro modo, es un método que comprime la información contenida en una matriz de datos, ya que se estudian las interdependencias entre todas las variables con el objeto de reducir al mínimo el número de variables necesarias para describir la información relevante contenida en la matriz de datos originales, identificando un número reducido de factores que representan las variables originales. En consecuencia, se espera que los primeros dos o tres componentes o coordenadas principales puedan explicar un porcentaje alto de la variación de las medidas originales (Afifi-Clark, 1990).

En general, el método utilizado para la identificación de los tres morfotipos fue el mismo. A continuación, se detallan algunos aspectos importantes para cada caso. El orden en el que son presentados los géneros sigue los criterios de Cronquist (1981).

Es importante aclarar que los nombres científicos asignados a las especies fósiles de SMA requieren para su validez de su publicación formal.

Género Cercocarpus

El género *Cercocarpus* desde su establecimiento ha sido revisado sistemáticamente tres veces, sin embargo, debido a la gran variedad infraespecífica no ha habido consenso en la delimitación de las especies. Por ejemplo Rydberg (1913) reconoce 21 especies, Martín (1950) distingue seis especies y Lis (1992) propone el reconocimiento de 10 especies con algunas variedades. Este último autor utiliza la arquitectura foliar (40 caracteres) para distinguir entre las especies del género, Velasco de León en 1999 emplea 33 caracteres observando que se mantienen las cuatro secciones reportadas por Lis (1992), lo que sugiere que la comparación fenética entre estos organismos es válida, y por lo tanto son estos los criterios utilizados en este trabajo.

Se recabo la información bibliográfica de 22 especies actuales y fósiles reportadas para el género *Cercocarpus* (Velasco de León, 1999), 10 de las cuales corresponden a especies actuales reportadas por Lis (1992): *C. betuloides*, *C. montanus*, *C. minutiflorus*, *C. mojadensis*, *C. traskiae*, *C. pringle*., *C. ledifolius*, *C. macrophyllus*, *C. paucidentatus*, *C. fothergilloides*, la información de estas tres últimas especies fue comparada con la información obtenida a través de la observación de ejemplares de herbario pues son especies reportadas para el estado de Hidalgo. Dos son nuevas especies a las que la autora no tuvo acceso al momento de realizar su trabajo; *C. rzedoswkii*, *C. mexicanus* (Velasco de León, 1999), y por último 10 corresponden a especies fósiles del género: *C. nevadensis* y *C. henricksonii* reportadas para la flora de Ruby de Estados Unidos, *C. bea annae* *C. nanophyllus* del Oligoceno de Creed, *C. orestesi* del Eoceno de Colorado, *C. ovatifolius*, y *C. eastgatensis* del Mioceno de Eastgate en Nevada, y *C. antiquus* del Mioceno de Midlegate, Nevada, *C. myricaefolius* del Eoceno de Colorado y *C. mixteca* Velasco de León del Eoceno de Puebla.

Para el análisis taxonómico se construyó una matriz básica de datos (Apéndice III) con 11 caracteres de tipo doble estado y 23 Otu's (Tabla 1). Los caracteres y estados de carácter utilizados en todos los análisis corresponde a los aspectos de la fisonomía foliar observados en las hojas de las especies actuales y que tienen su contraparte en las hojas fósiles. (Apéndice II).

Análisis de Agrupamiento

Debido a la naturaleza de los caracteres (presencia/ausencia) con los que se conformo la matriz básica de datos se determino la similitud de las Otu's utilizando el coeficiente de asociación de Jaccard. Este coeficiente fue seleccionado pues descarta a los caracteres perdidos o ausentes, codificados con el número 99, por lo que el parecido entre las Otu's esta determinado por las presencias compartidas.

El paso siguiente consistió en la agrupación de las Otu's de acuerdo con su similitud. Para ello se empleo el método de agrupamiento "Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Averages" (UPGMA), que utiliza la media aritmética entre pares de valores obtenidos. Graficando por último los resultados obtenidos (fenograma).

Para determinar la robustez del método aplicado y determinar por tanto lo viable de los caracteres y estados de carácter utilizados, se calculó el índice cofenético de correlación r .

Análisis de Coordenadas Principales.

Para este análisis de ordenación se utilizó la matriz de distancia, para realizar el análisis eigen del que se obtiene una matriz eigen que permite se proyecten las especies en el espacio (Rohlf, 1993).

Los eigenvectores, eigenvalores, los valores acumulativos de cada componente y su representación gráfica fueron utilizados para comprender las relaciones entre las Otu's.

Tabla1. Caracteres y estados de carácter utilizados en la descripción de la arquitectura foliar del género *Cercocarpus*.

| <i>Caracteres</i> | <i>Estados de Carácter</i> |
|---|---|
| 1. Forma de la hoja | Ovada Rómbica Elíptica Obovada Lanceolada Oblanceolada |
| 2. Longitud de la lámina foliar | >2.0 cm 2.1-4.0 4.1-6.0 6.1-8.0 |
| 3. Ancho de la lámina foliar | < 0.8 cm 0.9-2.0 >2.0 |
| 4. Margen de la hoja | Entero Dentado ¼ Dentado ½ Dentado ¾ |
| 5. Forma de la base | Redonda Aguda |
| 6. Forma del ápice | Agudo Redondo |
| 7. Tipo de venación secundaria | Craspedódroma Semicaspedódroma Cladódroma |
| 8. No. de venas 2rias. | dos a cuatro cinco a seis siete a diez más de diez |
| 9. Angulo de las venas secundarias | 10-30° 31-60 |
| 10. Desarrollo de las areolas | Imperfectas Bien desarrolladas |
| 11. Forma de las areolas | Poligonal Irregular Cuadrangular |

Género *Bauhinia*

La presencia de pulvino en la base de los fósiles de SMA, estructura presente en los géneros *Bauhinia* y *Cercis*, el ápice mucronado y la base cordada de los fósiles llevó a comparar los ejemplares de SMA con estos géneros.

Para observar el parecido entre los organismos se decidió incluir en el análisis numérico a 19 especies actuales de *Bauhinia*: *B. bauhinoides* (Bau), *B. andrieuxii* (And), *B. racemosa* (Rac), *B. pulchella* (Pul), *B. unguolata* (Ung), *B. longiflora* (Lon), *B. congesta* (Con), *B. variegata* (Var), *B. erythrocalyx* (Ery), *B. mexicana* (Mex), *B. monandra* (Mon), *B. subbrontundifolia* (Sub), *B. desertis* (Des), *B. fortificata* (For), *B. pescaprae* (Pes), *B. glabra* (Gla) esta última especie representada por dos ejemplares, ya que se han observado algunas diferencias entre los individuos que se distribuyen en América del Sur y México, *B. divaricata* (Div), *B. coulteri* (Cou) y *B. macranthera* (Mac), (que se distribuyen actualmente en el estado de Hidalgo). Dos especies de *Cercis*: *C. canadensis* (Can) y *C. reniformes* (Ren), que habitan actualmente en el estado de Hidalgo. Y los datos del género *Bauhcis*, propuesto por Calvillo-Canadell (2002) como una forma de transición entre los géneros *Cercis* y *Bauhinia*.

Por otro lado cuatro especies actuales de *Bauhinia* (*B. americana*, *B. latifolia*, *B. ramosissima* y *B. ununguicularis*) reportadas para el estado de Hidalgo no pudieron ser incluidas por no haber disponibles ejemplares de herbario. La información bibliográfica de estas especies no pudo ser utilizada pues las descripciones se basan principalmente en las características de la flor.

De cada una de las Otu's incluidas en el análisis se recabo la información de un total de 17 caracteres (cuantitativos y cualitativos multiestado) y 48 estados de carácter (Tabla 2). Con esta información se creo una matriz básica de datos, en donde se codifico a los valores perdidos como 99 (Apéndice IV). Con los datos obtenidos se corrieron los análisis de agrupamiento y el de componentes principales.

Análisis de Agrupamiento

Para realizar este análisis fue necesario estandarizar la matriz básica de datos con el fin de homogeneizar la escala de valores de las diferentes medidas de los caracteres. Para esto se utilizó la media como opción de substracción y la desviación estándar de cada carácter como la opción de división.

Para determinar la distancia o similitud entre las Otu's y por tratarse de caracteres cuantitativos y cualitativos multiestado se utilizó el coeficiente de Distancia Taxonómica Promedio. Posteriormente se aplico el método de agrupamiento "Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Averages" (UPGMA), que utiliza la media aritmética entre pares de valores obtenidos. Graficando por último los resultados (fenograma).

Para determinar la robustez del método aplicado y determinar por tanto lo viable de los caracteres y estados de carácter utilizados, se calculó el índice cofenético de correlación r .

Análisis de Componentes Principales.

Debido a que la matriz básica de datos se formó con una mezcla de datos cuantitativos y cualitativos multiestado el análisis de ordenación utilizado fue el de componentes principales. Mediante el cual se creó una matriz de correlación entre pares de caracteres (hileras). Realizando posteriormente un análisis Eigen del que se obtiene una matriz eigen que al multiplicarla por la matriz estandarizada permite que se proyecten las especies en un espacio de caracteres (Rohlf, 1993).

Los eigenvectores, eigenvalores, los valores acumulativos de cada componente y su representación gráfica fueron utilizados para comprender las relaciones entre las Otu's. La tabla 4, muestra cuales son los caracteres responsables del acomodo de las Otu's en el espacio.

Tabla 2. Tabla de caracteres observados en el análisis fenético de hojas de Cercideae (17 caracteres y 48 estados de carácter).

| No. | Carácter | Estado de carácter |
|-----|------------------|---|
| 1 | Lámina foliar | 0 Entera 1 Dividida |
| 2 | Forma del ápice | 0 Redondo 1 Emarginado 2 Lobado |
| 3 | Forma de la hoja | 0 Ovada 1 Elíptica |
| 4 | Base de la hoja | 0 Cordada 1 Truncada 2 Lobada |
| 5 | Pulvino | 0 Sin pulvino 1 Pulvino no dividido 2 Pulvino dividido |
| 6 | Venación 2ria | 0 Broquidódroma 1 Eucamtódroma 2 Broquidódroma y Eucamtódroma |
| 7 | # de venas 1rias | 0 6-7 1 8 2 9 3 11 4 13 |

Tabla 2. Tabla de caracteres observados en el análisis fenético de hojas de Cercideae (17 caracteres y 48 estados de carácter).

| No. | Carácter | Estado de carácter |
|-----|--|---|
| 8 | Recorrido de las v. 2rias | 0 Curvado abrupto 1 Curvado no abrupto |
| 9 | V. ínter secundarias | 0 No presente 1 Presente |
| 10 | # de V. Ínter secundarias | 0 2 1 3-5 2 6-8 |
| 11 | Recorrido de las V. 3rias | 0 Reticular al azar 1 Reticular ortogonal |
| 12 | Patrones de órdenes de venación mayores | 0 Al azar 1 Ortogonal |
| 13 | Vénulas | 0 Ausentes 1 Presentes |
| 14 | Vénulas simples | 0 Linear 1 Curvada |
| 15 | Vénulas ramificadas | 0 Ramificada una vez 1 Dos veces 2 Una y dos veces 3 Dos y tres veces |
| 16 | Disposición de las areolas | 0 Al azar 1 Orientadas |
| 17 | Formas de las areolas | 0 Triangulares 1 Cuadrangulares 2 Pentagonales 3 Pentagonales y triangulares 4 Pentagonales y cuadrangulares 5 Triangulares y cuadrangulares |

Género *Salix*

En el análisis de este morfotipo se incluyó un total de 14 taxa; seis especies actuales del género *Salix* que se distribuyen actualmente en el estado de Hidalgo; *S. cana* (Can), *S. bonplandiana* (Bon), *S. chilensis* (Chi), *S. humboldtiana* (Hum), *S. oxilepis* (Oxi) y *S. paradoxa* (Par), siete especies fósiles del Oligoceno de Puebla; *S. aranguthyiorum* (Ara), *S. poblana* (Pob), *S. balsana* (Bal), *S. alencasterae* (Ale), *S. perrilliatiae* (Per), *S. carreñoae* (Car) y *S. mixteca* (Mix) y la información del ejemplar fósil de SMA, Hidalgo. A cada una de las especies incluidas en el análisis se les midieron 13 caracteres y 27 estados de carácter (Tabla 3)

Análisis de Agrupamiento

Con los datos recabados se construyó una matriz básica de datos que incluyó 14 columnas o taxa (Unidades Taxonómicas Operativas) y 13 hileras o caracteres (Apéndice V). Debido a que la matriz obtenida incluía datos cuantitativos y cualitativos multiestado fue necesario estandarizarla. Para esto se utilizó, la media como opción de substracción y a la desviación estándar de cada carácter como la opción de división.

Para determinar la distancia o similitud entre las Otu's se utilizó el coeficiente de Distancia Taxonómica Promedio. Posteriormente se aplicó el método de agrupamiento "Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Averages" (UPGMA), que utiliza la media aritmética entre pares de valores, obteniendo el fenograma, que apoyan la identificación de las hojas fósiles.

Para determinar la robustez del método aplicado y determinar por lo tanto la confiabilidad de los caracteres y estados de carácter utilizados, se calculó el índice cofenético de correlación **r**.

Por último por tratarse de una matriz básica de datos de caracteres cuantitativos y cualitativos el método de ordenación utilizado fue el de componentes principales. Este análisis permitió determinar cuales son los caracteres responsables del acomodo de las Otu's en el espacio.

Tabla 3. Tabla de caracteres observados en el análisis fenético del género *Salix* (13 caracteres cuantitativos y cualitativos multiestado y 27 estados de carácter).

| Carácter | Estado de Carácter |
|--------------------------------------|--|
| 1. Forma de la hoja | 0 Elíptica 1 Ovada 2 Obovada |
| 2. Longitud de la lámina foliar | Cuantitativo |
| 3. Ancho de la lámina foliar | Cuantitativo |
| 4. Margen del la hoja | 0 Entero 1 Dentado |
| 5. Forma del ápice | 0 redondo 1 acuminado 2 agudo |
| 6. Tipo de venación secundaria | 0 Eucamptodroma 1 Broquidódroma |
| 7. No. de venas secundarias | Cuantitativo |
| 8. Ángulo de las venas secundarias | Cuantitativo |
| 9. Venación de tercer orden | 0 No se distingue 1 Se distingue |
| 10. Cantidad de dientes salicoides | 0 Escasos 1 Abundantes 2 No presenta |
| 11. Venas íter secundarias | 0 No presenta 1 Presenta |
| 12. Características de la vena media | 0 Vena media recta/gruesa 1 Vena media recta/débil 2 Vena media curva/gruesa 3 Vena media curva/débil |
| 13. Simetría de la lámina foliar | 0 Asimétrica 1 Simétrica |

Para proponer el cambio climático ocurrido en la región de SMA del Plioceno a la actualidad se tomó como indicador importante a la vegetación, ya que el establecimiento de las comunidades de plantas está directamente relacionado con el clima. Durante el desarrollo del presente trabajo se realizaron seis visitas a campo. En cada una de ellas además de la colecta del material fósil, se hicieron recorridos por la región, que permitieron la colecta de las plantas que habitan actualmente en esta zona del país. La identificación de estos organismos y la información bibliográfica recabada para la zona permitió establecer la comunidad de plantas actuales que se presentan en la región.

La comunidad fósil fue inferida a partir de los porcentajes de representatividad de los morfotipos en los que se agrupó a las hojas fósiles y su fisonomía. Además de la información proporcionada por las plantas se utilizó el clima propuesto para esta región durante el Plioceno y en la actualidad.

Con el fin de determinar si la comunidad fósil de Santa María Amajac ha sido ya suficientemente muestreada se analizaron para las localidades de Los Baños, El Matador y Sanctorum 18, 9 y 20 muestras respectivamente. El tamaño de muestra fue de 100 ejemplares de hojas fósiles. Los organismos fueron ubicados en caso de ser posible dentro de alguno de los géneros descritos para la región de SMA. Aquellos que por sus características morfológicas no se pudieron asignar a uno de estos géneros, fueron separados en morfotipos.

En paleobotánica al utilizar hojas fósiles de angiospermas en trabajos taxonómicos, paleoecológicos o estratigráficos se utiliza el término morfotipo para resolver el status botánico y nomenclatural de cada tipo de hoja. Ya que se refiere a aquellas hojas con diferencias morfológicas tales que no permiten designarlas a un grupo taxonómico definido. Por lo que cada uno de los morfotipos encontrados correspondería a una especie diferente.

Una vez contabilizados los morfotipos presentes en cada una de las localidades se gráfico la frecuencia acumulada de estos contra el número de ejemplares muestreados.

Se determinó la abundancia de especies del género *Quercus* en las localidades que comprenden la zona de estudio. Debido a su abundancia en la comunidad fósil de SMA. Para la estimación de la abundancia de especies de *Quercus* presentes en la región fue necesario estandarizar el tamaño de muestra, para ello se tomaron los últimos 100 ejemplares (de cada una de las localidades: Los Baños, El Matador y Sanctorum) registrados en la colección paleontológica de la FES Zaragoza. Se compararon con los ejemplares encontrados por bloques. De esta manera se garantizó que el tamaño de muestra comparado es el mismo para cada localidad (seis bloques por localidad). Los bloques de Los Baños y Sanctorum corresponden a diferentes estratos de la columna geológica, que representan distintos periodos de tiempo, y una visión más general de las condiciones que existieron en la localidad durante el Plioceno. En El Matador, los bloques corresponden a un mismo periodo de tiempo pues el tamaño del afloramiento (Aproximadamente 1 m.) no permite el muestreo en diferentes puntos. El tamaño de los bloques en las tres localidades no pudo ser mayor a 25X20X6 cm, ya que los afloramientos están formados por rocas (lutitas y areniscas) poco compactas que al extraerse se fragmentan, complicando la identificación de las hojas.

Por último para entender los procesos de dispersión que llevaron a México a los géneros más abundantes en la región de SMA se revisaron los registros de dos bases de datos: Universidad de Berkeley y Paleobiology database. Se decidió utilizar estas bases de datos por el número de comunidades que manejan pues fueron las que mayor información proporcionaron sobre las localidades fosilíferas reportadas. Además de estos datos se tomó en cuenta los informes de diferentes publicaciones de localidades fosilíferas de Norte y Sur América (Mioceno y Plioceno, Mapa 1 y 2), en donde se reporta la presencia de alguno de los géneros de plantas (*Salix*, *Populus*, *Quercus*, *Equisetum*, *Platanus*, *Juniperus*, *Cercocarpus* y *Bauhinia*,) que se sabe existieron durante el Plioceno en la región de Santa María Amajac.

Con los datos obtenidos se corrió un análisis de agrupamiento con el programa NTSYS *ver.* 2.1, con el fin de observar el parecido que guarda la comunidad fósil de SMA con otras localidades fosilíferas de Norte y Sur América así como el cambio de las comunidades de una época a otra. Para ello se creó una matriz básica de datos, de tipo presencia ausencia, conformada en las columnas por 67 localidades (Apéndice VI); dos de Sur América, tres de México, dos de Canadá y 60 de Estados Unidos (Otu's) y en las hileras por 193 géneros. La similitud entre las Otu's se estimó utilizando el coeficiente de Jaccard. Utilizando como método de agrupamiento el UPGMA.

Además se revisaron alrededor de 400 registros paleontológicos de diferentes partes del mundo de los taxa más abundantes presentes en la zona de estudio, con el fin de inferir las rutas de dispersión de cada uno de estos géneros (Mapas 3-16). Para ello se localizó la ubicación en un mapa de cada uno de los registros, dividiéndolos por género, con el fin de visualizar mejor la distribución de cada uno de ellos desde sus primeros registros hasta el Plioceno.

Resultados

Paleobotánica Sistemática (*Rosaceae*)

La familia Rosaceae incluye 85 géneros y más de 3000 especies. Aunque la familia se considera cosmopolita la mayor diversidad se encuentra en los boques deciduos del Hemisferio Norte.

El registro fósil de la subfamilia Rosoideae es escaso, aunque se tiene evidencias de su presencia a través de hojas de *Cercocarpus* y *Rubus* en los sedimentos del Eoceno de Washington (Wolfe y Wher, 1988). El registro fósil del género *Cercoacarpus* muestra que para el Oligoceno este grupo de plantas se había diversificado ya notablemente. Adaptándose principalmente a ambientes templados y xéricos. En México solo se ha reportado la presencia de este género en los sedimentos del Oligoceno de Puebla.

Descripción Sistemática

FAMILIA: Rosaceae

SUBFAMILIA: Rosoideae

TRIBU: Roside

GÉNERO: *Cercocarpus* Kunth

ESPECIE: *Cercocarpus amajensis*. Sp. nov. Ortiz-Martínez (Fig. 3).

HOLOTIPO: Colección de paleontología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, número de catálogo CFZ-SMA585.

LOCALIDAD: Los Baños, Formación Atotonilco el Grande, a 4 km. al suroeste de el poblado con el mismo nombre, Hidalgo, México. 20° 18' 18" N, 98° 42' 44.4" O.

EDAD: Plioceno

ETIMOLOGÍA: El epíteto específico, *amajensis*, se refiere al nombre dado a la localidad en la que se colectó esta especie.

DIAGNOSIS: Hoja de forma obovada; base aguda, ápice redondo; margen dentado en el primer cuarto de la lámina foliar, con cuatro dientes primarios de tipo rosoide; venación primaria pinada, venación secundaria craspedódroma; vena media gruesa y recta; 4 pares de venas secundarias, venas secundarias con ángulo de inserción a la vena media entre 10° y 30°; areolas cuadrangulares bien desarrolladas.

DESCRIPCIÓN: Tres hojas completas y 19 fragmentos se conocen. Lámina simétrica de forma obovada; con 14 (16-12) mm de largo, 6 (5-7) mm de ancho y relación largo ancho 2:1. La base es aguda, ápice redondo. Margen dentado con tres o cuatro dientes de ápice redondo en el

primer cuarto de la hoja. La parte basal de los dientes es recta mientras que la apical es convexa. La venación primaria es pinnada, mientras que la secundaria es craspedódroma, con vena media gruesa y recta, con 3-4 pares de venas secundarias que terminan en los dientes. Las venas secundarias se originan de la vena media formando ángulos que van de 10° a 30°. Venas terciarias débiles que tienden a adelgazarse hacia el ápice. Areolas cuadrangulares bien desarrolladas (Fig. 3).

Discusión

Los caracteres que permiten asignar a las hojas fósiles como miembros de la familia Rosaceae son: dientes primarios de tipo rosoide, venas terciarias que forman ángulos agudos con las secundarias y tienden a adelgazarse en el área intercostal y venas terciarias débiles. La tribu Roside se caracteriza por presentar venación pinnada craspedódroma o camptódroma, margen entero o dentado y dientes primarios. La especie fósil de SMA comparten con los miembros del género *Cercocarpus* la venación primaria pinnada y la secundaria craspedódroma, margen dentado en el primer cuarto de la hoja, la forma elíptica de la lámina foliar, la presencia de 3 a 12 pares de venas secundarias y areolas que pueden estar o no bien desarrollada.

A través del análisis de agrupamiento se obtuvo un solo fenograma (Gráfica 1) en el cual se puede distinguir la separación de las Otu's en dos grandes grupos. En el primer grupo (A) se observa que las especies *C. traskiae* y *C. macrophyllus*, se encuentran ligadas fenéticamente (0.50% coeficiente de similitud), ya que ambos presentan hojas ovadas y elípticas, ápice y base redondeados venación cladódroma y areolas irregulares o cuadrangulares. Siendo la venación cladódroma, el carácter responsable del aislamiento de estas Otu's. En el grupo (B) se observan dos subgrupos. El subgrupos (1) incluye a *C. mixteca* y *C. amajensis*, especies que se caracterizan por presentar: hojas obovadas, margen dentado en el primer cuarto de la lámina, base aguda, ápice redondo, venación pinnada craspedódroma, con 2-4 venas secundarias, que se insertan a la vena media con un ángulo que varía de 10° a 30°, y areolas poligonales. Estas especies difieren entre ellas, en la forma de las areolas y el grado de desarrollo de las mismas.

El subgrupo (2) esta conformado por el resto de las especies actuales y fósiles incluidas en el análisis. En este subgrupo el conjunto (2.1) incluye a tres especies actuales *C. montanus*, *C. betuloides* y *C. fothersgilloides* y dos fósiles, *C. henricksonii* (reportada para la flora de Ruby en Estados Unidos) y *C. myricaefolius* (Eoceno de Colorado). Estas especies tienen hojas más grandes, que *C. amajensis*, dientes que pueden encontrarse incluso en la mitad distal de la lámina y hasta 10 pares de venas secundarias.

Dentro del subgrupo (2.2), *C. minutiflorus* y *C. mojadensis*, se alejan de *C. amajensis* por presentan venación secundaria craspedodroma, así como de 7 a 10 pares de venas secundarias. Las especies que siguen es este subgrupo (2.2) *C. rzedowskii* y *C. mexicanus* comparten la presencia de hojas elípticas, venación de segundo orden craspedódroma o semicraspedroma, caracteres que son al mismo tiempo los que separan a estas especie de *C. amajensis*

La especie actual *C. pringue*, está estrechamente relacionada con la especie fósil *C. ovatifolius* (reportada para el Mioceno de Nevada), ya que comparten el 78% de los caracteres, variando ligeramente en el tamaño de las hojas, en la presencia de margen entero en los miembros de la

especie *C. ovatifolius*, además de la presencia de areolas imperfectas en la especie *C. pringue*. Dentro de este grupo las especies más alejadas de *C. amajensis* son *C. ledifolius* y *C. nanophyllus* (especie fósil reportada para el Oligoceno de Estados Unidos), que presentan margen entero y venación cladódroma.

Los resultados obtenidos de la comparación fenética de *C. amajensis* con las especies actuales y fósiles del género *Cercocarpus* permiten proponer la existencia de una nueva especie, en los sedimentos pliocenicos de la región de SMA. Ya que de acuerdo a Sneath y Sokal (1973) dos Otu's son iguales cuando el coeficiente de similitud que las une es mayor o igual a 0.8. El coeficiente de similitud que une a *C. amajensis* con la Otu más cercana (*C. mixteca*) es de 0.7. Por lo que *Cercocarpus amajanensis* puede ser considerada como una nueva especie, relacionada más cercanamente con *C. mixteca*, especie fósil adaptada al clima templado subhúmedo, que prevaleció durante el Oligoceno en el estado de Puebla, México.

El coeficiente cofenético obtenido para el fenograma (0.80035), corrobora los resultados anteriores pues señala la buena robustez del método utilizado, indicando por lo tanto que el agrupamiento de las Otu's se debe a patrones bien definidos de variación y no al azar.

Por otro lado el análisis de coordenadas principales (Gráfica 2) indica que son los seis primeros componentes los que agrupan a más del 55% de la variación acumulada (Tabla 5). Valores que si bien son bajos, indican variación morfológica inherente a los ejemplares, que aumenta al incrementar el número de Otu's en el análisis, sin que ello marque el agrupamiento de las Otu's al azar.

En la Gráfica 2 el cuadrante inferior izquierdo, muestra la separación de un grupo formado por las especies *C. macrophyllus* y *C. traskiae*. Alejadas de este grupo se encuentran el resto de las Otu's, destacando la cercanía de *C. amajensis* y *C. mixteca*. Siendo en el primer componente los caracteres: forma de la hoja, número de venas secundarias, base de la hoja y ángulo de las venas secundarias los que determinan el acomodo de las Otu's en la grafica, mientras que en el segundo componente son el margen de las hojas y la nervadura secundaria, así como la forma y grado de desarrollo de las areolas las que determinan el acomodo.

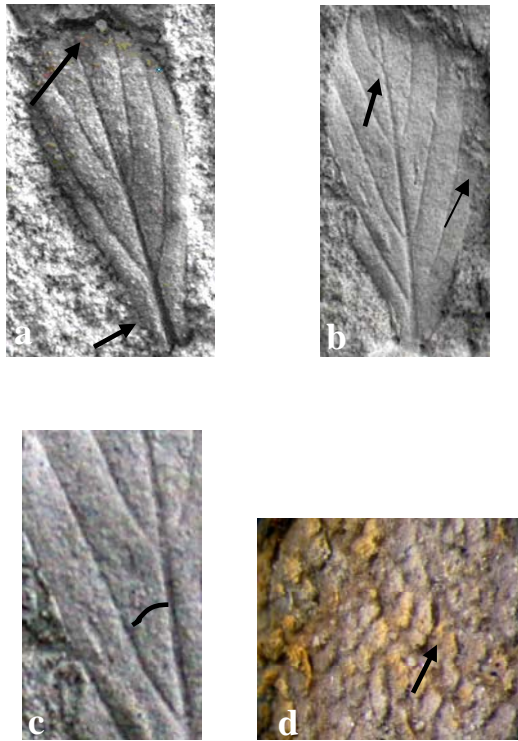
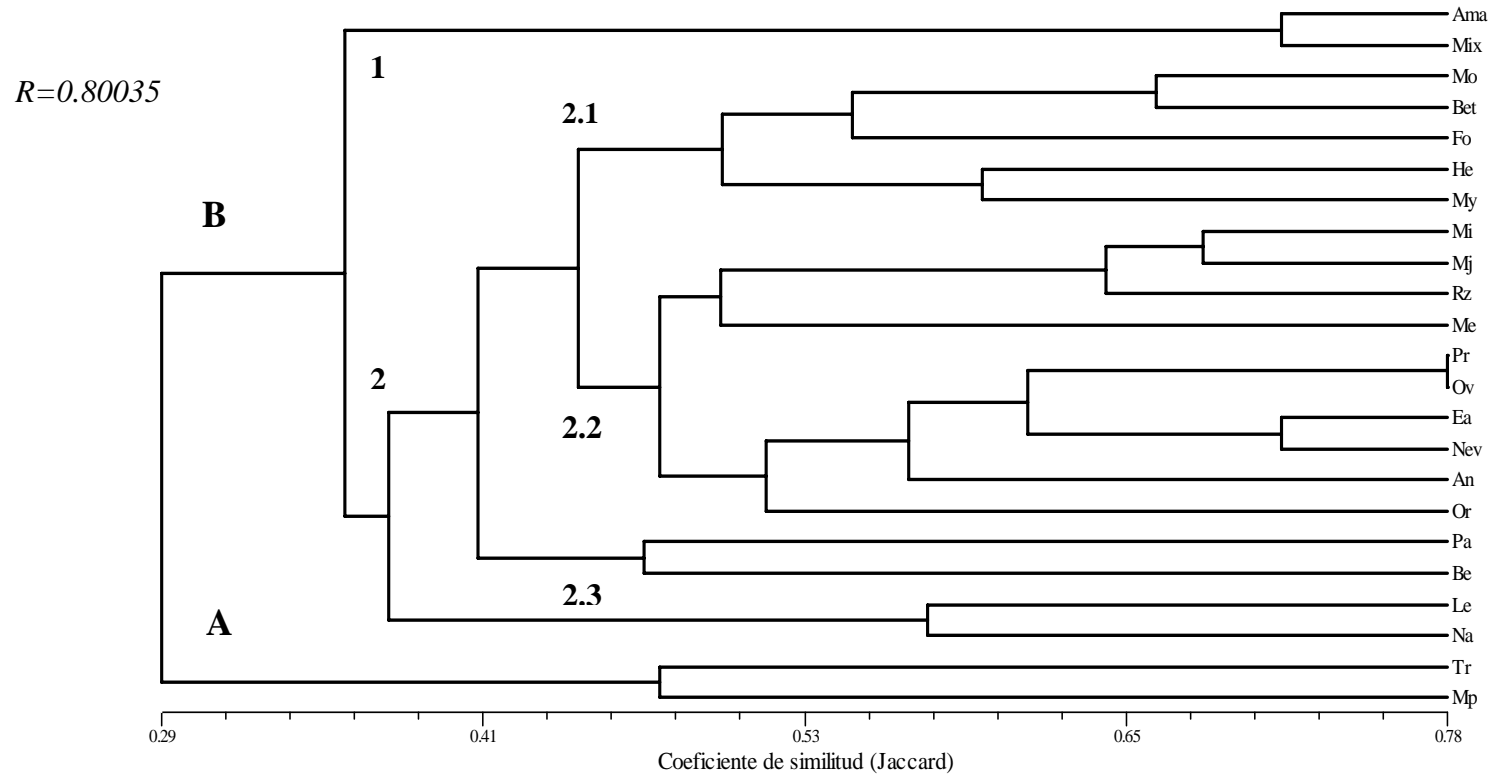


Fig. 3(a-d). Hojas de *Cercocarpus amajensis*. Foto. a-b Hojas completas con ápice redondo, base aguda, margen dentado en el primer cuarto de la lámina foliar, vena media recta. Venación craspedódroma, de 3-4 pares de venas secundarias CFZ-SMA585 y CFZ-Mt53 (1x). Foto c. Recorrido de las venas secundarias y ángulo de inserción a la vena media de 10°-30° CFZ-SMA585 (2.5x). Foto d. areolas cuadrangulares CFZ-SMA585 (3.5x).

Tabla.4 Porcentajes de variación acumulada obtenidos en el análisis de componentes principales del género *Cercocarpus*. El sexto componente reúne más del 50% de la variación acumulada.

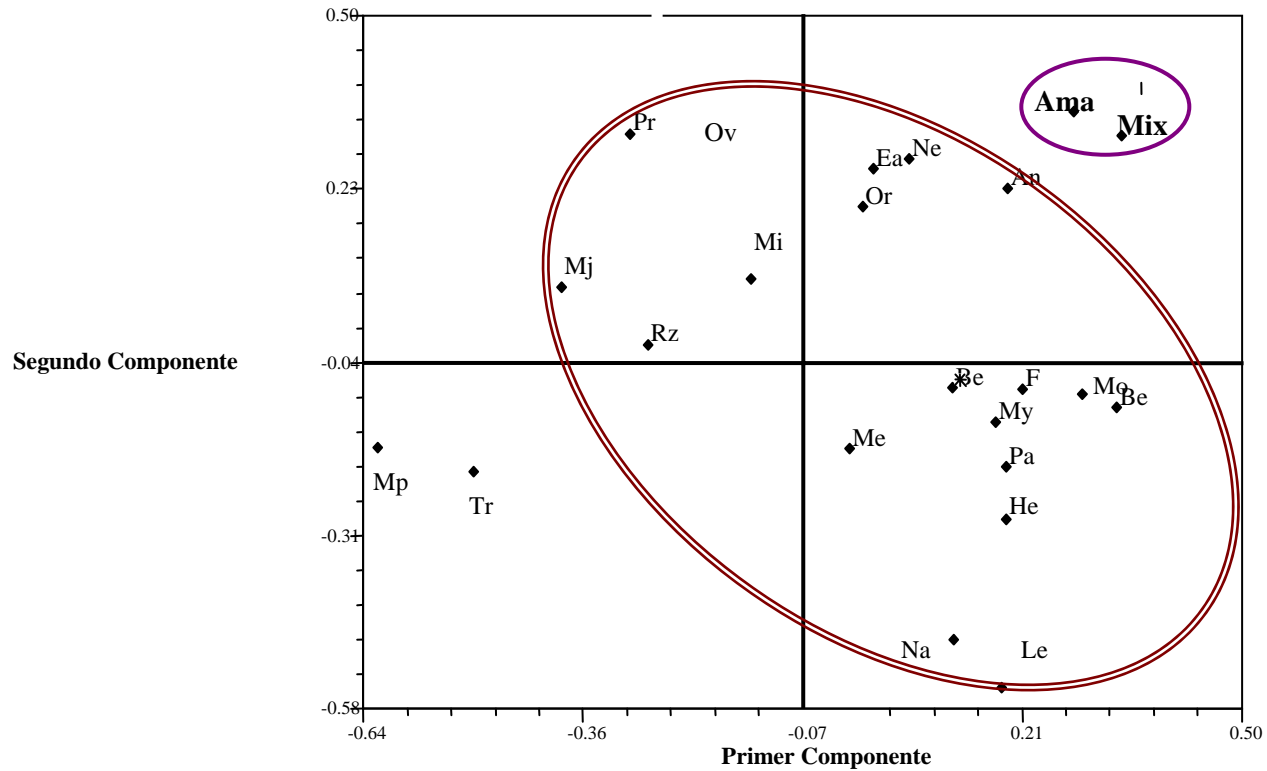
| | Eigen valor | Porcentaje | Acumulativo |
|----|--------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | 1.63919806 | 12.6560 | 12.6560 |
| 2 | 1.47036895 | 11.3525 | 24.0086 |
| 3 | 1.30903633 | 10.1069 | 34.1155 |
| 4 | 1.12518890 | 8.6874 | 42.8029 |
| 5 | 0.87502424 | 6.7559 | 49.5588 |
| 6 | 0.82107233 | 6.3394 | 55.8982 |
| 7 | 0.69823852 | 5.3910 | 61.2892 |
| 8 | 0.63944209 | 4.9370 | 66.2263 |
| 9 | 0.59466635 | 4.5913 | 70.8176 |
| 10 | 0.53295620 | 4.1149 | 74.9325 |
| 11 | 0.51533816 | 3.9789 | 78.9114 |
| 12 | 0.40313204 | 3.1125 | 82.0239 |
| 13 | 0.37223537 | 2.8740 | 84.8979 |
| 14 | 0.31110141 | 2.4020 | 87.2999 |
| 15 | 0.30513432 | 2.3559 | 89.6558 |
| 16 | 0.27547375 | 2.1269 | 91.7827 |
| 17 | 0.23822529 | 1.8393 | 93.6220 |
| 18 | .21622661 | 1.6695 | 95.2914 |
| 19 | 0.18516128 | 1.4296 | 96.7210 |
| 20 | 0.16665323 | 1.2867 | 98.0077 |
| 21 | 0.14751089 | 1.1389 | 99.1467 |
| 22 | 0.11052386 | 0.8533 | 100.0000 |

Análisis de agrupamiento del género Cercocarpus



Gráfica 1. Fenograma que muestra el agrupamiento de las Otu's en base al coeficiente de similitud de Jaccard. El nombre de las especies de *Cercocarpus* se abrevio en base al epíteto específico: (*C. betuloides* (Bet), *C. montanus* (Mo), *C. fothergilloides* (Fo), *C. minutiflorus* (Mi), *C. mojadensis* (Mj), *C. traskiae* (Tr), *C. pringle* (Pr), *C. paucidentatus* (Pa), *C. ledifolius* (Le), *C. macrophyllus* (Mp), *C. rzedowskii* (Rz), *C. mexicanus* (Me), (*C. beaannae* (Be), *C. nanophyllus* (Na), *C. orestesi* (Or), *C. ovatifolius* (Ov), y *C. eastgatensis* (Ea), *C. antiquus* (An), *C. henricksonii* (He), *C. myricaefolius* (My), *C. mixteca* (Mix) y *C. Amajensis* (Ama).)

Análisis de Coordenadas Principales del Género *Cercocarpus*



Grafica 2. Análisis de Coordenadas Principales; las Otu's se separan formando dos grandes grupos, el grupo A formado por especies actuales y fósiles reportadas en la bibliografía. El grupo B incluye a la especie *C. amajensis*. (*C. betuloides* (Bet), *C. montanus* (Mo), *C. fothergilloides* (Fo), *C. minutiflorus* (Mi), *C. mojadensis* (Mj), *C. traskiae* (Tr), *C. pringle* (Pr), *C. paucidentatus* (Pa), *C. ledifolius* (Le), *C. macrophyllus* (Mp), *C. rzedowskii* (Rz), *C. mexicanus* (Me), *C. beaanae* (Be), *C. nanophyllus* (Na), *C. orestesi* (Or), *C. ovatifolius* (Ov), y *C. eastgatensis* (Ea), *C. antiquus* (An), *C. mixteca* (Mix) y *C. amajensis* (Ama). Caracteres de A1 al H3 (tabla 1)).

Paleobotánica Sistemática (*Leguminosae*)

Las leguminosas comprenden 727 géneros y 19 325 especies (Lewis *et al.*, 2005) de las cuales, 26 tribus, 135 géneros y 1724 especies se encuentran en México (Sousa *et al.*, 1993). Este grupo de plantas se localiza en cualquier parte del país, ocupando habitats diversos, siendo más numeroso en las zonas tropicales (Sousa *et al.*, 1993).

La tribu Cercideae fue establecida por Bronn (1822) y consistía de un solo género, *Cercis*, años después, esta clasificación fue modificada por Bentham (1865), quien la denominó Bauhinieae, incluyendo además a *Bauhinia* y *Bandeiraea*. Actualmente sigue siendo motivo de controversia debido a la diversidad del género *Bauhinia* (Calvillo-Canadell, 2002).

Aunque el registro fósil de la tribu es escaso se sabe que en el Eoceno ya se encontraba bien establecida y ampliamente distribuida (Polhill *et al.* 1981). Con lo que respecta a *Bauhinia*, es el género más grande de la tribu con 250 especies de las que alrededor de 30 se encuentran en México. Algunas nativas del viejo mundo, utilizadas en la actualidad como plantas ornamentales en parques, jardines y calles.

En México el registro fósil de esta familia es poco conocido, se considera a una madera permineralizada de Tlacolula, Oaxaca, asignada a *Mimosoxylon tenax*, el primer registro fósil que se tiene de las leguminosas. Esta madera probablemente proviene de los sedimentos terciarios que se encuentran en la región. En cuanto al género *Bauhinia* el registro fósil es muy incompleto ya que de acuerdo a la base de datos paleobiology database solo se han reportado 7 registros: seis para el Paleoceno de Estados Unidos (Formación Fort Unión) y uno para el Cretácico de Bolivia. En México no se ha documentado su presencia, por lo que este trabajo representaría el primer reporte del género.

Descripción Sistemática

FAMILIA: Leguminosae

SUBFAMILIA: Caesalpinieae

TRIBU: Cercideae

GÉNERO: *Bauhinia*

ESPECIE: *Bauhinia hidalgensis* Sp nov Ortiz-Martínez (Fig. 4)

HOLOTIPO: Colección paleontológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México, No. de catalogo CFZ-ST 1938

LOCALIDAD: Formación Atotonilco el Grande, a 5.5 km del poblado de Santa María Amajac, Hidalgo, México 20°18'18.5''N, 98°46'52.5''W.

EDAD: Plioceno

ETIMOLOGÍA: El epíteto específico, *hidalgensis*, se refiere al nombre del estado de la República Mexicana en donde han sido colectados los ejemplares que conforman esta especie.

DIAGNOSIS: Hoja bilobada, de forma elíptica, ápice mucronado, base cordada, pulvino no dividido; margen entero; venación primaria actinódroma, venación secundaria broquidódroma, 7 venas principales, venas secundarias con recorrido no abrupto, sin venas intersecundarias, ordenes de venación terciaria con patrón reticulado ortogonal, aréolas cuadrangulares orientadas y sin vénulas en su interior.

DESCRIPCION: Dos hojas fósiles completas y tres muestras incompletas se conocen, con lámina simétrica de forma de elíptica a ovada, con 40 mm de largo, 26 mm de ancho, relación largo ancho 2:1. Margen entero, base cordada, ápice mucronado, venación primaria actinódroma, secundaria broquidódroma, de 6 a 7 venas principales, venas secundarias que se originan de las venas principales con ángulos que varían de 15°-68°. Las venas secundarias a lo largo de su recorrido se curvan de manera no abrupta, sin venas intersecundarias, el patrón de las venas terciarias es reticulado ortogonal. Las areolas son cuadrangulares, bien definidas y orientadas (Fig.4).

Análisis Fenético

El análisis fenético de las hojas fósiles generó un solo fenograma (Grafica 3), en donde se observa la separación de las Otu's en dos grupos, El primer grupo (1) incluye a las dos especies de *Cercis* (*C. canadensis* y *C. reniformes*) incluidas en el análisis y a la especie fósil *Bauhcis moranii*. Los caracteres que agrupan a estas Otu's son: la presencia de pulvino no dividido, venación secundaria broquidódroma, de 6 a 7 venas principales, venas secundarias con recorridos no abruptos, el recorrido ortogonal de las venas terciarias, la existencia de vénulas ramificadas dos y tres veces y por último areolas de forma cuadrangular o pentagonal con disposición al azar. El segundo grupo (2) incluye a todas las especies actuales de *Bauhinia* incluidas en el análisis y a la especie fósil de SMA *B. hidalgensis*. Este grupo se divide a su vez en dos subgrupos, el subgrupo 2.1 muestra dos agrupaciones interesantes, la primera de ellas (2.1.1), la más alejada de la especie fósil de SMA incluye a 12 especies actuales (*B. bauhinoides*, *B. andrieuxii*, *B. unguolata*, *B. longiflora*, *B. congesta*, *B. variegata*, *B. divaricata*, *B. erythrocalyx*, *B. mexicana*, *B. monandra*, *B. fortificata*, *B. pescaprae*) que presentan: venas secundarias con recorrido no abrupto venas intersecundarias ausentes, venas terciarias con recorrido reticulado ortogonal y vénulas dispuestas al azar. El segundo subgrupo esta formado por siete Otu's (*B. glabra*, *B. pulchella*, *B. subbrontundifolia*, *B. coulteri*, *B. desertis*, *B. macranthera* y *B. hidalgensis*), siendo la forma bilobada de la lámina foliar, la forma elíptica de las hojas y el recorrido ortogonal de las venas terciarias los caracteres responsables de esta agrupación. Dentro de este subgrupo la especie fósil de SMA esta más relacionada fenéticamente con las especies: *B. subbrontundifolia*, *B. coulteri*, *B. desertis* y *B. macranthera* (1.20 Coeficiente de similitud) ya que todas ellas presentan además areolas orientadas.

Por último el subgrupo 2.2 esta conformado únicamente por la especie *B. racemosa*. La separación de esta Otu se debe a que es la única especie que presenta el pulvino dividido. Los resultados obtenidos muestran claramente la separación de las especies de los tres géneros incluidos. Esto y el coeficiente cofenético obtenido ($r = 0.8425$) indican que los caracteres empleados en el análisis son adecuados para mostrar los patrones de variación que ocurren en la naturaleza. Por lo tanto los resultados obtenidos permiten inferir la presencia de una nueva especie del género *Bauhinia* en los sedimentos pliocenicos de la región de Santa María Amajac.

Análisis de Componentes Principales

El análisis de componentes principales (Grafica 4) permite confirmar los resultados obtenidos a través del método de agrupamiento ya que se logra observar los cuatro grupos delimitados en este análisis. El cuadrante inferior izquierdo (Gráfica 4) muestra un grupo

formado por los dos ejemplares fósiles de *Bauhcia moranii* y las dos especies actuales *C. canadensis* y *C. reniformes*. En el cuadrante superior izquierdo se distingue la fuerte relación entre las especies *B. bauhinoides*, *B. andrieuxii*, *B. unguata*, *B. longiflora*, *B. congesta*, *B. variegata*, *B. divaricata*, *B. erythrocalyx*, *B. mexicana*, *B. monandra*, *B. fortificata*, *B. pescaprae*. Por otro lado en la parte derecha de la grafica se observa también un grupo formado por seis especies actuales de bauhinias (*B. glabra*, *B. pulchella*, *B. subbrontundifolia*, *B. coulteri*, *B. desertis*, *B. macranthera* y *B. hidalgensis*). Los caracteres responsables del acomodo (Tabla 5) son para el primer componente; el número de venas intersecundarias, presencia/ausencia de vénulas, número de ramificaciones de las vénulas, el recorrido de las venas terciarias, el patrón del orden mayor de venación y la disposición y forma de las areolas. En el segundo componente son: el tipo de venación secundaria, forma de la lámina foliar y la presencia-ausencia de las venas intersecundarias. Mientras que en el tercer componente los caracteres importante en el acomodo de las Otu's son el recorrido de las venas secundarias, la base de las hojas y la presencia de vénulas lineares o curvadas.

La tabla 6 muestra que son los tres primeros componentes los responsables del acomodo ya que reúnen más del 60 % de la variación acumulada. Valores que marcan la existencia de variación morfológica inherente a los ejemplares, lo que permite concluir que el acomodo de las Otu's no esta determinado por el azar.

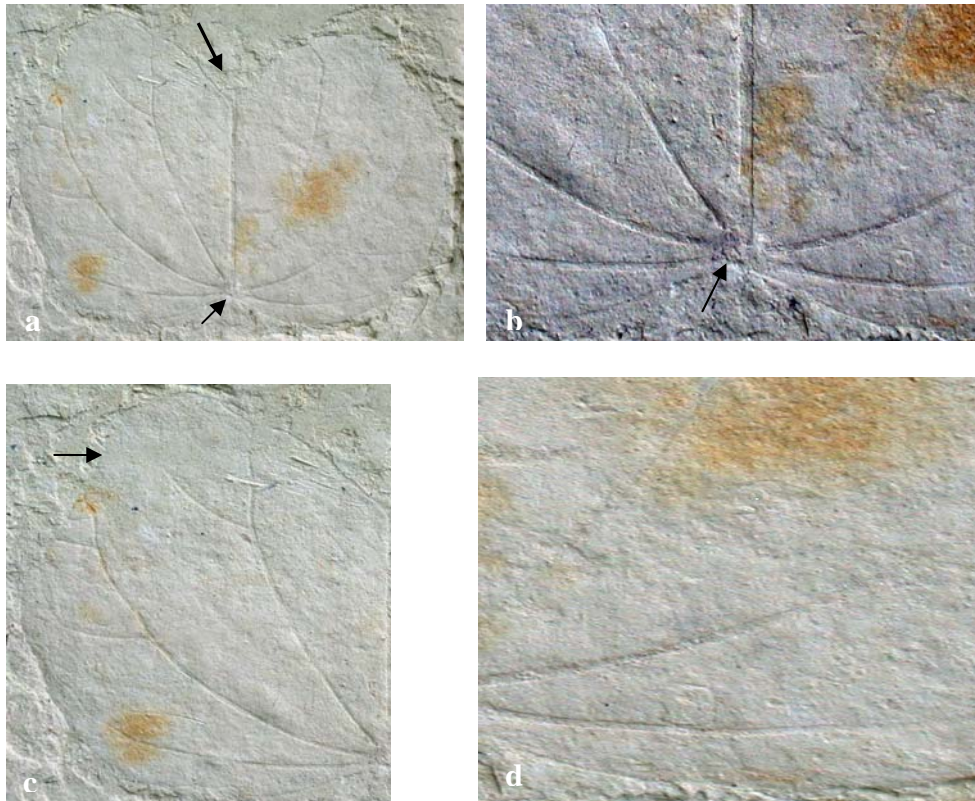


Fig. 4 Hojas de *Bauhinia hidalgensis*

Fig. 4 Hoja de *Bauhinia hidalgensis*. Foto a. Hoja completa con ápice mucronado, base cordada, margen entero. CFZ-ST 1938 (1x). Foto b. Pulvino, Venas principales CFZ-ST 21 (2x). Foto c. Venación secundaria brochidódroma CFZ-ST 1938 (2x). Foto d. Recorrido de las venas principales y areolas cuadrangulares CFZ-ST 1938 (3.5x).

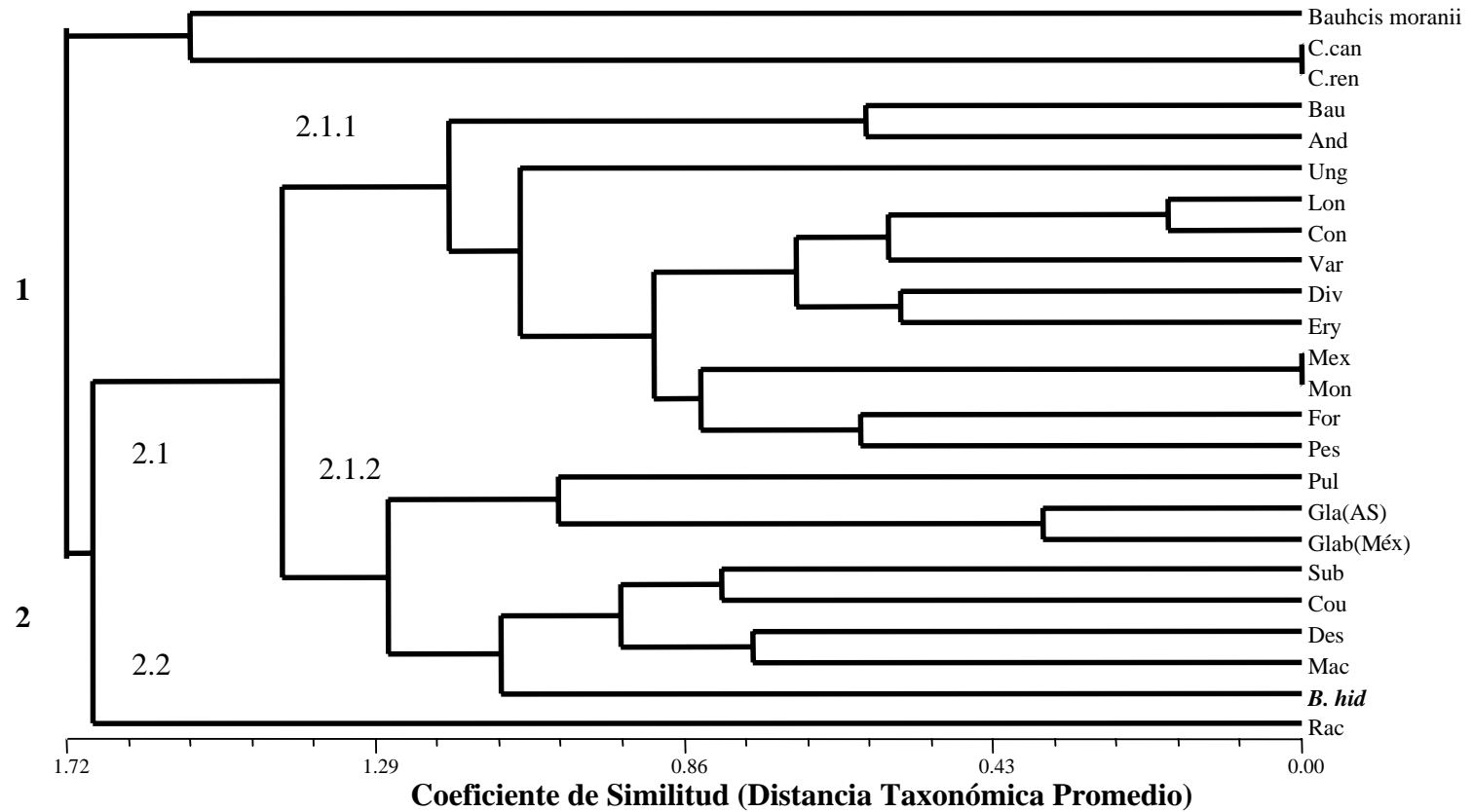
Tabla 5. En negritas los caracteres responsables del arreglo de las Otu's, en el análisis de componentes principales de miembros de los géneros *Bauhinia*, *Cercis* y *Bauhcis*.

| Caracteres | Primer Componentes | Segundo Componente | Tercer Componente | Cuarto componente |
|---|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Lámina | 0.2139 | 0.5172 | 0.4695 | 0.3742 |
| Forma de la lámina | 0.4440 | 0.3568 | 0.1663 | 0.3443 |
| Forma de la hoja | 0.3541 | 0.3449 | -0.2580 | 0.5439 |
| Base de la hoja | -0.1902 | -0.3878 | -0.5393 | 0.5101 |
| Pulvino | -0.0686 | 0.0974 | 0.2133 | -0.0119 |
| Tipo de venación | 0.0804 | 0.6130 | -0.5671 | 0.0212 |
| No. de venas primarias | 0.0254 | 0.2831 | -0.0944 | -0.2146 |
| Recorrido de las venas 2rias | 0.0188 | 0.5076 | -0.8538 | -0.0589 |
| Venas intersecundarias Presencia/Ausencia | -0.0833 | -0.9452 | 0.1656 | -0.1251 |
| No. Venas intersecundarias | 0.5152 | 0.3514 | 0.2847 | -0.1251 |
| Recorrido de las venas 3 rias. | 0.8804 | -0.4205 | -0.0786 | -0.2870 |
| Patrón de orden de venación | 0.8321 | -0.2545 | 0.0319 | -0.2863 |
| Vénulas | -0.6085 | 0.3078 | -0.1716 | 0.0697 |
| Vénulas simples | -0.1154 | 0.5835 | 0.8304 | -0.5011 |
| Vénulas ramificadas | -0.6313 | -0.4063 | 0.2143 | 0.5263 |
| Disposición de las areolas | 0.9041 | -0.3847 | -0.1117 | -0.2252 |
| Forma de las areolas | -0.7197 | -0.2000 | -0.0426 | -0.1779 |

Tabla 6. Porcentajes de variación acumulada obtenidos en el análisis de componentes principales de los géneros *Bauhinia*, *Cercis* y *Bauhcia*. El tercer componente acumula el 60.6694 % del total de la variación.

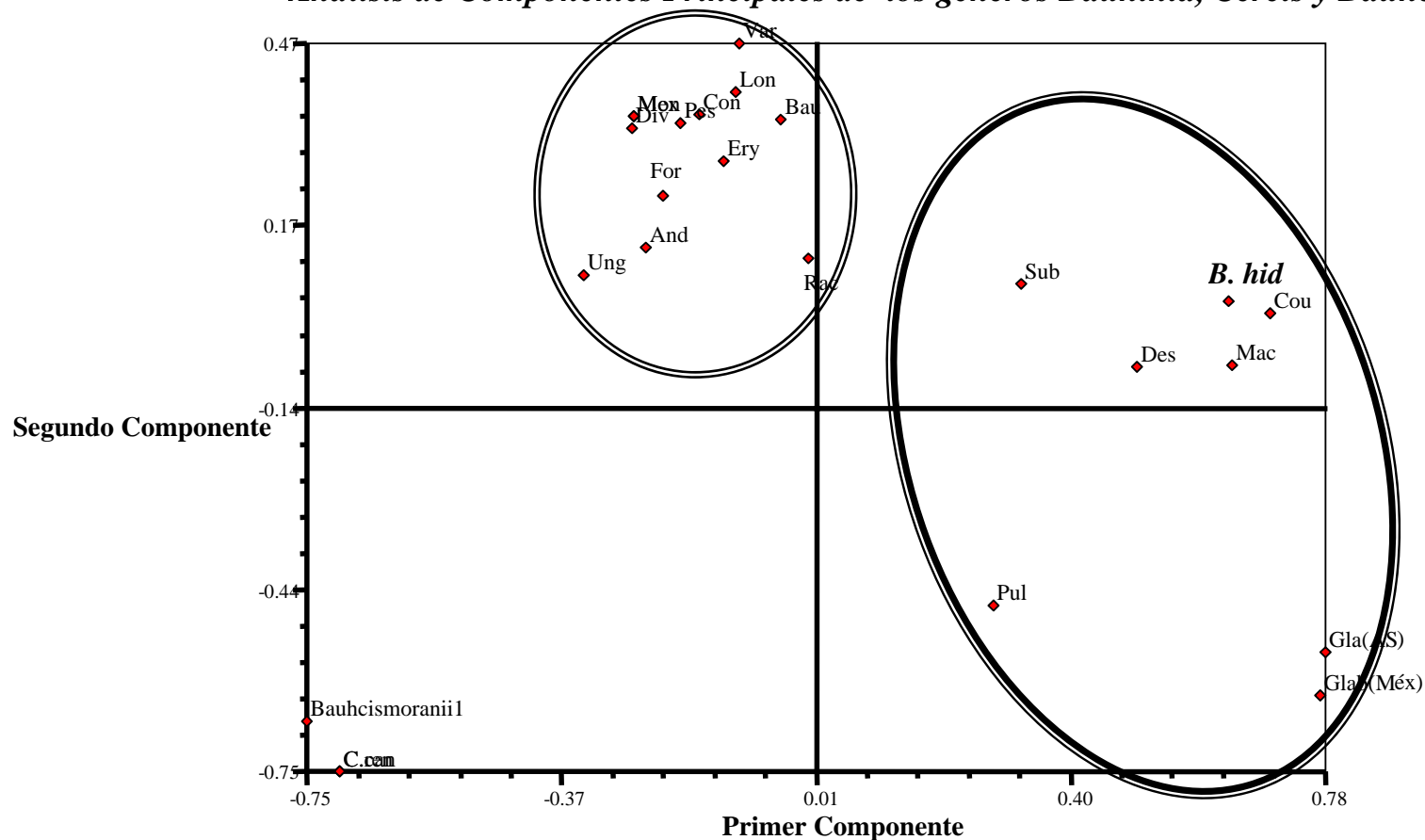
| i | Eigen valor | Porcentaje | Variación acumulada |
|----------|-------------|------------|---------------------|
| 1 | 4.27412179 | 25.1419 | 25.1419 |
| 2 | .43405699 | 20.2003 | 45.3422 |
| 3 | 2.60561452 | 15.3271 | 60.6694 |
| 4 | 1.96021210 | 11.5307 | 72.2000 |
| 5 | 1.56106623 | 9.1827 | 81.3828 |
| 6 | 0.92932458 | 5.4666 | 86.8494 |
| 7 | 0.87362243 | 5.1390 | 91.9883 |
| 8 | 0.77196283 | 4.5410 | 96.5293 |
| 9 | 0.69190758 | 4.0700 | > 100% |
| 10 | 0.41966547 | 2.4686 | > 100% |
| 11 | 0.22306313 | 1.3121 | > 100% |
| 12 | 0.16027790 | 0.9428 | > 100% |
| 13 | 0.07280893 | 0.4283 | > 100% |
| 14 | 0.00771034 | 0.0454 | > 100% |
| 15 | -0.02619593 | -0.1541 | > 100% |
| 16 | -0.21455490 | -1.2621 | > 100% |
| 17 | -0.74466400 | -4.3804 | > 100% |

Análisis de agrupamiento de los géneros Bauhcis, Bauhinia y Cercis



Grafica 3. Fenograma que muestra los agrupamientos principales obtenidos a través del análisis de agrupamiento de las especies actuales y fósiles de los géneros *Bauhinia*, *Cercis* y *Bauhcis* (*B. bauhinoides* (Bau), *B. andrieuxii* (And), *B. racemosa* (Rac), *B. pulchella* (Pul), *B. unguata* (Ung), *B. longiflora* (Lon), *B. congesta* (Con), *B. variegata* (Var), *B. erythrocalyx* (Ery), *B. mexicana* (Mex), *B. monandra* (Mon), *B. subbrontundifolia* (Sub), *B. desertis* (Des), *B. fortificata* (For), *B. pescaprae* (Pes), *B. glabra* (Gla), *B. divaricata* (Div), *B. coulteri* (Cou), *B. macranthera* (Mac), *C. canadensis* (Can), *C. reniformes* (Ren), y *Bauhcis moranii* (*B. moranii*).

Análisis de Componentes Principales de los géneros *Bauhinia*, *Cercis* y *Bauhcis*



Grafica 4. Análisis de componentes principales de miembros de la tribu Cercideae (*B. bauhinoides* (Bau), *B. andrieuxii* (And), *B. racemosa* (Rac), *B. pulchella* (Pul), *B. unguata* (Ung), *B. longiflora* (Lon), *B. congesta* (Con), *B. variegata* (Var), *B. erythrocalyx* (Ery), *B. mexicana* (Mex), *B. monandra* (Mon), *B. subrotundifolia* (Sub), *B. desertis* (Des), *B. fortificata* (For), *B. pescaprae* (Pes), *B. glabra* (Gla), *B. divaricata* (Div), *B. coulteri* (Cou), *B. macranthera* (Mac), *C. canadensis* (Can), *C. reniformes* (Ren), y *Bauhcis moranii* (*B. moranii*)).

Paleobotánica Sistemática (*Salicaceae*)

La familia Salicaceae incluye 2 géneros (*Salix* y *Populus*) y más de 300 especies. Amplia y casi exclusivamente distribuidas en el Hemisferio Norte, principalmente en regiones árticas y de clima templado.

El carácter más importante para la identificación de la familia Salicaceae en base a las hojas es la presencia de dientes tipo salicoide, que entre las eudicotiledóneas sólo se presenta, en las Salicaceas y en las especies del género *Idesia* (Familia Flacourtiaceae). Las características principales que permiten distinguir las hojas de *Salix* de las de *Populus*, cuando ambos géneros presentan láminas estrechas son: la presencia en las hojas de *Salix* de uno o dos pares de venas secundarias fuertes y decurrentes, que se originan en la porción basal de la lámina foliar (Ramírez Garduño, 1998).

Los miembros del género *Salix* se caracterizan por ser árboles y arbustos, que presentan hojas generalmente angostas, ovadas, elípticas u ovobadas, de margen entero o dentado. En las especies con margen entero o en aquellas donde los dientes no están bien diferenciados, existen otros caracteres morfológicos útiles para su identificación. Dentro de los que destaca la hoja estenófila (la láminas estrecha y alargada). La estenófilia característica de muchas especies de *Salix* está asociada a hábitats con corrientes de agua. Se cree que esta característica le permite a la lámina ofrecer poca resistencia a las fuertes corrientes durante las inundaciones.

Sin embargo, a pesar de la facilidad para distinguir a los géneros de la familia Salicaceae, la identificación a nivel de especie dentro de esta familia presenta dificultades. Una de las más importantes es el hecho de que las hojas exhiben heteromorfismo, tanto heteroblastia relacionada con la edad, como heterofilia estacional (Ramírez Garduño, 1998).

El registro fósil de la familia Salicaceae es amplio. Los primeros registros de *Populus* y *Salix* corresponden al Paleoceno y Eoceno respectivamente (Collinson *et al.*, 1993), siendo las hojas la evidencia fósil más importante de esta familia. En México se ha reportado la presencia de miembros de esta familia en los sedimentos del Oligoceno de Tepexi de Rodríguez, Puebla. Ramírez Garduño (1998), pone de manifiesto la gran diversidad de la familia al identificar siete especies de *Salix* y cuatro de *Populus*.

Descripción Sistemática

FAMILIA: Salicaceae

GÉNERO: *Salix* L.

ESPECIE: *Salix* sp. Fig

TIPO: Depositado en la colección de paleontología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, número de catálogo CFZ-SMA 93.

LOCALIDAD: Los Baños, Formación Atotonilco el Grande, a 4 km. al suroeste de el poblado con el mismo nombre, Hidalgo, México, (20° 18' 18" N, 98° 42' 44.4" O).

EDAD: Plioceno

DESCRIPCIÓN: Fragmento de hoja que presenta: lámina simétrica, forma elíptica, 27 mm. de longitud y 6 mm. de ancho. El margen es dentado, con pequeños y abundantes dientes salicoides. Base ausente, ápice agudo. Vena media recta y fuerte, venación primaria pinnada, venación secundaria broquidódroma. 11 pares de venas secundarias, con ángulo de inserción a la vena media de 66.5° (65° - 68°). La venación terciaria con patrón regular que tiende a ser poligonal (Fig. 5).

Discusión

Los caracteres que permiten asignar a este morfotipo como miembro de la familia Salicaceae, específicamente dentro del género *Salix* son: la presencia de dientes salicoides, la forma elíptica de la lámina foliar y venas secundarias que varían de eucamptódromas a broquidódromas.

A partir del análisis de agrupamiento un solo fenograma (Gráfica 5) fue obtenido en el cual se distinguen dos grupos principales. El primer grupo (1) incluye a las especies actuales de *Salix* (*S. cana*, *S. bonplandiana*, *S. chilensis*, *S. humboldtiana*, *S. oxilepis* y *S. paradoxa*), que se distribuyen en el estado de Hidalgo, a seis de las especies fósiles del Oligoceno de Tepexi de Rodríguez, Puebla (*S. aranguthyiorum*, *S. poblana*, *S. alencasterae*, *S. perrilliatiae*, *S. carreño* y *S. mixteca*) y a la especie fósil de SMA (*S. sp.*). Mientras que la especie *S. balsana* conforma al segundo grupo (2). El aislamiento de esta Otu se debe a que es la única que presenta ápice redondo, pocos dientes a lo largo de la lámina foliar y una vena media curva y fuerte.

En el primer grupo se puede observar la separación de las especies actuales y fósiles en dos subgrupos. El subgrupo 1.1 reúne a las especies fósiles del estado de Puebla. Dentro de este subgrupo las especies *S. Aranguthyiorum* y *S. mixteca* se caracterizan por presentar, de 6 a 8 pares de venas secundarias y venación secundaria eucamptodroma, tipo de venación ausente en la especie *Salix sp.* de Santa María Amajac. Las siguientes especies de este grupo *S. poblana*, *S. alencasterae*, *S. perrilliatiae* y *S. carreño* difieren en el tipo de venación secundaria con la especie fósil de SMA.

En el subgrupo 1.2 las especies *S. oxilepis* y *S. paradoxa* están fenéticamente ligadas (0.70), ambas presentan hojas simétricas, de forma elípticas, margen entero, ápice agudo y venas intesecundarias. También dentro de este grupo se observa la fuerte relación fenética entre las especies *S. cana* y *S. bonplandiana*, siendo; la longitud y ancho de la hoja, así como el número de venas secundarias, los caracteres en los que difieren estas Otu's.

La especie fósil del Plioceno de SMA esta relacionada más cercanamente con la especie actual *Salix chilensis* (0.55) ya que las dos presentan hojas simétricas, de forma elípticas, margen dentado, ápice agudo, venación broquidódroma y venación de alto orden clara. Sin embargo estas especies son difieren en las características de la vena media, el número de venas secundarias y al ángulo con el cual estas venas se insertan a la vena media.

La especie más alejada de *S. sp.* es *S. humboldtiana*. Ya que presenta vena media curva y gruesa lámina foliar obovada y ángulo de inserción de las venas secundarias mayor. Después de comparar los estados de carácter de *S. sp.* con los de las plantas actuales y fósiles, los resultados indican que se trata de una nueva especie, relacionada más cercanamente con las especies actuales que se distribuyen en el estado de Hidalgo.

El coeficiente cofenético obtenido (0.8498) para este análisis permite corroborar la propuesta de una nueva especie de *Salix* en los sedimentos del Neógeno de Hidalgo.

El análisis de componentes principales de este género muestra a las Otu's distribuidas en dos grupos principales (Gráfica 6). Del lado derecho de la gráfica se observa a las especies actuales de *Salix* que se distribuyen en el estado de Hidalgo y a la especie fósil de SMA. En el núcleo que forman estas Otu's resalta por un lado la separación de la especie *S. humboldtiana*, así como la cercanía entre las especies *S. sp* y *S. chilensis*. Del otro lado de la gráfica se reúnen las especies fósiles del Oligoceno de Puebla, siendo la especie *S. balsana* la Otu más alejada. Los caracteres responsables del acomodo son en el primer componente: Tipo de venación secundaria, forma del ápice, presencia/ausencia de vanas intersecundarias y la cantidad de dientes salicoides. En el segundo componente son: las características de la venación de alto orden, la forma de la lámina foliar y el tipo de margen los caracteres responsables del acomodo.

El porcentaje de variación acumulada que en el segundo componente es mayor al 50%, y el acomodo que guardan las Otu's en la gráfica permite apoyar los resultados obtenidos en el análisis de agrupamiento. Por lo que se reporta una nueva especie del género *Salix*, en los sedimentos Pliocénicos de SMA.



Fig. 5. a-d. Hojas de *Salix sp.* Foto a. Hojas elíptica, ápice agudo, base ausente CFZ-SMA 90 (1x). Foto b. Hoja incompleta, venación primaria pinada, vena media recta y fuerte y venación secundarias eucamptodroma CFZ-SMA 93 (1x). Foto c. Recorrido de las venas secundarias y venación de alto orden (3er. y 4to orden) distinguible CFZ-SMA 93 (3x). Foto d. Margen dentado, con abundantes dientes salicoides y venas terciarias con patrón regular -SMA 93 (3x).

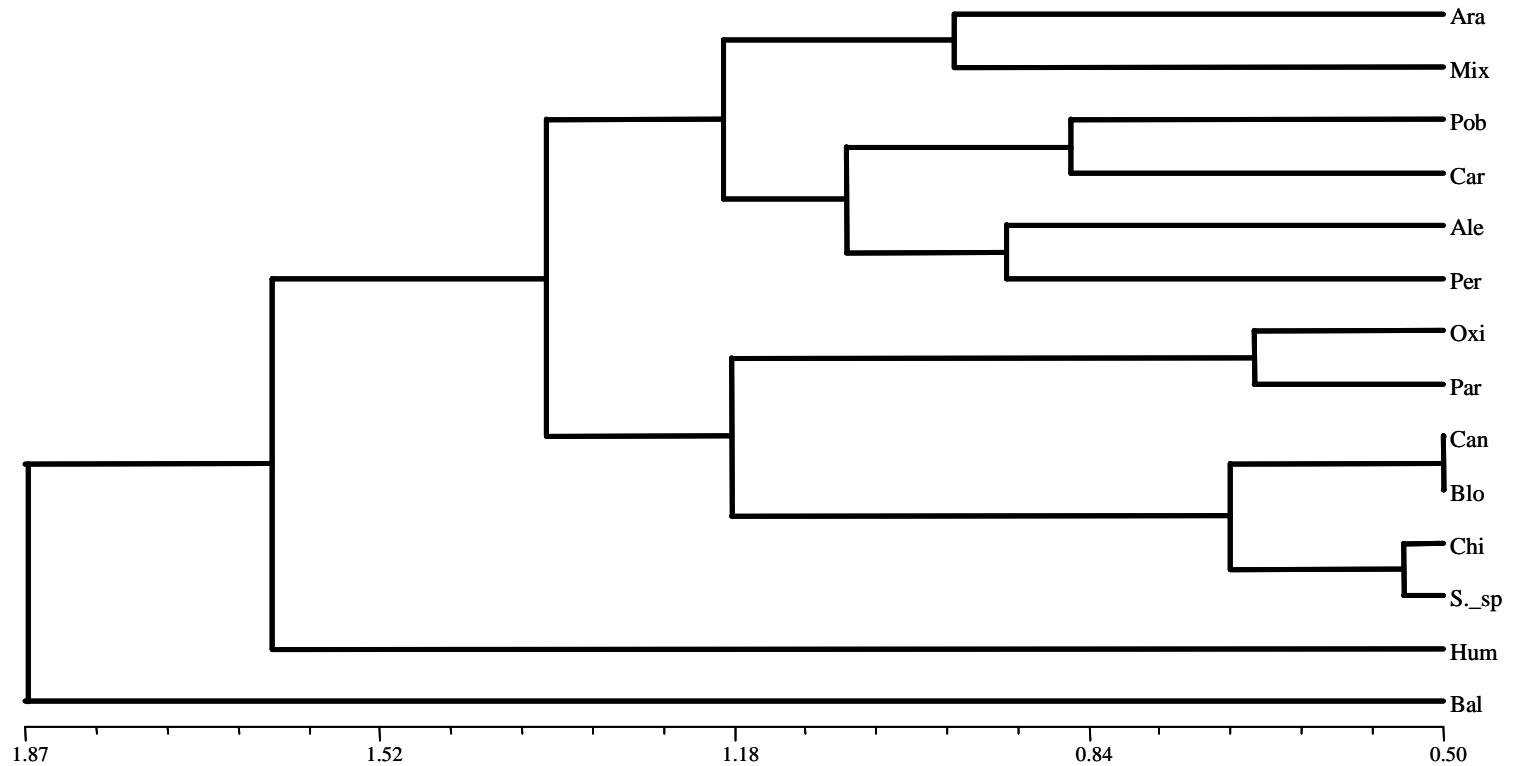
Tabla 7. Caracteres responsables del acomodo de las Otu's en el análisis de componentes principales del género *Salix* .

| Carácter | Primer Componente | Segundo Componente | Tercer Componente | Cuarto Componente |
|------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| Forma de la hoja | 0.2657 | 0.6664 | 0.1458 | 0.5369 |
| Longitud | -0.5989 | 0.2120 | 0.5502 | 0.2815 |
| Ancho | -0.7340 | 0.1748 | 0.3944 | 0.1520 |
| Margen | -0.4804 | 0.6149 | 0.2952 | 0.1017 |
| Ápice | 0.7030 | -0.1648 | 0.5783 | -0.1378 |
| Tipo de venación | 0.8943 | 0.0377 | -0.3468 | -0.0955 |
| # de venas secundarias | 0.6354 | 0.6150 | 0.0216 | 0.1393 |
| Angulo de las venas secundarias | 0.3845 | 0.4823 | 0.3857 | 0.0510 |
| Venación de alto orden (3er y 4to) | 0.1195 | 0.7100 | -0.3190 | -0.4276 |
| Venas interscundarias | 0.6883 | -0.4929 | 0.0037 | 0.3716 |
| Cantidad de dientes salicoides | 0.6693 | 0.0931 | 0.0391 | -0.4822 |
| Características de la vena media | -0.2070 | 0.5690 | 0.1937 | 0.3446 |
| Simetría de la lámina | 0.5937 | -0.1131 | 0.7292 | 0.0252 |

Tabla 8. Porcentajes de Variación acumulada obtenidos en el análisis de componentes principales del género *Salix*. El segundo componente acumula más del 50 % del total de la variación.

| | Eigen valor | Porcentaje | Acumulativo |
|----|-------------|------------|----------------|
| 1 | 5.08268471 | 36.3049 | 36.3049 |
| 2 | 2.31679426 | 16.5485 | 52.8534 |
| 3 | 1.71068366 | 12.2192 | 65.0726 |
| 4 | 1.57382869 | 11.2416 | 76.3142 |
| 5 | 1.11063354 | 7.9331 | 84.2473 |
| 6 | 1.05690633 | 7.5493 | 91.7967 |
| 7 | 0.59923772 | 4.2803 | 96.0769 |
| 8 | 0.53084024 | 3.7917 | 99.8686 |
| 9 | 0.13045084 | 0.9318 | > 100% |
| 10 | 0.11773628 | 0.8410 | > 100% |
| 11 | 0.01178786 | 0.0842 | > 100% |
| 12 | -0.00223602 | -0.0160 | > 100% |
| 13 | 0.01873581 | 0.1338 | -> 100% |
| 14 | -0.22061230 | -1.5758 | 100.0000 |

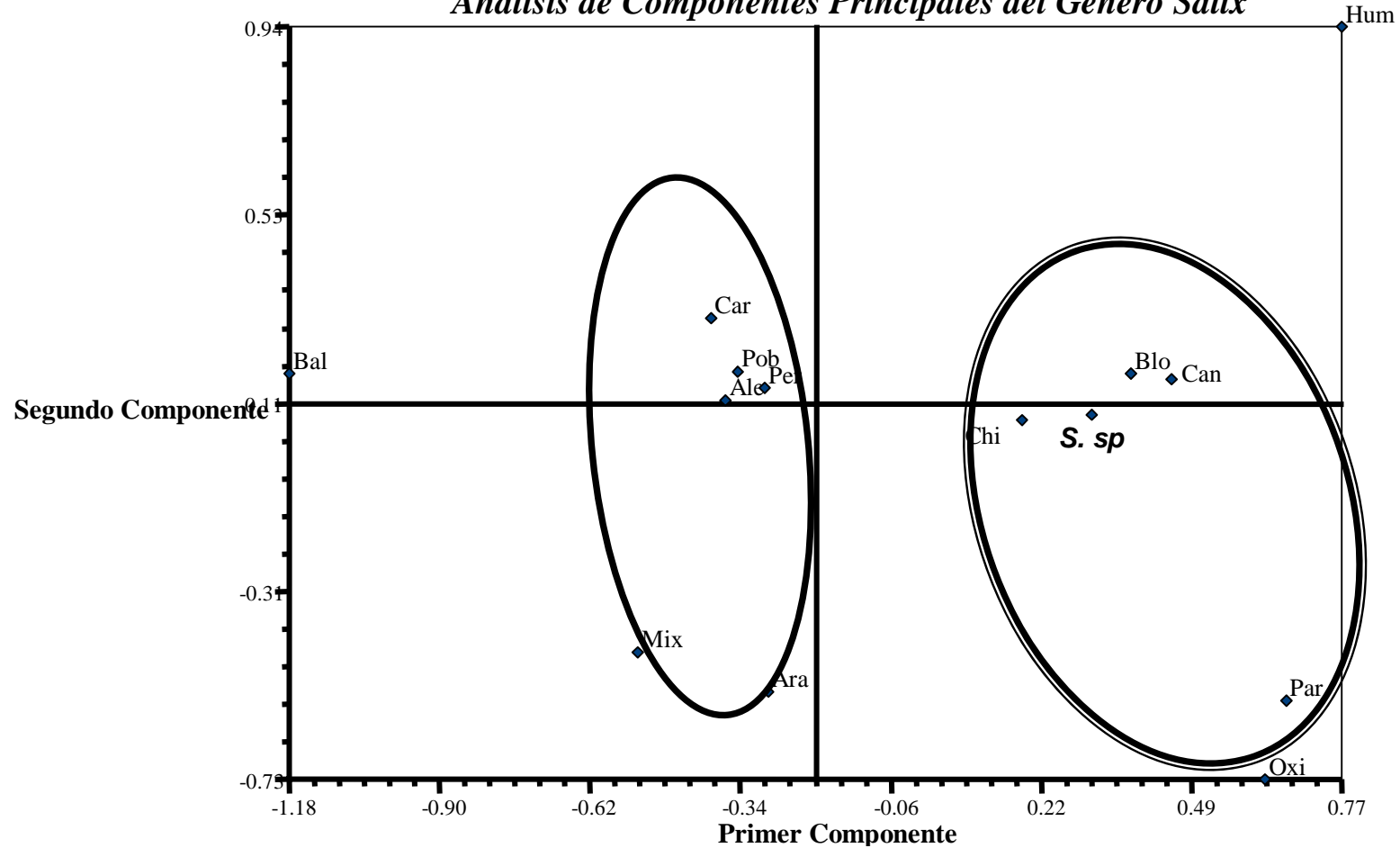
Análisis de agrupamiento del género Salix



Coefficiente de similitud (Distancia Taxonómica Promedio)

Gráfica 5. Análisis de Agrupamiento del género *Salix*. Se distinguen dos grupos principales. Las abreviaturas hacen referencia al epíteto específico de cada una de las especies: *Salix cana* (Can), *S. bonplandiana* (Bon), *S. chilensis* (Chi), *S. humboldtiana* (Hum), *S. oxilepis* (Oxi), *S. paradoxa* (Par), *S. aranguthyiorum* (Ara), *S. poblana* (Pob), *S. alencasterae* (Ale), *S. perrilliatiae* (Perr), *S. carreñoae* (Cor), *S. mixteca* (Mix) y *S. sp*

Análisis de Componentes Principales del Género *Salix*



Gráfica 6. Análisis de Componentes Principales del género *Salix*. Se distinguen dos grandes grupos conformados por las especies actuales y fósiles incluidas en el análisis. Las abreviaturas hacen referencia al epíteto específico de cada una de las especies: *S. cana* (Can), *S. bonplandiana* (Bon), *S. chilensis* (Chi), *S. humboldtiana* (Hum), *S. oxilepis* (Oxi), *S. paradoxa* (Par), *S. aranguthyiorum* (Ara), *S. poblana* (Pob), *S. alenasterae* (Ale), *S. perrilliatiae* (Perr), *S. carreño* (Cor), *S. mixteca* (Mix) y *S. sp*.

Listado de los géneros fósiles presentes en la región de SMA.

La familia Pinaceae es un elemento importante del Hemisferio Norte. En la región de SMA (Los Baños y El Matador) se infiere su presencia a través de semillas del género *Abies* y hojas del género *Pinus* (Velasco de León, en prensa). El primero de los géneros cuenta con una distribución amplia en África, Asia, Europa, Norteamérica y parte de Centroamérica. Mientras que la mayor diversidad del género *Pinus* se encuentra en México, Estados Unidos y China (Prince *et al.*, 1998).

Los porcentajes de representatividad de estas familias en la región de SMA indican que los miembros de los géneros *Juniperus*, *Abies* y *Pinus* eran poco comunes en la comunidad de plantas del Plioceno. La poca representatividad de estos géneros en la paleoflora esta acentuada por el habito siempre verdes, que presentan la mayoría de sus miembros. Es decir que al no desprenderse los árboles de sus hojas en la época de sequía no hay acumulación de hojarasca y por lo tanto las posibilidades de que estos organismos fosilicen son bajas.

Desde el punto de vista ecológico, las coníferas son importantes pues algunas de sus especies, principalmente los pinos, han sido elementos importantes en varios ecosistemas desde el Paleógeno, incluidos los bosques templados y subtropicales de zonas húmedas, subhúmedas y áridas. Por lo tanto se considera que a lo largo de su historia en el planeta este grupo de plantas ha proporcionado valiosos servicios ambientales como captación de humedad atmosférica y retención de suelo (Read, 1998).

En cuanto a las angiospermas la familia Fagaceae (género *Quercus*) presenta el mayor porcentaje de representatividad en la comunidad fósil de la región de SMA. Actualmente la familia incluye nueve géneros: *Castanea*, *Chrysolepis*, *Castanopsis*, *Lithocarpus*, *Fagus*, *Trigonobalanus*, *Colombobalanus*, *Formanodendron* y *Quercus* (Crepet y Nixon, 1989). Siendo *Quercus* el género más diverso pues se estima que puede tener entre 300 y 600 especies en el mundo (Nixon *et al.*, 1997).

En México *Quercus* se encuentra bien representado en todos los estados de la República mexicana a excepción de Quintana Roo (Nixon *et al.*, 1997). Los miembros de este género son árboles o arbustos de diferente tamaños y formas, con hábitos caducifolios o perennifolios. Se ha reportado su presencia en las regiones montañosas y templadas del Hemisferio Norte, en algunas regiones tropicales y subtropicales del mismo y a veces en regiones más secas.

Los porcentajes de hojas asignadas al género *Quercus* en las tres localidades que comprenden la zona de estudio (Tablas 9, 10 y 11) permiten proponer que era este, el género dominante en la región durante el Plioceno. La abundancia de hojas fósiles de *Quercus* en SMA esta controlada por diferentes factores: (1) La representatividad en la región de los organismos de este género durante el Plioceno, (2) el habito caducifolio de algunas especies del género (Nixon, 1998), que favoreció la acumulación de hojarasca en el suelo del bosque. Una vez acumulada esta debió ser sepultada rápidamente iniciando con ello la serie de cambios físicos y químicos característicos del proceso de fosilización y (3) la textura coriácea y los taninos que presentan las hojas de un gran número de especies de este género. Ambas características dificultan el proceso de descomposición de las hojas, favoreciendo por lo tanto el proceso de fosilización (Burham, 1993).

Por otro lado este género no solo fue en la región de SMA el más abundante sino también el más diverso. Ya que hasta el momento 16 de los 30 morfotipos reportados para la región han sido asignados a este género (Velasco de León *et al.*, 2000). Por lo que se puede considerar a esta zona como uno de los centros de diversificación del género. Esta afirmación es apoyada por Nixon (1998), que propone a las montañas mexicanas principalmente a las de la región centro y sur como centros de diversificación del género.

La familia Salicaceae es otro grupo de angiospermas bien representado en las tres localidades de la región de SMA. Actualmente esta familia comprende dos géneros (*Salix* y *Populus*) y alrededor de 300 especies (Judd, 2002).

La familia Juglandaceae representa el 2.0% del total de las hojas fósiles colectadas en SMA (Tablas 9 y 11). Actualmente esta familia esta integrada por siete géneros, aunque en México son especialmente significativas las especies de *Carya* y *Juglans* (Judd, 2002).

La familia Platanaceae se encuentra representada en los sedimentos pliocénicos de SMA a través del género *Platanus*. El porcentaje de representatividad de esta familia al igual que el de las familias Salicaceae y Juglandaceae permite afirmar que los miembros de los géneros *Salix*, *Populus*, *Juglans* y *Platanus* durante el Plioceno formaron parte de la vegetación secundaria.

La colecta de estas familias en la paleocomunidad de SMA en estratos donde abundan diatomeas, ostracodos y peces, así como la existencia de fósiles asignados al género *Equisetum* permite proponer la presencia de un cuerpo de agua en la región durante el Plioceno. El bosque de galerías o bosques perennifolios riparios en donde estos organismos son abundantes se encuentra principalmente a lo largo de corrientes de agua más o menos permanentes. Comprende árboles de hojas perennes, deciduas o parcialmente deciduas. *Platanus*, *Populus* y *Salix* son considerados géneros con tolerancias ecológicas muy vastas. Ampliamente distribuidos como acompañantes de otras comunidades de plantas (Rzedowski, 1978).

La existencia del cuerpo de agua se ve apoyada también por la presencia en las localidades de Los Baños, El Matador y Sanctorum de fósiles que han sido asignados a diferentes familias de angiospermas acuáticas. Hasta el momento se ha reportado la presencia de tres familias: Typhaceae, Cyperaceae y Nymphaeaceae (Martínez y Velasco de León, 2006), cada una de ellas representada por un género (*Typha*, *Scirpus*, *Nymphaea* respectivamente) en los sedimentos pliocénicos de la región de SMA.

Las familias Typhaceae y Cyperaceae se distribuyen en cuerpos de agua dulce y lénticos de América, Eurasia y África con 10 y 4500 especies respectivamente. En México las comunidades formadas por los géneros *Typha* y *Scirpus* se conocen con el nombre genérico de tule. Ambas forman parte del grupo de hidrófitas enraizadas emergentes. Estas plantas se encuentran enraizadas al substrato por una porción del tallo sumergida. Las hojas y las estructuras reproductivas se hallan por encima del agua. Habitan en sistemas acuáticos variados, tales como ríos, manantiales, arroyos, lagos, canales, presas y zonas de inundación que pueden ser temporales o permanentes.

La presencia de estos géneros, las estructuras sedimentarias encontradas en las localidades de Los Baños y El Matador (grietas de desecación, gotas de lluvia y estratificación cruzada), la asociación fosilífera de estas localidades, así como los lugares de distribución de estas plantas. Permiten suponer que estas dos localidades corresponden al margen del cuerpo de agua.

La familia Nymphaeaceae cuenta con una distribución amplia en el mundo con seis géneros y 66 especies. La familia se caracteriza por la forma de vida de hidrófita enraizada de hojas flotantes. En México son conocidos dos géneros y 13 especies. El género *Nymphaea* presenta ocho de las 13 especies reportadas para el país. En la localidad de Sanctorum este género está pobremente representado (0.33%). La textura de las hojas probablemente sea la causa, ya que facilita su descomposición y por lo tanto su no preservación en el registro fósil.

Con aproximadamente el 5.0% del total de las hojas fósiles colectadas en la región de SMA la familia Rosaceae está representada. Impresiones de hojas del género *Cercocarpus* se conocen desde el Eoceno medio (Wolfe y Wher, 1988). En la actualidad el género es reportado como parte de la vegetación secundaria de comunidades de chaparral, bosque de *Quercus* y bosque de pino-encino (Rzedowski, 1978). Su capacidad de adaptación a condiciones ambientales diferentes está documentada por el registro fósil. Axelrod (1985) reporta especies de *Cercocarpus* adaptadas a ambientes méxicos y xéricos. La adaptación a estos ambientes se infiere a partir de las características de las hojas fósiles (reducción del tamaño de las hojas, y del número de dientes) y se corrobora con la distribución actual del género.

La familia Leguminosae o Fabaceae está representada en los sedimentos del Plioceno de SMA por impresiones de hojas asignadas al género *Bauhinia* (1.03%). Esta familia en la actualidad es una de las más diversas y de amplia distribución en el mundo. Se estiman 727 géneros y 19 325 especies (Lewis, 2005), distribuidas principalmente en comunidades de matorral xerófilo, pastizales, bosques tropicales perennifolios y caducifolios, bosques espinosos, bosques de *Quercus*, bosques de pino y bosques mesófilos de montaña (Rzedowski, 1978).

La fragilidad de las hojas del género *Bauhinia* puede ser un factor que influye en la baja representatividad del género. Sin embargo, la presencia de este género en los sedimentos pliocénicos de SMA es tan baja que solo queda considerar a este grupo de plantas como otro miembro de la vegetación acompañante de la paleocomunidad de SMA.

De las familias de angiospermas, los miembros asignados tentativamente a las familias Moraceae y Rhamnaceae son los menos abundantes (0.20%). La primera de estas familias consta de aproximadamente 55 géneros y 1000 especies, distribuidas principalmente en regiones tropicales, aunque algunas se extienden hacia latitudes templadas. La familia Rhamnaceae es de gran importancia en zonas tropicales, templadas-frías de alta montaña y matorrales desérticos. Su distribución es cosmopolita. A nivel mundial destaca el género *Rhamnus*, pero en México son importantes *Condalia*, *Ceanothus*, *Colubrina*, *Adolphia*, *Reynosia*, *Ziziphus*, *Karwinskia*, *Cormonema* y *Gouania* (Judd, 2002).

Los Baños

Tabla 9. Porcentaje de representatividad de las familias y géneros presentes en la localidad de los Baños.

| Familias | Géneros | Abundancia (%) |
|-----------------|--------------------|-----------------------|
| Equisetaceae | <i>Equisetum</i> | 6.77 |
| Cupressaceae | <i>Juniperus</i> | 0.30 |
| Pinaceae | <i>Pinus</i> | 0.15 |
| Fagaceae | <i>Quercus</i> | 64.75 |
| Typhaceae | <i>Typha</i> | 11.74 |
| Salicaceae | <i>Populus</i> | 4.96 |
| | <i>Salix</i> | 3.01 |
| Rosaceae | <i>Cercocarpus</i> | 4.06 |
| | Indeterminada | 2.11 |
| Platanaceae | <i>Platanus</i> | 1.95 |
| Juglandaceae | <i>Juglans</i> | 0.15 |

El Matador

Tabla 10. Porcentaje de representatividad de las familias y géneros presentes en la localidad de El Matador.

| Familias | Géneros | Abundancia (%) |
|-----------------|--------------------|-----------------------|
| Pinaceae | <i>Pinus</i> | 1.0 |
| | <i>Abies</i> | 0.23 |
| Fagaceae | <i>Quercus</i> | 82.37 |
| Salicaceae | <i>Salix</i> | 5.33 |
| Rosaceae | <i>Cercocarpus</i> | 1.64 |
| | Indeterminada | 3.69 |
| Posible | Indeterminada | 4.10 |
| Leguminoseae | | |
| Typhaceae | <i>Typha</i> | 0.82 |
| Cyperaceae | <i>Scirpus</i> | 0.82 |

Sanctorum

Tabla 11. Porcentaje de representatividad de las familias y géneros presentes en la localidad de Sanctorum.

| Familias | Géneros | Abundancia (%) |
|--------------------|------------------|----------------|
| Equisetaceae | <i>Equisetum</i> | 0.40 |
| Cupressaceae | <i>Juniperus</i> | 2.3 |
| Fagaceae | <i>Quercus</i> | 47.60 |
| Platanacea | <i>Platanus</i> | 17.0 |
| Salicaceae | <i>Populus</i> | 14.3 |
| | <i>Salix</i> | 2.6 |
| Nymphaeaceae | <i>Nymphaea</i> | 0.33 |
| Cyperaceae | <i>Scirpus</i> | 4.83 |
| Typhaceae | <i>Typha</i> | 4.83 |
| Juglandaceae | <i>Juglans</i> | 3.2 |
| Leguminosae | <i>Bauhinia</i> | 1.04 |
| Ericaceae | <i>Arbutus</i> | 1.0 |
| Rosaceae | Indeterminada | 0.2 |
| Posible Moraceae | Indeterminada | 0.18 |
| Posible Rhamnaceae | Indeterminada | 0.18 |

Cambio Climático

Los estudios geológicos, paleoecológicos y taxonómicos realizados en la región de SMA permiten hacer inferencias sobre la paleocomunidad por ejemplo: la estimación del clima realizada en el 2000 por Aguilar-Arellano y Ortiz Martínez indica que el clima que prevaleció durante el Plioceno en esta región fue Templado Subhúmedo. De acuerdo al análisis este clima es definido por las siguientes variables meteorológicas: temperatura media anual, temperatura de los tres meses más cálidos, temperatura de los tres meses más fríos, precipitación media anual, duración de la estación de crecimiento, precipitación total de los tres meses más húmedos, intervalo de temperatura, humedad relativa (Tabla 12).

La abundancia y diversidad del género *Quercus* en la paleoflora en la región de SMA así como los parámetros climáticos reportados para el Plioceno indican el establecimiento de un bosque de encinos en la región a finales del Neógeno (5.3-1.75Ma). La vegetación pliocénica de SMA estuvo dominada por varias especies de *Quercus*, aunque los listados de familias

presentes en la región (Tabla 9, 10 y 11) señalan que no fue un bosque puro, sino más bien un bosque que admitió en su composición otros árboles, de los cuales los más abundantes son: *Cercocarpus*, *Pinus*, *Abies* y *Juniperus*.

Las evidencias geológicas encontradas en la región señalan que cerca de esta comunidad existió un lago pequeño intermontano (Arellano-Gil y Velasco de León, 2005). Formado durante el Plioceno temprano, por el cierre temporal del río Amajac. El lago en momentos de máxima inundación alcanzaba 250 m. de profundidad y cerca de 85 km. de superficie (Arellano-Gil y Velasco de León, 2005). Representando para la comunidad pliocenica una fuente importante de humedad.

La presencia de fósiles asignados a los géneros *Equisetum*, *Salix*, *Populus*, *Platanus* y *Juglans*, en las localidades de Los Baños y El Matador permite suponer que estas plantas se encontraban creciendo a la orilla del cuerpo de agua, ya que en la actualidad son reportadas como miembros importantes de la vegetación riparia. La presencia de *Salix*, *Populus*, *Platanus* y *Juglans* en la localidad de Sanctorum indica que al vivir estas plantas a las orillas del lago, las hojas pudieron viajar por este, hasta llegar a la parte distal del paleolago de Amajac (Sanctorum) considerada como la zona más profunda del paleolago. En el mismo caso se encuentran los géneros *Typha* y *Scirpus*. Mientras que la existencia de fósiles asignados al género *Nymphaea* solo en la localidad de Sanctorum se debe a la forma de vida de estas plantas (hidrófita enraizada de hojas flotantes).

Por otro lado la colecta de peces de la familia Goodeidae que solo se presentan en cuerpos de agua dulce y a temperaturas de 18 a 24° C (Becerra-Martínez, 2003), así como la presencia de ostrácodos de los géneros *Candona*, *Darwinula* y *Limnocythere* (Reyes Torres *et al.*, 2002), que indican salinidad de 1,150 a 3,150 ppm y una temperatura de 20 a 26.6 °C. Permiten apoyar las inferencias paleoambientales hechas anteriormente.

A finales del Plioceno el paleolago de Amajac desaparece al erosionarse los sedimentos que bloquearon el paso del río Amajac. Posteriormente siguió una fase de intensa erosión principalmente sobre los sedimentos lacustres poco compactados dando como resultado la topografía accidentada característica de la región (Velasco de León *et al.*, 2000 y Arellano-Gil y Velasco de León, 2005).

En la actualidad para la zona de estudio se registra un clima seco semiárido (INEGI, 1992). Al comparar los parámetros climáticos actuales de la región con los estimados para el Plioceno (Tabla 12) se observa que la temperatura no ha variado, en cambio la precipitación si ha cambiado considerablemente. Las causas de este cambio pueden estar relacionadas con la pérdida de humedad en la región. Ocasionada por la desaparición del paleolago de Amajac y por el relieve accidentado característico de esta zona del estado de Hidalgo.

Otra explicación a la disminución de la precipitación en SMA tiene que ver con el cambio climático, que se presenta en el planeta a finales del Plioceno. Cevallos-Ferris y Ramírez-Garduño (2004) mencionan que si bien en México los efectos del enfriamiento global no fueron muy marcados se asocian fuertemente con la disminución de la precipitación. Por lo que es probable que a esta variación se deba el cambio de comunidad en la zona de estudio.

La disminución de la precipitación afectó directamente a la comunidad de plantas que se desarrolla actualmente en la región de SMA. El matorral xerófilo que se presenta en la zona está dominada por miembros de la familia Fabaceae, siendo el género mejor representado *Prosopis*. En Sanctorum el río Amajac sigue su curso, se encuentra rodeado por los remanentes de un bosque de galerías en donde se ha detectado la presencia de los géneros *Platanus*, *Salix* y *Juglans*. En esta localidad el género menos representado es *Bauhinia* mientras que los géneros *Pinus*, *Quercus* y *Populus* se encuentran completamente ausente de la región.

Tabla 12. Parámetros meteorológicos esperados y actuales de la localidad de Santa María Amajac. TMA= Temperatura media anual, TMC= Temperatura media del mes más cálido, TMF= temperatura media del mes más frío, LEC= Temperatura en la estación de crecimiento, PMA= Precipitación media anual, P MEC= Precipitación media en la estación de crecimiento, 3MH= Precipitación de los tres meses más húmedos, 3MS = Precipitación de los tres meses más secos, HR= humedad relativa, HE= Humedad específica, ENT= Entalpía.

| Parámetros meteorológicos | En el Plioceno | En la actualidad |
|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| TMA | 16.7+1.2 °C | 16.9 °C |
| TMC | 26.4 + 1.6 °C | 19.8 °C |
| TMF | 7 °C | 13.2 °C |
| LEC | 9.2 meses | -- |
| PMA | 650 + 120 mm | 458.5 mm |
| PMEC | 72 mm | -- |
| 3MH | 280 mm | 76.3 mm |
| 3MS | 62 mm | 7.8 mm |
| HR | 58 % | -- |
| HE | 7.8 g/Kg | -- |
| ENT | 309.5 | -- |
| Tipo de clima | Ca(w)(w₀)(e') | BS₁kw'' (i') g |

Diversidad

Las gráficas 7, 8 y 9 muestran curvas estabilizadas en cuanto a la presencia de morfotipos nuevos en la región de SMA. En Los Baños (Gráfica, 7) la curva se estabiliza en la muestra 17, sin embargo, en la muestra 18 aparecen tres nuevos morfotipos que corresponderían a especies poco abundantes ya que en 1800 ejemplares solamente se ha encontrado un ejemplar de cada uno de estos morfotipos.

En el Matador la curva se estabiliza en los primeros 500 ejemplares (Gráfica, 8). Manteniéndose sin cambios en los 400 ejemplares restantes.

Los datos obtenidos para Sanctorum muestra un patrón parecido al encontrado en Los Baños. La gráfica parece estabilizarse en la muestra dos y hasta la 15, apareciendo en las siguientes cinco muestras seis especies diferentes, que por su baja representatividad (un ejemplar por especie), no son importantes en la reconstrucción paleoambiental. Los resultados obtenidos permiten proponer que las tres localidades de la región de Santa María Amajac han sido ya suficientemente muestreadas. Ya que si bien han aparecido morfotipos nuevos, el porcentaje de representatividad de cada uno de ellos (0.021%) no influye en la inferencia de la paleocomunidad.

En la comunidad fósil de SMA se han identificado 16 morfotipos (especies) asignados al género *Quercus*. Los resultados de los bloques indican que Los Baños y El Matador son las localidades más diversas en cuanto al número de morfotipos reportados para este género (Gráficas 10 y 11). En cada una de estas localidades se logró la identificación de 13 y 12 morfotipos respectivamente (Tabla 13 y 14). Estos resultados son coherentes con las características que presentaban las localidades durante el Plioceno ya que ambas colindaron con la planicie de inundación. Constituyendo zonas de acumulación de hojarasca, favoreciendo la conservación de los ejemplares en el registro fósil.

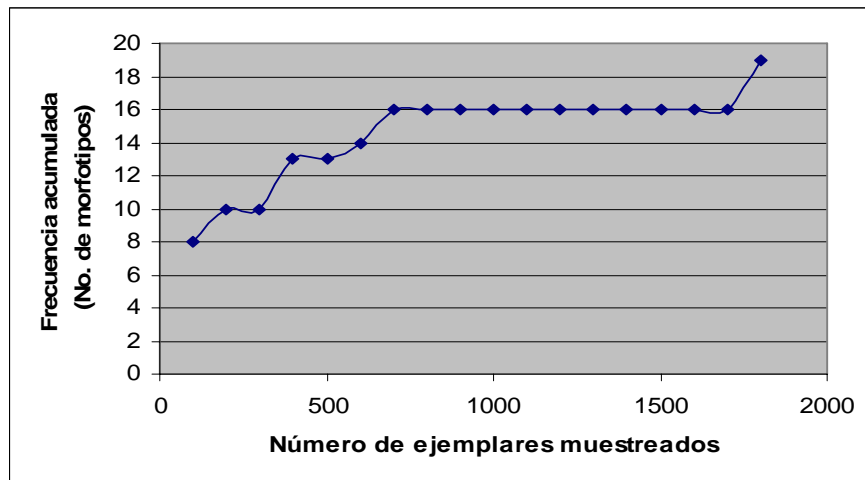
Sanctorum presenta la menos diversidad de *Quercus* con ocho morfotipos únicamente (Gráfica 12). Este resultado se debe a que esta zona corresponde a la zona más distal del paleolago, ha donde seguramente llegaban solo aquellas hojas que por sus características (ej. textura) resistían más el transporte, siendo más abundantes las especies ripariás de la familia Salicacea.

En Los Baños el morfotipo más abundante es el ocho, mientras que los morfotipos 4, 7 y 15 son los menos abundantes (Tabla 13). Solo dos morfotipos (12 y 13) de los 16 identificados de *Quercus* no se han encontrado en los sedimentos de esta localidad. La diferencia en la abundancia reportada por los bloques para los morfotipos ocho y 15, así como la ausencia de los morfotipos 12 y 13 en la localidad se debe probablemente al hábito que presentan las especies de este género. La abundancia del morfotipo ocho permite inferir la existencia del hábito caduco en estos organismos. Ya que el desprendimiento anual de las hojas por parte de la planta favorecería la preservación de las mismas en el registro fósil. Lo contrario ocurriría con las especies perennes, pues al no tirar las hojas la presencia de ellas en la hojarasca y posteriormente en el registro fósil sería poca o inexistente (Burham, 1993).

En El Matador el morfotipo más abundante es el 14, el menos representado es el 13, mientras que se encuentran ausentes de la localidad los morfotipos 5, 6, 7 y 15. De manera general se ha observado en las comunidades actuales donde domina el género *Quercus* que una o dos especies caracterizan a la comunidad, aunque estas pueden interactuar con otros miembros del género, por lo que probablemente los morfotipos ocho y 14 fueron dominantes en el Plioceno. Además de que pudieron presentar hábito caduco que habría favorecido la preservación de las hojas en el registro fósil.

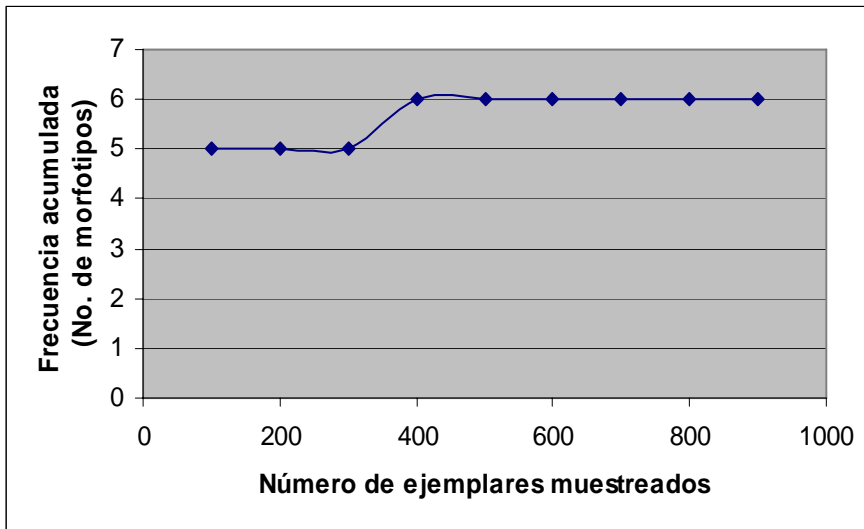
En Sanctorum los morfotipos ausentes son el 1, 4, 6, 8, 13, 15 y 16. Mientras que los morfotipos 2, 5, 9 y 12 están representadas en la gráfica por un solo ejemplar, no así los morfotipos 10 y 11 que son los más abundantes en esta zona. La diferencia en los morfotipos dominantes en esta y las demás localidades, permite suponer que los morfotipos de *Quercus* 10 y 11 habitaban cerca del lago, facilitando su transporte y su posterior depositación en la parte más alejada del paleolago, constituyendo en ambos casos especies poco representadas en la comunidad del Plioceno.

Morfotipos Los Baños



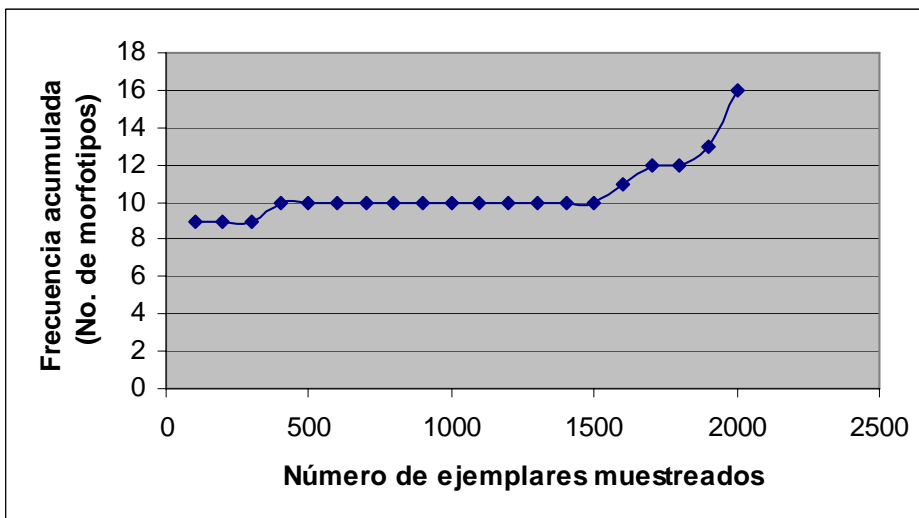
Gráfica 7. Número de morfotipos nuevos encontrados por muestra en la localidad de Los Baños .

Morfotipos El Matador



Gráfica 8. Número de morfotipos nuevos encontrados por muestra en la localidad de El Matador.

Morfotipos Sanctorum

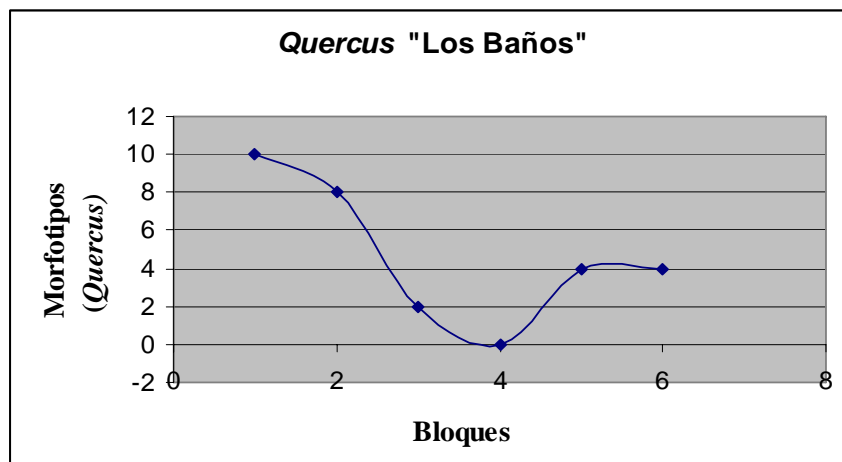


Gráfica 9. Número de morfotipos nuevos encontrados por muestra en la localidad de Sanctorum.

Quercus Los Baños

Tabla 13. Muestra el número de morfotipos asignados al género *Quercus*, encontrados por bloque en la localidad de Los Baños.

| Morfotipos | B0 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | Ejemplares X morfotipos |
|----------------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------------------------|
| Morfotipo 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Morfotipo 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Morfotipo 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Morfotipo 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Morfotipo 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Morfotipo 6 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Morfotipo 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Morfotipo 8 | 3 | 1 | 0 | 0 | 3 | 3 | 10 |
| Morfotipo 9 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Morfotipo 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Morfotipo 11 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Morfotipo 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Morfotipo 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Morfotipo 16 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Total | 14 | 10 | 4 | 0 | 6 | 6 | |
| Morfotipos x Bloque | 10 | 8 | 2 | 0 | 4 | 4 | |

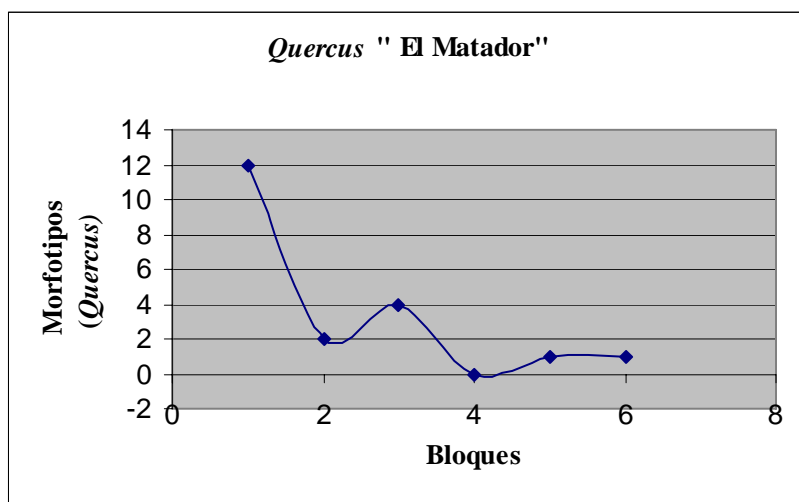


Gráfica 10. Número de especies encontradas por bloque en la localidad de Los Baños.

Quercus El Matador

Tabla 14. Muestra el número de morfotipos asignados al género *Quercus*, encontrados Por bloque en la localidad de El Matador.

| Morfotipos | Bo | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | Ejemplares x morfotipo |
|----------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
| Morfotipo 1 | 9 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| Morfotipo 2 | 18 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| Morfotipo 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Morfotipo 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Morfotipo 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Morfotipo 9 | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 |
| Morfotipo 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Morfotipo 11 | 9 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| Morfotipo 12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Morfotipo 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Morfotipo 14 | 27 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 28 |
| Morfotipo 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 16 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Total | 94 | 2 | 7 | 0 | 1 | 1 | |
| Morfotipos x Bloque | 12 | 2 | 4 | 0 | 1 | 1 | |

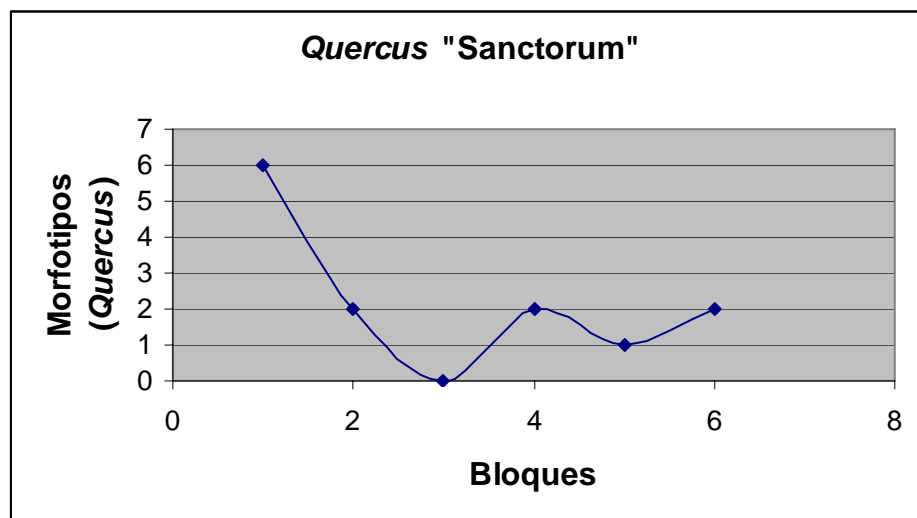


Gráfica 11. Número de morfotipos asignados al género *Quercus* encontrados por bloque en la localidad de El Matador.

Quercus Sanctorum

Tabla 15. Muestra el número de morfotipos asignados al género *Quercus*, encontrados por bloque en la localidad de Sanctorum.

| Morfotipos | B0 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | Ejemplares x morfotipo |
|----------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
| Morfotipo 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Morfotipo 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Morfotipo 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Morfotipo 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Morfotipo 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 5 |
| Morfotipo 11 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Morfotipo 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Morfotipo 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Morfotipo 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Morfotipo 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 10 | 2 | 0 | 2 | 1 | 3 | |
| Morfotipos x Bloque | 6 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | |



Gráfica 12. Número de morfotipos asignados al género *Quercus* encontrados por bloque en la localidad de Sanctorum.

La búsqueda en las bases de datos y en la bibliografía especializada de comunidades reportadas para el Mioceno-Plioceno de América arrojó 67 registros. Tres de estas comunidades corresponden al Plioceno de México, una al Plioceno de Bolivia, una más a los sedimentos miocénicos de Ecuador y 62 a comunidades del Mioceno y Plioceno de Estados Unidos (Mapa 1 y 2).

La comparación fenética de estas comunidades con la comunidad fósil de SMA generó un solo fenograma. La gráfica (13) muestra la separación clara de las Otu's en dos grupos. El más grande de ellos (1) incluye a 66 Otu's (Apéndice VI), mientras que el grupo 2 está formado solo por la Otu 64, que corresponde a la localidad pliocénica El Potosí (Bolivia). El aislamiento de esta Otu se debe a que de los 27 géneros reportados para la localidad solo comparte con el resto de las Otu's la presencia del género *Bauhinia*.

El grupo uno se subdivide en dos subgrupos, el primero de ellos (A) está constituido por la localidad Upper Cedarville, en donde solo se reportan ejemplares del género *Prunus*, para el Mioceno de Nevada, Estados Unidos. La falta de registros y por lo tanto el poco parecido con el resto de las Otu's es la causa de la separación de esta localidad.

Las restantes 65 Otu's conforman el subgrupo B. Este subgrupo manifiesta la gran diversidad de comunidades que debieron existir durante el Neógeno (23.5-1.75 Ma). Período que comprende las épocas Mioceno y Plioceno. Ya que si bien comparten algunos géneros, el coeficiente de similitud entre ellas no es mayor a 0.60, por lo tanto cada Otu, reflejaría una comunidad de plantas diferente, con excepción de las comunidades Tehachapi (Otu 48), y Mount Eden (Otu 57), ambas del Mioceno de California. El coeficiente de similitud que une a estas comunidades es de aproximadamente 0.97, valor que según lo reportado por Sneath y Sokal (1973) es suficiente para considerara a dos Otu's iguales.

La cercanía de estas comunidades en espacio y tiempo favoreció el establecimiento del mismo tipo de comunidad. Las familias con mayor diversificación en estas localidades son Fagaceae, Leguminosae, Rosaceae, Rhamnaceae y Salicaceae. La composición florística de estas comunidades anticipa un conjunto de plantas que, tiempo después, será común en asociaciones de chaparral (Cevallos y Ramírez-Garduño, 2004).

Dentro de este grupo se encuentra también la comunidad de fósil de SMA. La asociación fósil de SMA está unida fenéticamente con la comunidad micénica Black Hawk Rank (California), El parecido fenético (Coeficiente de similitud = 2) entre estas comunidades se debe a que comparte la presencia de 5 géneros (*Salix*, *Populus*, *Platanus*, *Quercus* *Cercocarpus*).

El coeficiente cofenético (Gráfica 13) obtenido en este análisis es de 0.87188, valor que indica que el fenograma es un buen reflejo de la variación entre las Otu's. Lo anterior permite inferir que la flora de la región de Santa María Amajac, tiene más afinidad con las comunidades de Norte América

Distribución geográfica de los géneros *Equisetum*, *Pinus*, *Abies*, *Juniperus*, *Quercus*, *Salix*, *Populus*, *Platanus*, *Scirpus*, *Typha*, *Nymphaea*, *Cercocarpus* y *Bauhinia* a lo largo del tiempo geológico.

Por último, los mapas que muestran la distribución geográfica a través del tiempo geológico de los géneros más abundantes en la región de SMA permiten observar que los género *Equisetum*, *Pinus*, *Abies*, *Quercus*, *Salix*, *Populus* y *Platanus* estaban ya ampliamente representados en el planeta desde el Cretácico. Los géneros *Juniperus* y *Cercocarpus* tienen registros fósiles pobres por lo que no se puede saber si estos géneros ya estaban presentes para este tiempo.

La historia de estos géneros en México ha sido causa de muchos e interesantes debates, sin embargo son muchos los vacíos que persisten. Durante la segunda mitad del siglo XX con el afán de explicar la distribución pasada y actual de las plantas se propusieron dos teorías. La primera de ellas conocida como el modelo de la geoflora (Axelrod, 1978). Propone que las comunidades actuales tienen mucho tiempo establecidas en el planeta y que en respuesta a los cambios geológicos, ambientales o climáticos estas comunidades se movieron de una región geográfica a otra. La teoría que más apoyo recibe actualmente es la de la flora boreotropical. Esta teoría afirma que las comunidades de plantas que se han reportado en diferentes momentos geológicos y en diferentes áreas geográficas son el resultado del movimiento individual de las especies, que depende de la capacidad de migración y establecimiento de cada una (Wolfe, 1975).

Tomando en cuenta la teoría de la flora boreotropical y el registro fósil de los géneros *Equisetum*, *Pinus*, *Abies*, *Juniperus*, *Quercus*, *Salix*, *Populus*, *Platanus*, *Cercocarpus*, *Typha*, *Scirpus* y *Nymphaea* en este trabajo se proponen las posibles rutas de migración seguidas por estos géneros hasta su establecimiento en México.

A pesar de la larga historia de las pteridofitas en el planeta los registros más antiguos de este grupo de plantas se remontan al Paleoceno (65 Ma.) de América del Norte y Europa (Mapa 3). En Norteamérica los registros son abundantes (110). Sin embargo en México los afloramientos fósiles en donde se reporta la presencia de *Equisetum* son escasos aunque más antiguos que los encontrados en las bases de datos consultadas. Silva-Pineda (1978) reporta la presencia del género en los sedimentos jurásicos de la localidad de Ayuquila, Oaxaca, lo que hace pensar que en realidad este tipo de plantas tiene una historia mucho más larga.

Se obtuvieron 14 registros para el género *Juniperus*. 11 corresponden a localidades del Mioceno de Europa y Estados Unidos y tres a localidades de Estados Unidos a las que se les asignó una edad de 33.7–5.3 Ma. (Apéndice VII). El registro fósil de la familia Cupressaceae demuestra que este grupo de plantas se encuentra ya presente en los sedimentos del Paleoceno de Estados Unidos y China (Gou *et al.*, 1984) indicando una migración a través del estrecho de Bering. La distribución de la familia en el Paleógeno y la representación gráfica de los registros de *Juniperus* (Mapa 4) señalan que este género llegó a México procedente de Norteamérica.

Los registros de la familia Pinaceae (Mapas 5 y 6; Apéndice VI) muestran que géneros como *Abies* y *Pinus* están bien representados en el Cretácico, Paleógeno y Neógeno del Hemisferio Norte. Hoy en día estos géneros siguen ampliamente distribuidos en esta zona del planeta. Sin embargo, géneros como *Keteleeria* y *Pseudolarix* están limitados actualmente al este de Asia. LePage y Basinger (1991) analizan la historia fitogeográfica de *Keteleeria* y *Pseudolarix* en el Hemisferio Norte. Concluyen que ambos géneros tuvieron hasta el Paleógeno una distribución amplia en Europa y Norteamérica. A pesar de esto, el registro fósil de *Pseudolarix* muestra que este género se extinguió de Norteamérica en el Mioceno y en Europa a finales del Plioceno. *Keteleeria* por su parte desaparece de Europa durante el Eoceno y de Norteamérica a finales del Oligoceno.

El registro fósil de las coníferas en México muestra que estas plantas estaban ya presentes en Chiapas desde el Eoceno (Alvarez, 1998). Por lo que a pesar de que no se han encontrado afloramientos fósiles del Paleoceno que contengan restos de coníferas no es descabellado pensar que llegaron a México desde el inicio del Paleógeno.

El mapa (7) obtenido a través de los registros del género *Quercus* (familia Fagaceae) muestra que el género se encuentra ya establecido en el Hemisferio Norte desde el Cretácico. En Norteamérica durante el Paleoceno se observa un aumento del área de distribución del género. Aunque a nivel global el registro fósil evidencia un periodo de radiación importante en el Oligoceno.

La familia Salicaceae representada en los afloramientos fósiles de la región de SMA por los géneros *Salix* y *Populus* cuenta desde el Paleógeno con una presencia importante en las comunidades de plantas del Hemisferio Norte (Mapa 8 Y 9). En México el registro más antiguo corresponde a la localidad de los Ahuehuetes (Oligoceno), en Tepexi de Rodríguez, Puebla (Ramírez Garduño, 1998)

La familia Platanacea (género *Platanus*) se distribuyó ampliamente en el Hemisferio Norte durante el Cretácico y el Paleógeno (Mapa 10). Impresiones de hojas palmadas con venación actinódroma así lo manifiestan. La amplia distribución en Europa y Norteamérica del género *Platanus*, así como su aparente ausencia de Asia permite suponer que la migración de estos organismos se llevó a cabo durante el Paleoceno a través del Atlántico Norte.

Las evidencias paleontológicas indican que la familia Juglandaceae (*Juglans*) al igual que las familias anteriores llegó a México proveniente del Hemisferio Norte (Mapa 11). Restos de *Juglans* son reconocidos en el Eoceno de Estados Unidos y Europa. En México se tiene registro del género *Juglans* en afloramientos fósiles del Mioceno de Chiapas y del Plioceno de Hidalgo. Aunque algunos autores reportan su presencia desde el Cretácico (Ramírez-Garduño, 1998).

El registro fósil de los géneros de plantas acuáticas presentes en la región de SMA indican que los géneros *Scirpus*, *Typha* y *Nymphaea* llegaron a México desde Norteamérica (Mapas 12, 13 y 14). *Nymphaea* es el género más pobremente representado en el registro fósil. De acuerdo a los datos recabados los registros más antiguos de este género corresponden a localidades de Estados Unidos. Mientras que en Europa se localizan la mayoría de los registros (19).

La distribución geográfica del género *Cercocarpus* (Mapa 15) indica que este grupo de plantas no se ha reportado en las floras del Paleoceno. El género aparece en el registro fósil en localidades del noroeste de Estados Unidos durante el Eoceno medio (Apéndice VI). En México se reportó la presencia de impresiones de hojas de este género en los sedimentos del Oligoceno de Puebla (Velasco de León, 1997)

La presencia del género *Bauhinia* en el registro fósil es escasa (Mapa 16). El registro más antiguo corresponde al Cretácico de Bolivia. Sin embargo, este dato debe de ser tratado con cautela ya que el registro fósil de la familia Fabaceae indica que los ejemplares más antiguos pertenecen al Paleoceno. Desgraciadamente otros registros asignados al género han sido reubicados o bien se ha demostrado que no pertenecen a él (Owens *et al.*, 1998). En las floras del Paleoceno se ha reportado la presencia de estos organismos en localidades de Norteamérica y Europa.

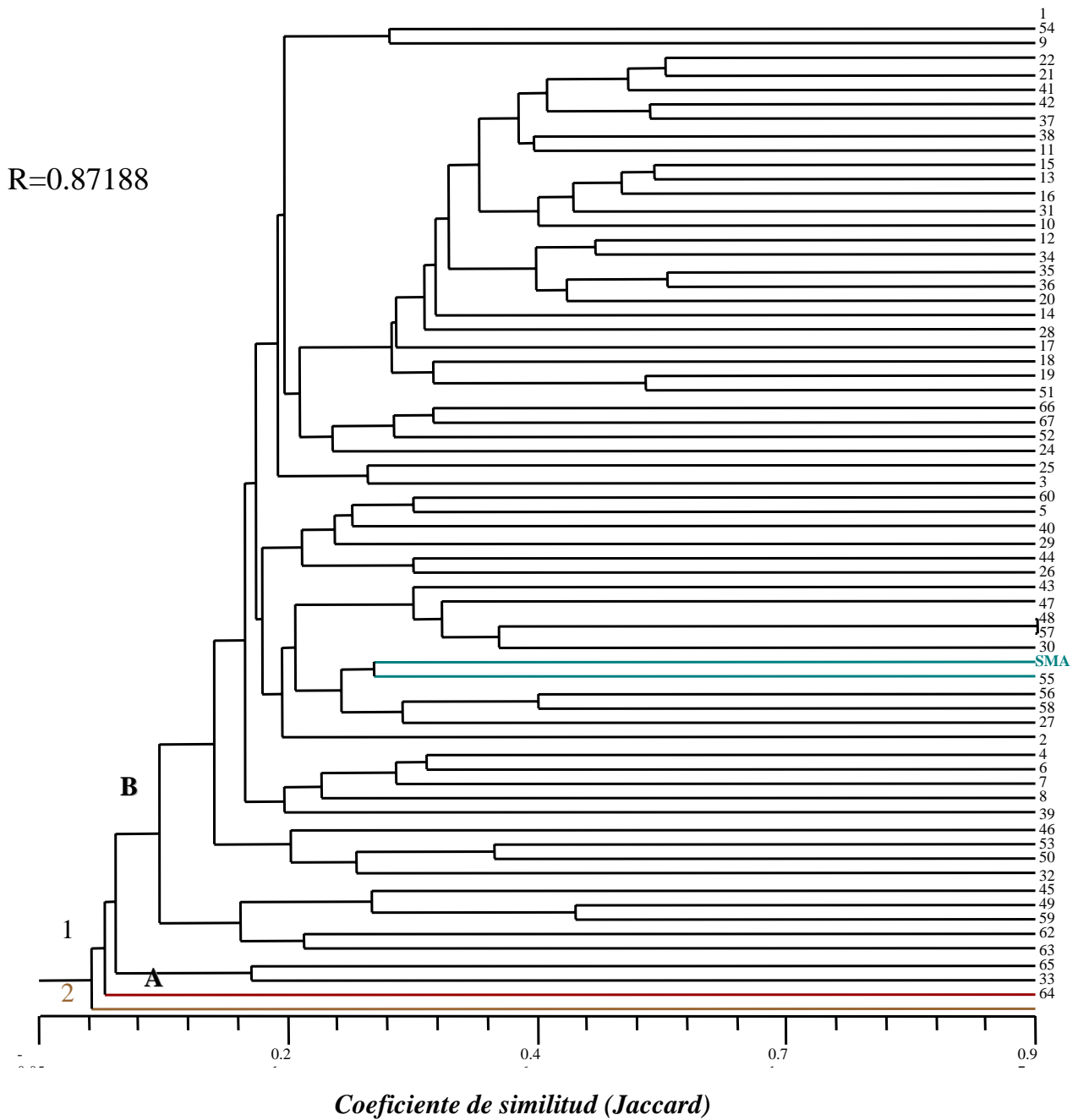
Como se puede observar la flora de México es el resultado de la evolución, inmigración y extinción de un gran número de taxa durante el Paleógeno. De acuerdo a los datos recabados los géneros presentes en la flora fósil de SMA llegan a México procedentes de Estados Unidos. El estudio de las plantas que habitaron el Hemisferio Norte durante el Paleógeno ha permitido reconocer cuatro patrones de distribución: (1) Circumboreal, cuando las especies se distribuyen en Norteamérica, Europa y Asia; (2) Euro-Norteamericano, patrón característico de aquellas especies encontradas en Norteamérica y Europa; (3) Américo-Asiático, con especies distribuidas tanto en Norteamérica como en Asia y (4) Endémico-Norteamericano, patrón que presentan aquellas plantas que no se distribuyen en ninguna otra región (Manchester, 1999). Los datos obtenidos muestran que en la comunidad fósil de Santa María Amajac predominan los géneros con patrones de distribución Circumboreal y Euro-Norteamericano.

Estos resultados coinciden con la hipótesis que afirman que durante el Paleógeno y Neógeno las plantas de latitudes altas de América del Norte incrementaron su presencia en la composición florística de México (Cevallos, 2000). Esto ocurrió gracias a que durante el Paleógeno, el tipo de roca, los sedimentos, la orografía y la temperatura de la zona facilitó la distribución de diferentes grupos de plantas. Por ejemplo la Península de Baja California permanecía unida al continente, mientras que el Eje Neovolcánico Transmexicano y las sierras del sur no existían. Lo que facilita pensar que las plantas de latitudes altas de Norte América aumentaron su área de distribución hacia el sur.

Por otro lado la representación gráfica de los registros de géneros como *Quercus*, *Salix* y *Populus* muestra que estos géneros se distribuían en Asia y Europa desde el Cretácico. diferentes autores han explicado esto con la existencia durante el Paleógeno de puentes tanto en el oeste como en el este, que conectaron a Europa y Asia con América del Norte (Tiffney, 1985a, 1985b). La documentación de estos intercambios es cada vez mayor y la forma en que estos puentes funcionaron, comienza a entenderse mejor. Si a latitudes altas de América del Norte llegaron plantas euroasiáticas, y como en el Paleógeno y buena parte del Neógeno no existían barreras significativas que restringieran la distribución de las plantas de latitudes altas a bajas en América del Norte, entonces se puede inferir que las plantas paleógenas o neógenas con afinidad europea o asiática encontradas en México, llegaron a través de esta vía.

Aunque ya se ha reportado la migración de varios grupos de plantas de Norte América hacia el sur es importante establecer las rutas de dispersión de otros géneros pues si bien es cierto que por si solo el registro fósil no puede establecer el lugar de origen de un grupo, si se refuerza la teoría de que durante cierto tiempo existieron puentes que permitieron la comunicación entre regiones del planeta que hoy se encuentran muy separadas. Además de que ayuda a entender mejor la historia de la vegetación en México.

Comunidades Fósiles del Mioceno-Plioceno



Gráfica 13. Fenograma que muestra la similitud que existe entre las diferentes comunidades reportadas para norte y sur América, durante el Mioceno y Plioceno. (Apéndice VI).



Mapa 1. Distribución geográfica de las comunidades fósiles reportadas para el Mioceno - Plioceno del Continente Americano. Apéndice V- localidades: 1 Canada, 46, 59 y 60 Washington, 28, 49, 50 y 66 Idaho, 2, 4, 5, 6 y 8 Montana, 23, 47, 51-54 y 67 Oregon, 12, 25-27, 29, 40, 43-45, 48, 55, 56 y 58 California, 9-22, 24, 30-39, 41 y 42 Nevada, 3 Nebraska, 7 Colorado, 61-63 México, 64 Bolivia y 65 Ecuador. .



Mapa 2. Distribución geográfica de las comunidades fósiles reportadas para el Mioceno-Plioceno de Estados Unidos. Apéndice V- localidades: 1 Canada, 46, 59 y 60 Washington, 28, 49, 50 y 66 Idaho, 2, 4, 5, 6 y 8 Montana, 23, 47, 51-54 y 67 Oregon, 12, 25-27, 29, 40, 43-45, 48, 55, 56 y 58 California, 9-22, 24, 30-39, 41 y 42 Nevada, 3 Nebraska, 7 Colorado.

Distribución geográfica del género *Equisetum*



Mapa 3. Registros fósiles del género *Equisetum*. Reportados por las bases de datos Universidad de Berkeley y Paleobiology database.

Distribución geográfica del género *Juniperus*



Mapa 4. Registros fósiles del género *Juniperus*. Reportados por las bases de datos Universidad de Berkeley y Paleobiology database.

Distribución geográfica del género *Pinus*



Mapa 5. Registros fósiles del género *Pinus*. Reportados por las bases de datos Universidad de Berkeley y Paleobiology database.

Distribución geográfica del género *Abies*



Mapa 6. Registros fósiles del género *Abies*. Reportados por las bases de datos Universidad de Berkeley y Paleobiology database.

Distribución geográfica del género *Quercus*



Mapa 7. Registros fósiles del género *Quercus*. Reportados por las bases de datos Universidad de Berkeley y Paleobiology database.

Distribución geográfica del género *Salix*



Mapa 8. Registros fósiles del género *Salix*. Reportados por las bases de datos Universidad de Berkeley y Paleobiology database.

Distribución geográfica del género *Populus*



Mapa 9. Registros fósiles del género *Populus*. Reportados por las bases de datos Universidad de Berkeley y Paleobiology database.

Distribución geográfica del género *Platanus*



Mapa 10. Registros fósiles del género *Platanus*. Reportados por las bases de datos Universidad de Berkeley y Paleobiology database.

Distribución geográfica del género *Juglans*



Mapa 11. Registros fósiles del género *Juglans*. Reportados por las bases de datos Universidad de Berkeley y Paleobiology database.

Distribución geográfica del género *Scirpus*



Mapa 12. Registros fósiles del género *Scirpus*. Reportados por las bases de datos Universidad de Berkeley y Paleobiology database.

Distribución geográfica del género *Typha*



Mapa 13. Registros fósiles del género *Typha*. Reportados por las bases de datos Universidad de Berkeley y Paleobiology database.

Distribución geográfica del género *Nymphaea*



Mapa 14. Registros fósiles del género *Nymphaea*. Reportados por las bases de datos Universidad de Berkeley y Paleobiology database.

Distribución geográfica del género *Cercocarpus*



Mapa 15. Registros fósiles del género *Cercocarpus*. Reportados por la base de datos Paleobiology database y por la base de datos de la Universidad de Berkeley.

Distribución geográfica del género *Bauhinia*



Mapa 16. Registros fósiles del género *Bauhinia*. Reportados por la base de datos Paleobiology database y por la base de datos de la Universidad de Berkeley.

Bibliografía Citada

- Afifi, A. y Clarck, V., 1990. Computer-Aided multivariate analysis. Van Nostrand Reinhold Company, N.Y. 505 p.
- Aguilar-Arellano, F. J. y Ortiz Martínez, E. L. 2000. Estudio Paleoecológico de la flora Pliocénica de Santa María Amajac, estado de Hidalgo. Inferencias del paleoclima y la paleocomunidad. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis profesional, 63 p.
- Aguilar-Arellano, F. J., Silva Pineda, A. y Velasco de León, M. P 2002. Registro de *Equisetum hyemale* en el Plioceno de la región de Santa María Amajac, Hidalgo, México (resumen). VII Congreso Latinoamericano de Botánica y II Congreso Colombiano de Botánica. Cartagena de Indias, Colombia, Asociación Latinoamericana de Botánica, 83 p.
- Aguilera, J. G. y Ordóñez, E. 1896. Bosquejo geológico de México Univ. Nal. Autóm. México, Instituto Geol., Bol. n 4-6 267 p.
- Alvarez, L. R. 1998. Geografía general del estado de Oaxaca. 3a. ed., Carteles editoriales, Oaxaca, 14-26 p.
- Arellano, Gil, J., Velasco de León, M., Silva Pineda, A. Salvador Flores, A. y Beltrán Romero, 2005. Origen y características geológicas del paleolago de Amajac, Hidalgo. Revista Mexicana de las Ciencias Geológicas 22 (2) 99-211 p.
- Ash, A. Ellis, B. Hickey, L y Johnson, K. 1999. Manual of leaf architecture, morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms. Smithsonian Institution.
- Axelrod, D. I. 1978. Evolution and biogeography of Madrean-Tethyan sclerophyll vegetation. Annals of the Missouri Botanical Garden 62:280-334 p.
- Axelrod, D. I. 1985. Miocene floras from Middlegate Basin; west-central Nevada: University Of California publications in Geological Sciences 129, 279 p.
- Becerra-Martínez, C. 2003. Estudio taxonómico de las aletas impares de los Goodeidos fósiles Procedentes de Sanctorum (Formación Atotonilco el Grande), Hidalgo. Tesis de licenciatura UNAM.
- Beltrán Romero, F. y Luna Gómez, P.1994. Estudio Geológico de la Región de Santa María Amajac, Municipio de Atotonilco El Grande, Estado de Hidalgo. Tesis profesional. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 131 p.

- Bentham, G. 1865. Leguminosae. In: Bentham and J. D. Hooker, *Genera Plantarum*, Vol. 1: 434- 600. Reeve, London.
- Bronn, H. G. 1822. *De Formis Plantarum Leguminosarum Primitivis et Derivatis*. Groos, Heidelberg. 140 p.
- Burham, R. 1993. Taphonomic approaches to time resolution in fossil assemblages. In: *Short Course of Paleontology* Kidwell Susan y AnaK. Behrensmeyer. (ed),. A Publication of the Paleontological Society. 57-78 p.
- Calvillo Canadell, L. 2002. *Bauhcis moranii* gen. et sp. nov. (*Cercideae Caesalpinieae*), an oligocene plant from Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mex., with leaf architecture similar to *Bauhinia* and *Cercis*. *Review of Paleobotany and Palynology*. 122(3-4):171-184 p.
- Cantagrel, J., Robin, C., 1979. K-Ar dating on eastern Mexican volcanic rocks –Relations between the andesitic and the alkaline provinces. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 5, 99-114.
- Carranza-Castañeda, O. y Miller, W. E. 1998. Paleofaunas de vertebrados de las cuencas sedimentarias del Terciario Tardío de la faja volcánica transmexicana. Pp 85-95, *Avances en: Carranza-Castañeda, y Córdoba-Méndez, (eds.). Publicación especial. Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.* 85-95 p.
- Castillo-Cerón, J. M. 1994. Bioestratigrafía de los sedimentos continentales del área de Zacualtipán (Mioceno Tardío) estado de Hidalgo, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 55 p.
- Cevallos-Ferris, R. S. y Ramírez-Garduño, J. 1998. Las plantas con flor en el registro fósil. *Ciencias*. 52:46-57.
- Cevallos-Ferris, R. S. 2000. Consideraciones sobre las angiospermas (Plantas con flor) fósiles en México. *Unión Geofísica Mexicana*. 433-444 p.
- Cevallos-Ferris, R. S. y Ramírez-Garduño, J. 2004. Bosquejo de la evolución florística. En: *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 87-104 p.
- Collinson, M., Boutler, M. y Holmes, P. 1993. Magnoliophyta (Angiospermae) en *The Fossil Record 2*. Editado por M. J. Benton. Chapman y Hall. London. 811-812 p.
- Crepet, W. y Nixon, K. C. 1989. *Trigonobalanus* (Fagaceae): Taxonomic status and phylogenetic relationships. *American Journal of Botany* 76(6):828-841 p.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia Univ. Press, New York.

- Del Castillo, R. F., Pérez de la Rosa, J. A., Vargas Amado, G y Rivera García, R. 2004. Coníferas. En: García Mendoza, A. J., Ordoñez, M. J. y Briones-Salas m. (eds.), Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-World Wildfile Fund, México, 141-158 p.
- Delevoyras, T. 1963. Morfology and evolution of fósil plants: New Cork, Holt Rinehart Winston, 189 p.
- Demant, A., 1982. interpretación geodinámica del volcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, 5(2):217-222 (38).
- Díaz-Lozano, E. 1916. Descripción de algunas plantas liásicas de Huayacocotla, Ver.: Inst. Geol.México, Bol. 34, 18 p.
- Dilcher, D. L. y G.E. Dolph. 1970. Foliar physiognomy as an aid in determining paleoclimate. *Paleontographica*, Abteilung B. 170:151-172 p.
- Dilcher, D. 1974 . Approaches to the identification of the angiosperm leaf remains. *The Botanical Review*. 40:1-57 p.
- Farjon, A. 1998. World checklist and bibliography of conifers. Royal Botanical Gardens, Kew, 298 p.
- Felix, J. y Nathorst, A. 1899. Versteinervngen aus dem mexicanisches staat Oaxaca, in Felix, J. y Lenk, H. Beitragen, eur Geologie und Palaontologie der Republik Mexiko, pt. II. Stuttgart, Schweizer bart sche verl., 39-54 p.
- Ferrari, L. 2000. Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica transmexicana durante la última década. *Bol. Soc. Geol.. Mexicana*, LIII (84-92):84-90. (42).
- Flores Camargo, D., Naranjo E. y Velasco de León, M. 2004. Microgasterópodos del paleolago de Amajac, Hidalgo. En: García, B. P., Perillita, M. C., Avendaño, J. y Carbot, G. (eds.). Memorias congreso IX Nacional de Paleontología. Tuxtla Gutiérrez Chiapas.
- Freudenberg, W. 1922. Die säugetierfauna des Pliocäns und Postpliocäns von Mexoko: Mastodnten und Elephanten. *Geologische und palaeontologische adhandlungen*. 14:103-176.
- Fuentes Guerra, E. P. y Velasco de León M. P. 2002. Anuros de la Formación Atotonilco el Grande, México (resumen). VIII Congreso Nacional de Paleontología, Guadalajara, Jalisco. Sociedad Mexicana de Paleontología y Museo de Paleontología de Guadalajara. 99 p.
- Gayne, A. R. y Fries, C. 1963. Geología y yacimientos minerales del Distrito de Pachuca, Real del Monte, Edo. de Hidalgo, México. C.R.N.N.R., Pub. 5E, 220 p.

- Gou, S. S. Zhe-hua y L. Hao-min. 1984. Paleocene megafossil flora from Altai of Xinjiang. Bull. Nanjing Inst. Geol. Palaeont. Acad. Sin. 10:119-146 p.
- Hickey, L. J. 1973. Classification of the architecture of dycotiledoneous leaves: American Journal of Botany. 60:17-33 p.
- Hickey, L. J. y Wolfe, J. A. 1975. The bases of angiosperm phylogeny vegetative morphology. Annals Missouri Botanical Garden 62:538-589 p.
- Hotelling, H. 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components Journal of Educational Psychology 24, 417-441 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1992). Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo. Editado por INEGI. Aguascalientes. México. 5 p.
- Judd, W., Cambell, C. E., Stevens, P. y Donoghue, M. 1992. Plant systematics a phylogenetic approach. Sinauer Associates. U.S.A.
- Kowallis, B. J., Swisher, C. C., Carranza-Castañeda, O., Millar, W. E. y Tingey, D. G. . 1998. Preliminary dates in selected late tertiary vertebrate fauna from Mexico. En avances de investigación paleontológica de vertebrados del Instituto de Investigaciones de la Tierra, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo. 103-108 p.
- LePage, B. A. y Basinger, J. F.. 1991. A new species of *Larix* (Pinaceae) from the early Tertiary of Axel Heiberg Island, Arctic Canada. Rev. Palaeobot. Palynol. 70:89-111.
- Lewis, G., Schrire, B., Mackinder, B. y Lock, Mike. 2005. Legumes of the world (Plants people possibilities). Royal Botanic Gardens.
- Lis, R.A. 1992. Leaf architectural survey of *Cercocarpus* (Rosaceas) and its systematic significance. International Journal Plant Science 153 (2):258-272.
- Lugo-Hubp, J. 1990. El Relieve de la República Mexicana. Instituto de Geología. 9.(1):82-111.
- Magallón-Puebla, S. 1991. Estudio sistemático y biométrico, helechos del tipo Pecopteris (Marattiales; Pteridophyta) de la Formación Matzitzi (Permo-Carbonífero), estado de Puebla. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Maldonado-Koerdell, M. 1950. Los estudios paleobotánicos en México, con un catálogo sistemático de sus plantas fósiles. Universidad Nacional Autónoma de México, Inst. Geol.Bol., n. 55, 72p.
- Manchester, S. R. 1999. Biogeographical relationships of north american Tertiary floras: in Annals of the Missouri Botanical Garden. 86:472-522.
- Martin, F. L. 1950. A revisión of *Cercocarpus*. Brittonia 7:2 91-111 p.

- Martínez-Martínez, P. y Velasco de León, M. P. 2006. Plantas acuáticas del Plioceno de las localidades de Santa María Amajac y Sanctorum, Hidalgo, México. IX Congreso latinoamericano de Botánica. República Dominicana. 536 p.
- Nixon, K. C., Jensen, R. J., Manosy, P. S. Muller, C. H. 1997. Flora of North America. North Of Mexico, vol. 3 Magnoliophyta: Magnoliidae and Hamamelidae. Oxford University Press, Nueva York, 445-506 p.
- Nixon, K. C. 1998. El género *Quercus* en México. En: T. P. Ramammoorthy, R. Bye., A. Lot y J. Fa (eds.), Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM, 435-447 p.
- Ortiz-Martínez, E. L. y Velasco de León, M. P. 2000. Estudio de Taxonomía numérica de hojas fósiles de Santa María Amajac del Plioceno del estado de Hidalgo (resumen). VII Congreso Nacional de Paleontología y I Simposio Geológico en el noroeste de México. Linares, N. León. Facultad de Ciencias de la Tierra. 54 p.
- Owens, S. A., Fields, P. y Ewers, F. W. 1998. Degradation of the upper pulvinus in modern and fossil leaves of *Cercis* (Fabaceae). American Journal of Botany 85 (2):273-284.
- Payne, W.W. 1969. A quick method for clearing leaves. Ward's Bulletin 61:4-5.
- Pearson, K. 1901. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. Philosophical Magazine, Ser. 6,2, 559-572 p.
- Polhill, R. M., and Raven, P. H. 1981. Advances in legume systematics, part 1. The Royal Botanic Gardens, Kew.
- Polhill, R. M. 1994. Classification of the Leguminosae. En: I.W. Southon (ed.), Phytochemical Dictionary of the Leguminosae. Vol. 1: xxxv-1vii. Chapman and Hall, Londres.
- Prince, P. W., Lisch, D. 1998. Phylogeny and systematics of *Pinus*. En: D. M. Richardson (ed.) Ecology and Biogeography of *Pinus*. Cambridge University Press, Cambridge, 46-68 p.
- Ramírez-Garduño, J. L. y Cevallos-Ferriz, R. S. 1997. Association of Anacardiaceae in Oligocene strata of Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico. American Journal of Botany (abstracts) 84(6):140.
- Ramírez-Garduño, J. 1998. Análisis foliar de Anacardiaceae- Berberidaceae y Salicaceae en los Ahuehetes (Oligoceno) Tepexi de Rodríguez, Puebla. M.en C. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Read, D. J. 1998. The mycorrhizal status of *Pinus*. En: D. M. Richardson (ed.), Ecology and Biogeography of *Pinus*. Cambridge University Press, Cambridge, 450-473 p.
- Reyes Torres, A. Vázquez Rodríguez S. D., Carreño A. L. y Velasco de León M. P. 2002.

- Ostrácodos Lacustres del Plioceno-Pleistoceno inferior de la Formación Atotonilco el Grande, Hidalgo, México (resumen) VIII Congreso Nacional de Paleontología, Guadalajara, Jalisco, Sociedad Mexicana de Paleontología y Museo de Paleontología de Guadalajara. 128 p.
- Rohlf, J. 1993. Numerical taxonomy and multivariate analysis system for the IBM PC microcomputer (and Compatibles). Version 1.8 Applied Biostatistics Inc., New York.
- Rydberg, P. A. 1913. *Cercocarpus*. North America Flora 22 (5), 418-424.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. 432 p.
- Salvador-Flores, R. 2001. Origen sedimentológico y estratigrafía del Paleolago de Amajac, Amajac, Hidalgo. Unpublished B. Sc. Tesis de licenciatura. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 87 p.
- Segerstrom, K. 1961. Geología del suroeste del estado de Hidalgo y del noreste del estado de México. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. 13:147-168.
- Silva, A. 1963. Plantas del Triasico, superior del estado de Hidalgo: Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geología, Paleontología Mexicana 18, 12 p.
- Silva, A. 1978. Plantas del Jurásico, medio del sur de Puebla y noroeste de Oaxaca. Paleontología Mexicana 44:58-117 p.
- Sneath, P. H. A. y Sokal, R. R. 1973. Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical classification. Freeman, San Francisco, CA. XV+ 573 p.
- Solórzano-Aguilera, A. 2007. Descripción de los ambystomas del paleolago de Santa María Amajac. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Zaragoza. UNAM. México. D. F.
- Sousa, M., y Delgado, A. 1993. Mexican leguminosae: phytogeography endemism and origins. In: T.P. Rhamomorthy R. Bye, A. Lot, and J. Fa (eds.) *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York. 459-511 p.
- Tiffney, B .H. 1985. Climatic implications of the flora of the Mid-Oligocene Brandon lignite of west-central Vermont. Botanical Society American, Misc. Publication. 156:76 (abs.).
- Trejo-Diez, D y Arreguín-Sánchez M. de la L. (2004). Lista con anotaciones de los pteridofitos del Estado de México, México. Acta Botanica Mexicana.
- Velasco de León, M. P. y Cevallos-Ferriz, S. R. 1997. Leaves of *Cercocarpus* (Rosaceas) in Tertiary sediments of Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. American Journal of Botany (abstracts) 84(6):144.
- _____. 1999. Estudio peleoecológico de una comunidad del Terciario en el

- estado de Puebla. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México. 120 p.
-
- _____. J. Arellano-Gil. y Silva-Pineda, A. 2000. La secuencia lacustre y su biota de la Formación Atotonilco el Grande de Santa María Amajac, en el Estado de Hidalgo (resumen). II Reunión Nacional en Ciencias de la Tierra. Puerto Vallarta, Jalisco. Sociedad Geológica Mexicana. 302 p.
-
- _____, y Romero Rangel, S. 2000. Arquitectura foliar de diez especies de *Quercus* (Fagaceae) como fuente de información para la identificación de ejemplares fósiles (resumen). XV Congreso Mexicano de Botánica. Querétaro, Qro. Sociedad Botánica de México. 704 Poster.
- Villarello, J. y Bosè, E. 1902. Criaderos de fierro de la Hacienda de Vaquerías en el estado de Hidalgo. Boletín del Instituto Geológico Mexicano. 16:15-44.
- Weber, R. 1972. La vegetación maestrichtiana de la Formación Olmos de Coahuila. México. Bol. Soc. Geol. Mexicana 33:5-19 p.
- Wieland, G. R. 1909. The Williamsonias of the Mixteca alta: Bot. Gaz. 48. 427-441 p.
- Wolfe, J. A. 1967. Climatic changes recorded by Tertiary land floras in northwestern North America. In K. Hatai, (ed). Tertiary Correlation and climatic changes in the Pacific: Tokyo, Sasaki Printing and Publishing.
- _____. 1968. A paleobotanical interpretation of Tertiary climates in the northern hemisphere. American Scientist. 66:694-703.
- _____. 1969. Paleogene from the gulf of Alaska region U. S. Geological Survey Late Cretaceous and Tertiary. Annals of the Missouri Botanical Garden 62:264-279.
- _____. 1975. Some aspects of plants geography of the Northern Hemisphere during the Late Cretaceous and Tertiary. Annals of the Missouri Botanical Garden 62:264-279.
- Zambrano-García, A., Weber R. 1985. Nuevos ensayos de un panorama de la paleoecología de comunidades de la taoflora Santa Clara (Tríasico tardío, Sonora). En Weber R. ed. III Congr. Latinoamericano Paleont. México. Simp. Flora Tríasico tardío 153-163.
- Zaragoza-Caballero, S. y Velasco de León, M. P. 2003. Una especie nueva de *Epicauta* (Coleóptera: Meloidae) del Plioceno del Estado de Hidalgo. México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. 20(2):154-159

Apéndice I.

Técnica de Aclaración y Tinción

Las hojas de plantas actuales que se obtuvieron del herbario fueron sometidas a una técnica de aclaración y tinción para observar detalles de caracteres morfológicos y arquitectura foliar, datos que fueron empleados en la elaboración de las matrices.

De todas las especies actuales se seleccionaron hojas maduras de ejemplares de herbario, en donde los caracteres morfológicos se encuentran bien desarrollados. Esta Técnica consta de los siguientes pasos:

Se elaboró una solución de hidróxido de sodio al 10%. En esta solución se hierven las hojas entre 20 y 50 minutos aproximadamente, con el fin de liberar cualquier tipo de pigmento.

Se deja enfriar la solución junto con las hojas.

Se prepara una solución de tres cuartas partes de agua por una cuarta parte de cloro y en ésta se depositan las hojas el tiempo que sea necesario, hasta que se blanqueen.

Ya blanqueadas las hojas, se dejan en agua por espacio de un día.

Las hojas se transfieren a un recipiente de vidrio con alcohol al 50% y se dejan aproximadamente 60 minutos, para que se puedan deshidratar.

Se elabora una solución de alcohol al 50% más colorante (eosina). En ésta se dejan las hojas durante 10 a 20 minutos aproximadamente, dependiendo del grado de tinción que vaya adquiriendo la hoja. Esta parte de la técnica es muy importante porque del grado de tinción de las hojas dependerá la claridad con que se observen los caracteres morfológicos de las mismas.

Las hojas se ingresan de nueva cuenta a un recipiente de vidrio con alcohol al 50%, con el fin de eliminar los excedentes del colorante. Se dejan en esta solución por aproximadamente 15 a 20 minutos.

Las hojas ya teñidas se depositan en un recipiente de vidrio con alcohol absoluto, para eliminar el exceso de agua y que queden bien deshidratadas. De no ser así, el material podría blanquearse con el tiempo. El recipiente deberá estar bien cerrado y no se deberá abrir para que no se rehidraten las hojas. Este proceso de deshidratación se lleva aproximadamente entre 20 y 30 minutos.

Las hojas se depositan en un recipiente de vidrio con xilol, por espacio de 15 minutos o hasta que queden duras y transparentes.

Finalmente las hojas ya aclaradas y teñidas se montan de la siguiente manera: Sobre un vidrio se pone una capa de medio de montaje (Permount), la hoja se cubre bien con este medio, evitando la formación de burbujas de aire, después se coloca otro vidrio encima y se deja secar por espacio de uno o dos meses dependiendo del tamaño de la hoja.

Apéndice II

Criterios morfológicos

La descripción morfológica de los géneros: *Cercocarpus*, *Bauhinia*, y *Salix* se basa en los principios sobre arquitectura foliar establecidos por Hickey (1973), Wolfe (1975) y Ash *et al.*, (1999). A continuación se describen los caracteres y estados de carácter utilizados en los análisis fenéticos.

Hoja:

- Dividida: Cuando el margen a la altura del ápice se deprime.
- Entera: Cuando la lámina foliar no presenta divisiones o bien cuando el margen de la hoja es continuo desde el ápice hasta la base.

Simetría de la lámina:

- Asimétrica: La hoja es asimétrica cuando la vena media la divide en dos partes de distinto tamaño.
- Simétrica: La lámina es simétrica cuando la vena media la divide en dos partes iguales.

Forma de la hoja: La forma de la hoja en las plantas está determinada por el lugar en donde se ubica la zona más ancha de la lámina foliar.

- Elíptica: La zona más ancha se encuentra a la mitad de la lámina foliar
- Ovada: Cuando la parte ancha de la hoja se encuentra en la región basal de la lámina foliar
- Oblonga: Las hojas que presentan esta forma son igualmente anchas en la región basal y apical.
- Obovada: La parte ancha de la lámina foliar se ubica en la parte apical de la hoja

Margen de la hoja: Se refiere a las características que presenta el contorno de la lámina foliar.

- Entero: cuando el margen no presenta dientes
- Dentado: Existen dientes en el margen de la hoja. En algunos casos es importante determinar la extensión de la lámina foliar que alcanzan los dientes ($\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ ó $\frac{3}{4}$ de la lámina foliar)

Forma del ápice: Este carácter hace referencia a la forma que presenta la parte apical de la hoja.

- Redondo: Cuando el margen de la hoja forma un ligero arco en la zona apical
- Agudo: Cuando el margen a la altura del ápice es recto. Puede formar un ángulo de aproximadamente 90°
- Emarginado: En la zona apical el margen se deprime hasta en un 25%
- Lobado: La depresión del margen en la zona apical es mayor al 25%
- Acuminado: Margen marcadamente cóncavo, curvado hacia el centro de la hoja.

Forma de la base: Se refiere a las características que presenta la parte basal de la hoja.

- Redonda: El margen forma un ligero arco en la parte basal de la hoja
- Aguda: El margen forma un ángulo de menos de 90° en la base de la hoja
- Cordada: La base de la hoja esta envuelta en un seno cuyos lados son de rectos a convexos
- Truncada: La base termina abruptamente en un corte. En ocasiones el margen es perpendicular a la vena media
- Lobada: Proyecciones redondas en la parte basal de la hoja con márgenes internos cóncavos

Pulvino: El pecíolo presenta un ensanchamiento cerca de la parte basal de la hoja.

Vena media: Las venas primarias o de primer orden, son las venas más gruesas de la lámina foliar. Pueden presentarse solas o acompañadas, originándose todas del pecíolo

Venas secundarias: Las venas secundarias se originan a partir de la vena media y son las segundas en grosor.

Tipo de venación secundaria: Se refiere al patrón formado por las venas secundarias

- Eucamptódroma: Las venas secundarias se dirigen hacia el ápice, disminuyendo gradualmente de grosor hasta llegar al ápice.
- Broquidódroma: Las venas secundarias se unen en una serie de prominentes arcos.
- Cladódroma: Las venas secundarias se ramifican libremente hacia el margen
- Craspedódroma: Las venas secundarias terminan en el margen
- Semicraspedódroma: Las venas secundarias se ramifican justo al llegar al margen. Algunas terminan en el margen y otras forman arcos.

Angulo de las venas secundarias: Este carácter se refiere al ángulo con el que las venas secundarias se insertan a la vena media.

Recorrido de las venas secundarias: Se pueden aplicar los siguientes términos

- Curvado abrupto: Las venas secundarias forman arcos pronunciados.
- Curvado no abrupto: las venas secundarias forman arcos suaves o que se incrementan en relación a la curvatura.

Venas intersecundarias: Estas venas tienen un curso similar a las venas secundarias, pero son usualmente más delgadas y no llegan al margen.

Venas terciarias: Las venas terciarias se originan de las venas secundarias y se caracterizan por ser más delgadas que estas.

Recorrido de las venas terciarias

- Reticulado al azar: El ángulo de anastomosis varia.
- Reticulado ortogonal: El ángulo de anastomosis es predominantemente uniforme.

Areolas: Corresponden a pequeñas áreas del tejido de la hoja encerradas por venas.

Disposición de las areolas

- Al azar: areolas que no muestran una orientación definida.
- Orientadas: areolas que tienen una alineación definida o un patrón particular.

Forma de las areolas:

- Cuadrangular
- Triangular
- Pentagonal
- Poligonal
- Irregular

Desarrollo de las areolas

- Bien desarrolladas: Cuando presentan una forma y tamaño definido
- Imperfectas: Cuando la forma y tamaño de las areolas es irregular

Vénulas: Generalmente representan el último orden de venación en las hojas, se localizan en el interior de las areolas.

Vénulas simples:

- Lineares:
- Curvadas:

Vénulas ramificadas:

- Una vez
- Dos veces
- Tres veces

Longitud y ancho de la lámina foliar: Ambos caracteres corresponden a medidas cuantitativas de la lámina foliar. La longitud se mide desde la parte apical hasta la parte basal de la hoja, mientras que el ancho se mide en la parte más amplia de la misma, de extremo a extremo del margen. Los rangos se establecieron en base a las medidas presentadas por las especies actuales.

| Edo. De Caractere | Ama | Mo | Pa | Bet | Mi | Tr | Fo | Pr | Mj | Mp | Le | Mix | He | Na | Or | Be | Ov | Ea | An | Nev | Me | Rz | My |
|-------------------|-----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|
| 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 99 | 1 | 0 | 0 |
| 32 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 99 | 0 | 1 | 1 |
| 33 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 99 | 99 | 1 | 1 | 0 | 99 | 99 | 99 | 0 |
| 34 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 99 | 99 | 1 | 1 | 1 | 99 | 99 | 99 | 0 |
| 35 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 99 | 99 | 0 | 0 | 1 | 99 | 99 | 99 | 1 |

Matriz Básica de Datos del Género *Cercoacarpus*, utilizada en los análisis multivariados (agrupamiento y componentes principales), formada por caracteres binarios (0- ausencia y 1-presencia, el 99 indica caracteres perdidos). Caracteres: 1. Forma de la hoja, 2. Longitud, 3. Ancho, 4. Margen, 5. Base, 6. Apice, 7. Nervadura, 8. # de venas 2rias, 9. Angulo entre las venas 2rias, 10. Areolas imperfectas y 11. Presencia de areolas. Las abreviaturas corresponden al nombre de las especies: *C. betuloides* (Bet), *C. montanus* (Mo), *C. fothergilloides* (Fo), *C. minutiflorus* (Mi), *C. mojadensis* (Mj), *C. traskiae* (Tr), *C. pringle* (Pr), *C. paucidentatus* (Pa), *C. ledifolius* (Le), *C. macrophyllus* (Mp), *C. rzedowskii* (Rz), *C. mexicanus* (Me), (*C. beaanae* (Be), *C. nanophyllus* (Na), *C. orestesi* (Or), *C. ovatifolius* (Ov), y *C. eastgatensis* (Ea), *C. antiquus* (An), *C. henricksonii* (He), *C. myricaefolius* (My) y *C. mixteca* (Mix)

Apéndice IV.

| <i>Caracteres</i> | <i>Bauhcis moranni</i> | <i>C. can</i> | <i>C. ren</i> | <i>B. bau</i> | <i>B. and</i> | <i>B. rac</i> | <i>B. pul</i> | <i>B. gla</i> | <i>B. gra(o)</i> | <i>B. ung</i> | <i>B. lon</i> | <i>B. con</i> | <i>B. div</i> | <i>B. var</i> | <i>B. ery</i> | <i>B. mex</i> |
|-------------------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 4 | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 | 2 | 4 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 5 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 15 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 0 | 4 | 4 | 0 | 4 | 0 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 4 |

| <i>Caracteres</i> | <i>B. des</i> | <i>B. for</i> | <i>B. pes</i> | <i>B. mon</i> | <i>B. hid</i> |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| 4 | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 7 | 2 | 3 | 2 | 4 | 0 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 99 |
| 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 99 |
| 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 14 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 15 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 17 | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 |

Matriz básica de datos utilizada en los análisis multivariados (agrupamiento y componentes principales), aplicados al género *Bauhinia*. Formada por caracteres cuantitativos y cualitativos multiestado, (0, 1,2, 3, 4, 5 indican diferentes estados de carácter, el 99 indica caracteres perdidos). 1. Características de la lámina foliar, 2. forma de la lámina, 3. Forma de la hoja, 4. Base de la hoja, 5. Presencia de pulvino, 6. Tipo de venación secundaria, 7. No. de vanas secundarias, 8. Recorrido de las venas secundarias, 9. Presencia de venas intersecundarias, 10. No. De venas intersecundarias, 11. Recorrido de las venas terciarias, 12. Patrón de venación de alto orden, 13. Presencia de vénulas, 14. Características de las vénulas simples, 15. Características de las vénulas ramificadas, 16. Disposición de las areolas y 17. Forma de las areolas. Las abreviaturas corresponden al nombre de las especies; *B. bauhinoides* (Bau), *B. andrieuxii* (And), *B. racemosa* (Rac), *B. pulchella* (Pul), *B. unguata* (Ung), *B. longiflora* (Lon), *B. congesta* (Con), *B. variegata* (Var), *B. erythrocalyx* (Ery), *B. mexicana* (Mex), *B. monandra* (Mon), *B. subrontundifolia* (Sub), *B. desertis* (Des), *B. fortificata* (For), *B. pescaprae* (Pes), *B. glabra* (Gla), *B. divaricata* (Div), *B. coulteri* (Cou), *B. macranthera* (Mac), *C. canadensis* (Can), *C. reniformes* (Ren), y *Bauhcis moranii* (*B. moranii*).

Apéndice V.

| <i>Caracteres</i> | <i>S. ara</i> | <i>S. pob</i> | <i>S. mix</i> | <i>S. bal</i> | <i>S. ale</i> | <i>S. per</i> | <i>S. car</i> | <i>S. par</i> | <i>S. oxi</i> | <i>S. can</i> | <i>S. chi</i> | <i>S. hum</i> | <i>S. blo</i> | <i>S. sp</i> |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 99 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 2 | 22 | 43 | 32 | 27.5 | 70.5 | 77 | 51 | 5 | 5.5 | 11.6 | 2.3 | 11.3 | 6.8 | 99 |
| 3 | 6 | 12.5 | 23.5 | 10.5 | 10.5 | 10 | 5 | 2.2 | 1.7 | 2.2 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | 0.4 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 2 | 2 | 99 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 8 | 9 | 6 | 6 | 11 | 14 | 10 | 10 | 14 | 23 | 12 | 41 | 19 | 11 |
| 8 | 41 | 49 | 59 | 40 | 53 | 48 | 65 | 51 | 47 | 55 | 99 | 66 | 52 | 68 |
| 9 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 99 | 99 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 99 |
| 12 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Matriz básica de datos utilizada en los análisis multivariados (agrupamiento y componentes principales), aplicados al género *Salix*. Formada por caracteres cuantitativos y cualitativos multiestado, (0, 1, 2 y 3 indican diferentes estados de carácter, el 99 indica caracteres perdidos). 1. Forma de la hoja, 2. Longitud de la hoja, 3. Ancho de la hoja, 4. Tipo de margen, 5. Tipo de ápice, 6. Tipo de venación, 7. No. de venas secundarias, 8. ángulo de las venas secundarias, 9. Presencia de venación de alto orden, 10. Cantidad de dientes, 11. No. de venas intersecundarias, 12. Características de la vena media y 13. Simetría de la lámina. Las abreviaturas corresponde al nombre de las especies utilizadas; *Salix cana* (Can), *S. bonplandiana* (Bon), *S. chilensis* (Chi), *S. humboldtiana* (Hum), *S. oxilepis* (Oxi), *S. paradoxa* (Par), *S. aranguthyiorum* (Ara), *S. poblana* (Pob), *S. alenasterae* (Ale), *S. perrilliatiae* (Perr), *S. carreñoae* (Cor), *S. mixteca* (Mix) y *S. sp*

Apéndice VI.

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|-----|---|-------------------|-----------------------|
| 1 | Haughton-Astrobleme | Mioceno | Northwest Territories |
| 2 | Metzel Ranch Flora | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 3 | The Kilgore Flora | Mioceno/Plioceno | Nebraska |
| 4 | Christensen Ranch Florule site 32 ORR | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 5 | Horse Prairie Florule composite (sites 66, 93, 69 ORR) | Mioceno | Montana |
| 6 | Medicine Lodge Florule (sites 155, 312, 302) | Mioceno/Oligoceno | Montana |
| 7 | Florissant Flora | Terciario | Colorado |
| 8 | Christensen Ranch Florule site 32L ORR | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 9 | Buffalo Canyon | Mioceno | Nevada |
| 10 | Purple Mountain Flora 6203 | Mioceno | Nevada |
| 11 | Purple Mountain Flora 6209 | Mioceno | Nevada |
| 12 | Purple Mountain Flora 705 | Mioceno | California |
| 13 | Purple Mountain Flora 706 | Mioceno | Nevada |
| 14 | Purple Mountain Flora 703-704 | Mioceno | Nevada |
| 15 | Purple Mountain Flora 702 | Mioceno | Nevada |
| 16 | Purple Mountain Flora 176201 | Mioceno | Nevada |
| 17 | Horsethief Canyon | Mioceno | Nevada |
| 18 | Fallon Flora | Mioceno | Nevada |
| 19 | Chloropagus Flora | Mioceno | Nevada |
| 20 | Pyramid Flora | Mioceno | Nevada |
| 21 | Middlegate Flora | Mioceno | Nevada |
| 22 | Eastgate Flora | Mioceno | Nevada |
| 23 | Austin II | Mioceno | Oregon |
| 24 | Purple Mountain Flora 6204 | Mioceno | Nevada |
| 25 | Mt. Reba Flora | Mioceno | California |
| 26 | Turlock Lake Flora | Plioceno | California |
| 27 | Broken Hill Flora | Plioceno | California |
| 28 | Trapper Creek Flora | Mioceno | Idaho |
| 29 | Temblor Flora | Mioceno | California |
| 30 | Verdi Flora | Plioceno | Nevada |
| 31 | Chalk Hills flora | Plioceno | Nevada |
| 32 | Gardener Sand and Gravel Pit | Mioceno | Nevada |
| 33 | Upper Cedarville | Mioceno | Nevada |
| 34 | Fingerrock Wash: Lower | Mioceno | Nevada |
| 35 | Fingerrock Wash: Upper | Mioceno | Nevada |
| 36 | Fingerrock Wash: Lower Goldyke | Mioceno | Nevada |
| 37 | Fingerrock Wash: Upper | Mioceno | Nevada |
| 38 | Fingerrock Wash: Muller | Mioceno | Nevada |
| 39 | Van Horns Ranch III | Mioceno | Nevada |

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|-----|---------------------------|----------|----------------|
| 40 | Remington Hill: Main Site | Mioceno | California |
| 41 | Stewart Valley | Mioceno | Nevada |
| 42 | Stewart Valley: Two Tips | Mioceno | Nevada |
| 43 | St. Marys | Mioceno | California |
| 44 | Buchanan Tunnel II | Mioceno | California |
| 45 | Bowens Claim General | Mioceno | California |
| 46 | Bull Quarry III | Mioceno | Washington |
| 47 | White Hills | Mioceno | Oregon |
| 48 | Tehachapi | Mioceno | California |
| 49 | Weiser General | Mioceno | Idaho |
| 50 | Alkali Creek | Mioceno | Idaho |
| 51 | Beulah | Mioceno | Oregon |
| 52 | Cummings Ranch | Mioceno | Oregon |
| 53 | Mascall General | Mioceno | Oregon |
| 54 | Tipton | Mioceno | Oregon |
| 55 | Black Hawk Rank | Mioceno | California |
| 56 | Table Mountain General | Mioceno | California |
| 57 | Mount Eden V | Mioceno | Estados Unidos |
| 58 | Piru George I | Mioceno | California |
| 59 | Mudflow locality II | Mioceno | Washington |
| 60 | Tyrell II | Mioceno | Washington |
| 61 | Santa María Amajac | Plioceno | México |
| 62 | Estado de México | Plioceno | México |
| 63 | Jalisco | Plioceno | México |
| 64 | El Potosi | Plioceno | Bolivia |
| 65 | Ecuador | Mioceno | Ecuador |
| 66 | Coal Mine Gulch | Mioceno | Idaho |
| 67 | Stinking Water Creek | Mioceno | Oregon |

Registros fósiles encontrados en las bases de datos: Universidad de Berkeley y paleobiology database del Mioceno y Plioceno de América.

Apéndice VII

Equisetum

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|------------|---|------------------|------------------|
| 1 | Puget Group Loc. 34 | Eoceno | Washington |
| 2 | Smoky Tower, siltstone B | Paleoceno | Canada |
| 3 | White Butte (USNM 14048) | Eoceno | Dakota del Norte |
| 4 | Harnisch Butte (USNM 14056b) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 5 | Heart River Bluffs (USNM 14051) (aka USGS loc. 8540) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 6 | Farmers Butte (USNM 14057) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 7 | Otter Creek (USNM 14066a) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 8 | West of Crooked Creek (USNM 14124) Tertiary - North Dakota | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 9 | K.R. Johnson locality BirdTrackSand | Paleoceno | Wyoming |
| 10 | S.L.Wing thesis locality BR (aka WCS7 level) | Paleoceno | Wyoming |
| 11 | S.L.Wing thesis locality Br1.5 (aka WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 12 | S.L.Wing thesis locality Bs (aka WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 13 | S.L.Wing thesis locality Cn1 (aka WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 14 | S.L.Wing thesis locality CnII (aka Fifteenmile Crk. carbonaceous shale) | Paleoceno | Wyoming |
| 15 | S.L.Wing thesis locality DCI | Paleoceno | Wyoming |
| 16 | S.L.Wing thesis locality FL (aka Fifteenmile Crk. carbonaceous shale) | Eoceno | Wyoming |
| 17 | S.L.Wing thesis locality HslUnit8 (aka WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 18 | S.L.Wing thesis locality HslUnit9 (aka WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 19 | S.L.Wing thesis locality HsII (aka WCS7) | <u>Paleoceno</u> | <u>Wyoming</u> |
| 20 | L.J. Hickey locality HuntersCreek#1 | Paleoceno | Wyoming |
| 21 | S.L.Wing thesis locality LB (aka Lightning Bolt) | Paleoceno | Wyoming |
| 22 | L.J. Hickey locality LJH6721a | Paleoceno | Wyoming |
| 23 | L.J. Hickey locality LJH6721b | Paleoceno | Wyoming |
| 24 | L.J. Hickey locality LJH6723 | Paleoceno | Wyoming |
| 25 | L.J. Hickey locality LJH7634 | Paleoceno | Wyoming |
| 26 | L.J. Hickey locality LJH72116 | Paleoceno | Wyoming |
| 27 | L.J. Hickey locality LJH72126 | Paleoceno | Wyoming |
| 28 | L.J. Hickey locality LJH72141 | Paleoceno | Wyoming |
| 29 | S.L. Wing thesis locality SL (aka Second Locality) | Eoceno | Wyoming |
| 30 | S.L. Wing locality 8410 (aka USNM locality 37623) | Paleoceno | Wyoming |
| 31 | S.L. Wing locality 8830 (aka USNM locality 37723, WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 32 | S.L. Wing locality 9140 (aka USNM locality 41547, SLW9140, WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 33 | S.L. Wing locality 9141 (aka USNM locality#41548, SLW9141, WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 34 | S.L. Wing locality 9142 (aka USNM locality 41549, SLW9142, WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 35 | S.L. Wing thesis locality T | Eoceno | Wyoming |

| | | | |
|----|---|-------------------|------------------|
| 36 | S.L. Wing thesis locality TAT79 | Eoceno | Wyoming |
| 37 | S.L. Wing thesis locality TL | Eoceno | Wyoming |
| 38 | Tuffaceous Lake Beds - western Bighorn Basin, Princeton Collection (aka Mormon Crk., Red Cliff, Sycamore Ledge) | Eoceno | Wyoming |
| 39 | USGS6177 (aka Hewitt's locality) | Paleoceno | Wyoming |
| 40 | Woolwich Beds – Croyden | Paleoceno | Inglaterra |
| 41 | Haughton-Astrobleme (aka ETE Locality 179, Haughton-Astrobleme,) | Mioceno | Canada |
| 42 | Smoky Tower, tuff layer | Paleoceno | Canada |
| 43 | Smoky Tower, siltstone A | Paleoceno | Canada |
| 44 | Puget Group Loc. 31 | Eoceno | Washington |
| 45 | Puget Group Loc. 04 | Eoceno | Washington |
| 46 | York Ranch Flora | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 47 | Horse Prairie Florule composite (sites 66, 93, 69 ORR) (aka USGS sites 66, 93, and 69) | Mioceno | Montana |
| 48 | Medicine Lodge Florule (sites 155, 312, 302) (aka Anton Creek, Schwartz Creek, Johnson Creek) | Mioceno/Oligoceno | Montana |
| 49 | Yellowstone River, half a mile below mouth of Elk Creek | Eoceno | Wyoming |
| 50 | Fossil Forest and vicinity, 1 mile south of Yanceys | Eoceno | Wyoming |
| 51 | Hill above (north of) Lost Creek bed 5 | Eoceno | Wyoming |
| 52 | Specimen Ridge, near Crystal Creek | Eoceno | Wyoming |
| 53 | Fossil Forest Bed 6 | Eoceno | Wyoming |
| 54 | Cliff west of Fossil Forest, near Chalcedony Creek | Eoceno | Wyoming |
| 55 | Florissant Flora | Terciario | Colorado |
| 56 | Stewart Gulch (loc PA326) | Eoceno | Colorado |
| 57 | West of Wardell Ranch Loc. PA321 | Eoceno | Colorado |
| 58 | Rainbow Loc. PA107 | Eoceno | Colorado |
| 59 | Little Mountain Loc. PA116 | Eoceno | Colorado |
| 60 | KJ9858 (DMNH 2217) (aka Das Goods) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 61 | KJ86107 (DMNH 427) (aka Pyramid Butte; KJ87106, KJ9133/4, KJ9314, KJ9637) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 62 | Purple Mountain Flora 6203 (aka 6203) | Mioceno | Nevada |
| 63 | Aldrich Hill (aka UCMP P3916) | Mioceno | Nevada |
| 64 | Middlegate Flora | Mioceno | Nevada |
| 65 | Stare Gliwice - Mesofossils (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Polonia |
| 66 | DMNH 1161 (aka KJ 9434) | Paleoceno | Wyoming |
| 67 | DMNH 1166 (aka KJ 9441) | Paleoceno | Wyoming |
| 68 | DMNH 717 (aka KJ 9442) | Paleoceno | Wyoming |
| 69 | USNM 41277 (aka PW 9431) | Paleoceno | Wyoming |
| 70 | USNM 41285 (aka PW 9436) | Paleoceno | Wyoming |
| 71 | USNM 41289 (aka PW 9551) | Paleoceno | Wyoming |
| 72 | USNM 41295 (aka PW 944) | Paleoceno | Wyoming |
| 73 | USNM 41297 (aka PW 948) | Paleoceno | Wyoming |
| 74 | USNM 41298 (aka PW 949) | Paleoceno | Wyoming |
| 75 | USNM 41301 (aka PW 9512) | Paleoceno | Wyoming |
| 76 | USNM 41274 (aka PW 961) | Paleoceno | Wyoming |
| 77 | USNM 41309 (aka PW 9528) | Eoceno | Wyoming |
| 78 | USNM 41336 (aka PW 9514) | Eoceno | Wyoming |
| 79 | USNM 41340 (aka PW 9526) | Eoceno | Wyoming |

| | | | |
|-----|---|-----------|----------|
| 80 | USNM 41341 (aka PW 9527) | Eoceno | Wyoming |
| 81 | USNM 41342 (aka PW 9529) | Eoceno | Wyoming |
| 82 | USNM 41346 (aka PW 9534) | Eoceno | Wyoming |
| 83 | USNM 41350 (aka PW 9547) | Eoceno | Wyoming |
| 84 | USNM 41355 (aka PW 9554) | Eoceno | Wyoming |
| 85 | USNM 41361 (aka PW 9610) | Eoceno | Wyoming |
| 86 | USNM 41427 (aka UF loc. 15882; Little Mountain) | Eoceno | Wyoming |
| 87 | Site 9620, Nabon Basin (aka Buy My Land) | Mioceno | Ecuador |
| 88 | Cracker Box Creek locality (aka Locality of Ward (1886)) | Paleoceno | Montana |
| 89 | US4, Ravenscrag Butte flora | Paleoceno | Canada |
| 90 | US5, Ravenscrag Butte flora | Paleoceno | Canada |
| 91 | US30, Ravenscrag Butte flora | Paleoceno | Canada |
| 92 | US58, Ravenscrag Butte flora | Paleoceno | Canada |
| 93 | US10, Ravenscrag Butte flora | Paleoceno | Canada |
| 94 | US1, Ravenscrag Butte flora | Paleoceno | Canada |
| 95 | Painted Hills (aka Bridge Creek Flora) | Oligoceno | Oregon |
| 96 | Iron Mountain (aka Bridge Creek Flora) | Oligoceno | Oregon |
| 97 | Trapper Creek Flora | Mioceno | Idaho |
| 98 | Germer Basin flora P-25 | Eoceno | Idaho |
| 99 | Germer Basin flora P-26 | Eoceno | Idaho |
| 100 | Germer Basin flora P-27 | Eoceno | Idaho |
| 101 | Germer Basin flora P-28 | Eoceno | Idaho |
| 102 | Germer Basin flora P-29 | Eoceno | Idaho |
| 103 | Germer Basin flora P-30 | Eoceno | Idaho |
| 104 | Germer Basin flora P-31 | Eoceno | Idaho |
| 105 | Germer Basin flora P-32 | Eoceno | Idaho |
| 106 | Rujada Flora | Oligoceno | Oregon |
| 107 | USGS locality 317 South Table Mountain, CO, Denver Fm (aka USGS localities 317, 320, 322, 324, and 8063) | Paleoceno | Colorado |
| 108 | USGS locality 333 near Hot Sulphur Springs, CO Middle Park Fm (aka USGS locality 333, USGS locality 334, USGS locality 335, and USGS locality 8788) | Paleoceno | Colorado |
| 109 | USGS locality 2414, 24 miles NW of Glendive, MT, upper Fort Union Fm (aka USGS locality 2414) | Paleoceno | Montana |
| 110 | USGS locality 4474, head of Polecat Creek, WY, middle Fort Union Fm | Paleoceno | Wyoming |
| 111 | USGS locality 8774, At Rifle Gap, 6 miles north of Rifle. On S side of creek | Paleoceno | Colorado |
| 112 | USGS locality 7538, Jordan Coal Field. From shale near Bearpaw coal | Paleoceno | Montana |
| 113 | USGS locality 8164, In clinkered sandstone above Snyder Coal. | Paleoceno | Montana |

Juniperus

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|------------|---------------------------------------|-------------------|------------------|
| 1 | Kleinleipisch, Roemerkeller (Tagebau) | Mioceno | Alemania |
| 2 | Metzel Ranch Flora | Oligoceno/Mioceno | Montana |

| | | | |
|----|---|-------------------|------------|
| 3 | Christensen Ranch Florule site 32 ORR | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 4 | Horse Prairie Florule composite (sites 66, 93, 69 ORR) (aka USGS sites 66, 93, and 69) | Mioceno | Montana |
| 5 | Medicine Lodge Florule (sites 155, 312, 302) (aka Anton Creek, Schwartz Creek, Johnson Creek) | Mioceno/Oligoceno | Montana |
| 6 | Buffalo Canyon (aka PA 291) | Mioceno | Nevada |
| 7 | Purple Mountain Flora 6201 (aka 6201) | Eoceno | Nevada |
| 8 | Fallon Flora (aka UCMP Collection # P252) | Mioceno | Nevada |
| 9 | Chloropagus Flora (aka UCMP Collection locality P4136) | Mioceno | Nevada |
| 10 | Middlegate Flora | Mioceno | Nevada |
| 11 | Eastgate Flora | Mioceno | Nevada |
| 12 | Eschweiler 7808 | Mioceno | Alemania |
| 13 | Stare Gliwice - Mesofossils (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Polonia |
| 14 | Mt. Reba Flora | Mioceno | California |

Pinus

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|------------|---|------------------|------------------|
| 1 | Heart River Bluffs (USNM 14051) (aka USGS loc. 8540) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 2 | North of Gladstone (USNM 14083) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 3 | Thanet Sands (aka Herne Bay) | Paleoceno | Inglaterra |
| 4 | Woolwich Beds | Paleoceno | Inglaterra |
| 5 | Clarno Nut Beds Flora | Eoceno | Oregon |
| 6 | Saugbaggerflora (aka Graviere du Rhin de Sessenheim) | Mioceno/Plioceno | Francia |
| 7 | Itahana Flora Locality J | Mioceno | Japón |
| 8 | Haughton-Astrobleme (aka ETE Locality 179, Haughton-Astrobleme,) | Mioceno | Canada |
| 9 | Wardell Ranch (PA-106) (aka ETE Locality 202, Wardell Ranch (PA-106),) | Eoceno | Wyoming |
| 10 | Yagii Flora Locality N | Mioceno | Japón |
| 11 | Kabutoiwa Flora Locality | Mioceno | Japón |
| 12 | Gerstungen bei Eisenbach (Berzirk Erfurt) | Plioceno | Alemania |
| 13 | Kranichfeld bei Weimar (aka Kranichfeld bei Weimar (Bezirk Erfurt)) | Plioceno | Alemania |
| 14 | Nordhausen, Doeringsche Ziegelei (aka Nordhausen, Doeringsche Ziegelei (Bezirk Erfurt)) | Plioceno | Alemania |
| 15 | Rippersroda (aka Rippersroda bei Arnstadt (Bezirk Erfurt)) | Plioceno | Alemania |
| 16 | Omi-mura Locality | Mioceno/Plioceno | Japón |
| 17 | The London Clay Flora – Herne Bay | Terciario | Inglaterra |
| 18 | The London Clay Flora - Sheppey | Terciario | Inglaterra |
| 19 | Ueno (Loc. 84 in Miki 1948) Locality | Mioceno | Japón |
| 20 | Beloyarka Village, Tavda River | Oligoceno | Rusia |

| | | | |
|----|--|-------------------|------------|
| 21 | Antropovo Village, Tavda River | Oligoceno | Rusia |
| 22 | Rezhenka Village Borehole 60-63m | Oligoceno | Rusia |
| 23 | Rezhenka Village River Outcrop | Oligoceno | Rusia |
| 24 | Broethen, Tongrube Forst Neukollm | Mioceno | Alemania |
| 25 | Crinitz, Tongrube NW Bahnhof | Mioceno | Alemania |
| 26 | Rezhenka Village Borehole 46-49m | Oligoceno | Rusia |
| 27 | Gohra-Lichterfeld, Grube Elfriede | Mioceno | Alemania |
| 28 | Grossraeschen, Tongrube Ilse | Mioceno | Alemania |
| 29 | Grossraeschen- Sued, Tongrube Renate-Os | Mioceno | Alemania |
| 30 | Kausche, Grube Mariannensglueck (Flora A) (aka Kauschegrube or Grube Clara 1) | Mioceno | Alemania |
| 31 | Kausche, Grube Klara 2 (Flora A) | Mioceno | Alemania |
| 32 | Kleinleipisch, Grube Hildegard | Mioceno | Alemania |
| 33 | Kleinleipisch, Tagebau- Fundstelle 1 | Mioceno | Alemania |
| 34 | Kleinleipisch, Tagebau- Fundstelle 2 | Mioceno | Alemania |
| 35 | Kleinleipisch, Tagebau- Fundstelle 3 | Mioceno | Alemania |
| 36 | Kleinleipisch, Roemerkeller (Tagebau) | Mioceno | Alemania |
| 37 | Klettwitz, Tagebau- Fundstelle 1 | Mioceno | Alemania |
| 38 | Klettwitz, Tagebau- Fundstelle 2 | Mioceno | Alemania |
| 39 | Klettwitz, Tagebau- Fundstelle 3 | Mioceno | Alemania |
| 40 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt | Mioceno | Alemania |
| 41 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt | Mioceno | Alemania |
| 42 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt | Mioceno | Alemania |
| 43 | Compass Forest, Tym River, Sample 3 | Oligoceno | Rusia |
| 44 | Reading Beds - Reading (Cenozoic 1) | Paleoceno | Inglaterra |
| 45 | Kausche, Grube Mariannensglueck (Flora B) (aka Kauschegrube or Grube Clara 1) | Mioceno | Alemania |
| 46 | Kausche, Grube Mariannensglueck (Flora C) (aka Kauschegrube or Grube Clara 1) | Mioceno | Alemania |
| 47 | Kausche, Grube Klara 2 (Flora B) | Mioceno | Alemania |
| 48 | The Kilgore Flora | Mioceno/Plioceno | Nebraska |
| 49 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 7 (Flora A) | Mioceno | Alemania |
| 50 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 7/8 (Flora B) | Mioceno | Alemania |
| 51 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 10 | Mioceno | Alemania |
| 52 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 11 | Mioceno | Alemania |
| 53 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 12 | Mioceno | Alemania |
| 54 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 13 | Mioceno | Alemania |
| 55 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 14 | Mioceno | Alemania |
| 56 | Klettwitz, suedliche Brikettfabrik Poley | Mioceno | Alemania |
| 57 | Klettwitz- Nord, Tagebau | Mioceno | Alemania |
| 58 | Compass Forest, Tym River, Sample 4 4) | Oligoceno | Rusia |
| 59 | Klettwitz, Grube Wilhelminensglueck (Flora B) | Mioceno | Alemania |
| 60 | Compass Forest, White Cliff, Sample 10-G | Oligoceno | Rusia |
| 61 | Kostebrau, Ziegeleigrube Wischgrund | Mioceno | Alemania |
| 62 | Krauschwitz, Tongrube VEB Steinzeugwerk | Mioceno | Alemania |
| 63 | Lohsa, Tagebau "Glueckauf V" | Mioceno | Alemania |
| 64 | Meuro, Tagebau (Flora B) | Mioceno | Alemania |
| 65 | Ekaterina Village, Abrosimovka River | Mioceno | Rusia |
| 66 | Krasny Yar, Irtysch River | Mioceno | Rusia |
| 67 | Kireevsky Village, Ob River, Sample 1 | Mioceno | Rusia |
| 68 | Kireevsky Village, Ob River, Sample 2 | Mioceno | Rusia |
| 69 | Kireevsky Village, Ob River, Sample 3 | Mioceno | Rusia |
| 70 | Christensen Ranch Florule site 32 ORR | Oligoceno/Mioceno | Montana |

| | | | |
|-----|---|-------------------|------------|
| 71 | Horse Prairie Florule composite (sites 66, 93, 69 ORR) (aka USGS sites 66, 93, and 69) | Mioceno | Montana |
| 72 | Medicine Lodge Florule (sites 155, 312, 302) (aka Anton Creek, Schwartz Creek, Johnson Creek) | Mioceno/Oligoceno | Montana |
| 73 | Priisk Village, Bolshoi Iuks River Middle | Mioceno | Rusia |
| 74 | Peak West of Dunraven, on Carnelian Creek | Eoceno | Wyoming |
| 75 | Chernoluch Village, Irtysh River, Lignite | Mioceno | Rusia |
| 76 | Chernoluch Village, Irtysh River, Sands | Mioceno | Rusia |
| 77 | Lezhanka Village, Irtysh River, Sample 3 | Mioceno | Rusia |
| 78 | Highcliffs sands/Cliff End Beds, near Mudeford | Eoceno | Inglaterra |
| 79 | Fossil Forest Bed 4 | Eoceno | Wyoming |
| 80 | Fossil Forest Bed 7 | Eoceno | Wyoming |
| 81 | Horka 3/1962 (Zentendorf) | Oligoceno | Alemania |
| 82 | bei Jahmen NSL 42/1965 | Oligoceno | Alemania |
| 83 | Niederheide bei Petershain NSL 35/1965 | Oligoceno | Alemania |
| 84 | Cliff west of Fossil Forest, near Chalcedony Creek | Eoceno | Wyoming |
| 85 | Isakovka Village, Irtysh River | Mioceno | Rusia |
| 86 | Kartashevo Sample 2 | Mioceno | Rusia |
| 87 | Kartashevo Sample 4 | Mioceno | Rusia |
| 88 | Korolenko Borehole 82.8-89.3m | Mioceno | Rusia |
| 89 | Korolenko Borehole 126.9-134.5m | Mioceno | Rusia |
| 90 | Dan | Eoceno | Japón |
| 91 | Kami-Umeda | Eoceno | Japón |
| 92 | Boulonnais (Pas-de-Calais) | Jurasico | Francia |
| 93 | Spremberg bei Boxberg 37/1960 | Oligoceno | Alemania |
| 94 | Pregheda Hettangian/Sinemurian | Jurasico | Rumania |
| 95 | Tagebau Haselbach, River sands 1 M under Clay, Loc 2 | Oligoceno | Alemania |
| 96 | Tagebau Haselbach, silty & sandy Clays; Loc 3, 3a | Oligoceno | Alemania |
| 97 | Tagebau Regis III bei Haselbach, Sandy layer | Oligoceno | Alemania |
| 98 | Tagebau Borna-Ost, locality 2 | Oligoceno | Alemania |
| 99 | Tagebau Borna-Ost, locality 5 | Oligoceno | Alemania |
| 100 | Haselbach, Thurm'sche Grube in Altenburg | Oligoceno | Alemania |
| 101 | Spremberg bei Boxberg 9/1958 | Oligoceno | Alemania |
| 102 | Nochten - W 1404/1967 | Oligoceno | Alemania |
| 103 | bei Burg 33/1964 | Oligoceno | Alemania |
| 104 | Spremberg 29/1958 | Oligoceno | Alemania |
| 105 | Welzow-Sud 16/1957 | Oligoceno | Alemania |
| 106 | Gray Fossil Site | Plioceno | Tennessee |
| 107 | Altdobern 3/1961 | Oligoceno | Alemania |
| 108 | Kleinsaubernitz 1/70 | Oligoceno | Alemania |
| 109 | Seifhennersdorf Polierschiefer | Oligoceno | Alemania |
| 110 | Nochten, Tagebau Muehlrose, loc A | Mioceno | Alemania |
| 111 | Nochten B | Mioceno | Alemania |
| 112 | Nochten C | Mioceno | Alemania |
| 113 | Nochten D | Mioceno | Alemania |
| 114 | Buffalo Canyon (aka PA 291) | Mioceno | Nevada |
| 115 | Nochten-Ost 4803/78 | Mioceno | Alemania |
| 116 | Nochten - W 1375/66 | Mioceno | Alemania |

| | | | |
|-----|--|-----------|------------|
| 117 | Nochten - W 1385/66 | Mioceno | Alemania |
| 118 | Evergreen Laurel-Oak Forest | Mioceno | California |
| 119 | Nochten - W 1417/67 | Mioceno | Alemania |
| 120 | Rietschen Cenozoic 5) | Mioceno | Alemania |
| 121 | Senftenberg A (Cenozoic 5) | Mioceno | Alemania |
| 122 | Spremberg 29/57 (Cenozoic 5) | Mioceno | Alemania |
| 123 | Tetta, Gemeinde Vierkirchen | Mioceno | Alemania |
| 124 | Welzow C | Mioceno | Alemania |
| 125 | Purple Mountain Flora 6203 (aka 6203) | Mioceno | Nevada |
| 126 | Purple Mountain Flora 6209 (aka 6209) - | Mioceno | Nevada |
| 126 | Wischgrun bei Klettwitz B | Mioceno | Alemania |
| 127 | Wischgrun bei Klettwitz D | Mioceno | Alemania |
| 128 | Wischgrun bei Klettwitz E | Mioceno | Alemania |
| 129 | Wischgrun bei Klettwitz F | Mioceno | Alemania |
| 130 | Lower Haynes Creek Florule | Oligoceno | Idaho |
| 131 | Purple Mountain Flora 706 (aka 706) | Mioceno | Nevada |
| 132 | Purple Mountain Flora 703-704 (aka 703) | Mioceno | Nevada |
| 133 | Purple Mountain Flora 702 (aka 702) | Mioceno | Nevada |
| 134 | Purple Mountain Flora 6201 (aka 6201) | Eoceno | Nevada |
| 135 | Purple Mountain Flora 6202 (aka 6202) | Eoceno | Nevada |
| 136 | Aldrich Hill (aka UCMP P3916) | Mioceno | Nevada |
| 137 | Fallon Flora (aka UCMP Collection # P252) | Mioceno | Nevada |
| 138 | Chloropagus Flora (aka UCMP Collection locality P4136) | Mioceno | Nevada |
| 139 | Hordle Cliff Leaf Bed, Hampshire | Eoceno | Inglaterra |
| 140 | Pyramid Flora | Mioceno | Nevada |
| 141 | Middlegate Flora | Mioceno | Nevada |
| 142 | Eastgate Flora | Mioceno | Nevada |
| 143 | Hengistbury Head | Eoceno | Inglaterra |
| 144 | Barton Cliffs | Eoceno | Inglaterra |
| 145 | Eschweiler 13286 | Mioceno | Alemania |
| 146 | Eschweiler 14401 | Mioceno | Alemania |
| 147 | Hambach 14139 | Mioceno | Alemania |
| 148 | Hambach 14140 | Mioceno | Alemania |
| 149 | Hambach 14143 | Mioceno | Alemania |
| 150 | Hambach 14145 | Mioceno | Alemania |
| 151 | Hambach 14183 | Mioceno | Alemania |
| 152 | Schwandorf, Tagebaue Oder II - OII-HZM/S | Mioceno | Alemania |
| 153 | Damgaard 3 | Mioceno | Dinamarca |
| 154 | Stare Gliwice - Mesofossils (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Dinamarca |
| 155 | Stare Gliwice - Pollen (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Polonia |
| 156 | USNM 41427 (aka UF loc. 15882; Little Mountain) | Eoceno | Wyoming |
| 157 | Belvidere, Kansas (aka Cheyenne Sandstone, Belvidere Kansas) | Cretácico | Kansas |
| 158 | Primoria (aka PGAP 2340) | Cretácico | Rusia |
| 159 | Omsk (drillcore) (aka PGAP 753) | Jurasico | Rusia |
| 160 | Drakensberg (aka PGAP 486) | Jurasico | Sudáfrica |
| 161 | Webster's ranch (aka Black Hills) | Cretácico | Wyoming |
| 162 | Barrett #2 (aka Black Hills) | Cretácico | Wyoming |
| 163 | Barrett #3 (aka Black Hills) | Cretácico | Wyoming |
| 164 | Barrett #7 (aka Black Hills) | Cretácico | Wyoming |
| 165 | Fossil (aka Bridge Creek Flora) | Oligoceno | Oregon |

| | | | |
|-----|---|------------------|------------|
| 166 | Cove Creek (aka Bridge Creek Flora) | Oligoceno | Oregon |
| 167 | Iron Mountain (aka Bridge Creek Flora) | Oligoceno | Oregon |
| 168 | Butler basin (aka Bridge Creek Flora) | Oligoceno | Oregon |
| 169 | Mt. Reba Flora | Mioceno | California |
| 170 | Turlock Lake Flora | Plioceno | California |
| 171 | Trapper Creek Flora | Mioceno | Idaho |
| 172 | Germer Basin flora P-26 | Eoceno | Idaho |
| 173 | Germer Basin flora P-29 | Eoceno | Idaho |
| 174 | Germer Basin flora P-30 | Eoceno | Idaho |
| 175 | Temblor Flora | Mioceno | California |
| 176 | Verdi Flora | Plioceno | Nevada |
| 177 | Rujada Flora | Oligoceno/Eoceno | Oregon |
| 178 | Chalk Hills flora | Plioceno | Nevada |
| 179 | Florissant locality 1, Denver Museum Collection CENSUS | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 180 | Florissant locality 2, U of California Loc. 3731 CENSUS (aka University of California Locality 3731) | Eoceno/Oligocene | Colorado |
| 181 | Florissant locality 3, U of California Loc. 3732 CENSUS (aka University of California Locality 3732) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 182 | Florissant locality 4, U of California Loc. 3733 CENSUS (aka University of California Locality 3733) | Eoceno/Oligocene | Colorado |
| 183 | Headon Hill Lignite Bed, Isle of Wight | Eoceno | Inglaterra |

Abies

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|------------|---|-------------------|------------------|
| 1 | Itahana Flora Locality A | Mioceno | Japón |
| 2 | Gerstungen bei Eisenbach (Bezirk Erfurt) | Plioceno- | Alemania |
| 3 | Berga bei Sangershausen (Bezirk Halle) | Plioceno | Alemania |
| 4 | Chausuyama Flora Locality | Mioceno/Plioceno | Japón |
| 5 | Ueno (Loc. 84 in Miki 1948) Locality | Mioceno | Japón |
| 6 | Crinitz, Tongrube NW Bahnhof | Mioceno | Alemania |
| 7 | Grossraeschen, Tongrube Ilse | Mioceno | Alemania |
| 8 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 10 | Mioceno | Alemania |
| 9 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 12 | Mioceno | Alemania |
| 10 | Horse Prairie Florule composite (sites 66, 93, 69 ORR) (aka USGS sites 66, 93, and 69) | Mioceno | Montana |
| 11 | Medicine Lodge Florule (sites 155, 312, 302) (aka Anton Creek, Schwartz Creek, Johnson Creek) | Mioceno/Oligoceno | Montana |
| 12 | Lezhanka Village, Irtys River, Sample 2 | Mioceno | Rusia |
| 13 | Horka 3/1962 (Zentendorf) | Oligoceno | Alemania |
| 14 | bei Jahmen NSL 42/1965 | Oligoceno | Alemania |
| 15 | Niederheide bei Petershain NSL 35/1965 | Oligoceno | Alemania |
| 16 | Christensen Ranch Florule site 32L ORR | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 17 | Mecsek Mountains (2) | Triasico | Hungria |
| 18 | Nochten, Tagebau Muehlrose, loc A | Mioceno | Alemania |
| 19 | Buffalo Canyon (aka PA 291) | Mioceno | Nevada |
| 20 | Nochten-Ost 4803/78 | Mioceno | Alemania |

| | | | |
|----|---|------------------|-----------------|
| 21 | Nochten - W 1385/66 | Mioceno | Alemania |
| 22 | Nochten - W 1417/67 | Mioceno | Alemania |
| 23 | Rietschen (Cenozoic 5) - | Mioceno | Alemania |
| 24 | Welzow C | Mioceno | Alemania |
| 25 | Purple Mountain Flora 6203 (aka 6203) | Mioceno | Nevada |
| 26 | Purple Mountain Flora 6209 (aka 6209) | Mioceno | Nevada |
| 27 | Purple Mountain Flora 705 (aka 705) | Mioceno | California |
| 28 | Lower Haynes Creek Florule | Oligoceno | Idaho |
| 29 | Purple Mountain Flora 706 (aka 706) | Mioceno | Nevada |
| 30 | Purple Mountain Flora 703-704 (aka 703) | Mioceno | Nevada |
| 31 | Purple Mountain Flora 702 (aka 702) | Mioceno | Nevada |
| 32 | Purple Mountain Flora 6201 (aka 6201) | Mioceno | Nevada |
| 33 | Purple Mountain Flora 6202 (aka 6202) | Eoceno | Nevada |
| 34 | Aldrich Hill (aka UCMP P3916) - | Mioceno | Nevada |
| 35 | Horsethief Canyon (aka Aldrich Station Flora, UCMP Loc #3915) | Eoceno | Nevada |
| 36 | Fallon Flora (aka UCMP Collection # P252) Early - | Mioceno | Nevada |
| 37 | Chloropagus Flora (aka UCMP Collection locality P4136) | Mioceno | Nevada |
| 38 | Pyramid Flora 5) | Mioceno | Nevada |
| 39 | Middlegate Flora | Mioceno | Nevada |
| 40 | Eastgate Flora | Mioceno | Nevada |
| 41 | Stare Gliwice - Mesofossils (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Polonia |
| 42 | Drumheller region (Cretaceous 8) | Cretácico | Canada, Alberta |
| 43 | Fossil (aka Bridge Creek Flora) | Oligoceno | Oregon |
| 44 | Mt. Reba Flora (Cenozoic 6) | Mioceno | California |
| 45 | Trapper Creek Flora | Mioceno | Idaho |
| 46 | Germer Basin flora P-30 | Eoceno | Idaho |
| 47 | Germer Basin flora P-31 | Eoceno | Idaho |
| 48 | Verdi Flora | Plioceno | Nevada |
| 49 | Rujada Flora | Oligoceno/Eoceno | Oregon |
| 50 | Chalk Hills flora | Plioceno | Nevada |

Quercus

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|------------|--|------------------|------------------|
| 1 | S.L. Wing thesis locality LHE (aka lower part of Lower Haplomylus-Ectocion Zone) | Paleoceno | Wyoming |
| 2 | S.L. Wing locality 847 (aka USNM locality 37620, low in Tw) | Paleoceno | Wyoming |
| 3 | Clarno Nut Beds Flora | Eoceno | Oregon |
| 4 | Saugbaggerflora (aka Graviere du Rhin de Sessenheim) | Mioceno/Plioceno | Francia |
| 5 | Itahana Flora Locality A | Mioceno | Japón |
| 6 | Itahana Flora Locality D | Mioceno | Japón |
| 7 | Itahana Flora Locality F | Mioceno | Japón |
| 8 | Itahana Flora Locality Gb | Mioceno | Japón |
| 9 | Itahana Flora Locality Ib | Mioceno | Japón |
| 10 | Itahana Flora Locality K | Mioceno | Japón |
| 11 | Wardell Ranch (PA-106) (aka ETE Locality 202, Wardell Ranch (PA-106),) | Eoceno | Wyoming |

| | | | |
|----|---|-------------------|------------|
| 12 | Yagii Flora Locality A | Mioceno | Japón |
| 13 | Yagii Flora Locality F2 | Mioceno | Japón |
| 14 | Yagii Flora Locality M | Mioceno | Japón |
| 15 | Yagii Flora Locality N | Mioceno | Japón |
| 16 | Kabutoiwa Flora Locality | Mioceno | Japón |
| 17 | Akima Flora Locality | Terciario | Japón |
| 18 | Brandon Lignite | Mioceno | Canada |
| 19 | Berga bei Sangershausen (Bezirk Halle) | Plioceno | Alemania |
| 20 | Daido Flora Locality | Mioceno/Plioceno | Japón |
| 21 | Bodaira Locality | Mioceno/Plioceno | Japón |
| 22 | Kitayama Locality | Mioceno/Plioceno | Japón |
| 23 | Omi-mura Locality | Mioceno/Plioceno | Japón |
| 24 | Seto-Obata Locality | Terciario | Japón |
| 25 | Ueno (Loc. 84 in Miki 1948) Locality | Mioceno | Japón |
| 26 | Ootani Locality | Terciario | Japón |
| 27 | Kouwa-cho Locality | Terciario | Japón |
| 28 | Broethen, Tongrube | Mioceno | Alemania |
| 29 | Grossraeschen- Sued, Tongrube Renate-Ost | Mioceno | Alemania |
| 30 | Kleinleipisch, Roemerkeller (Tagebau) | Mioceno | Alemania |
| 31 | Klettwitz, Tagebau- Fundstelle 2 | Mioceno | Alemania |
| 32 | Compass Forest, Tym River, Sample 3 | Oligoceno | Rusia |
| 33 | Metzel Ranch Flora | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 34 | The Kilgore Flora | Mioceno/Plioceno | Nebraska |
| 35 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 7/8 (Flora B) | Mioceno | Alemania |
| 36 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 8 (Flora A) | Mioceno | Alemania |
| 37 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 11 | Mioceno | Alemania |
| 38 | Klettwitz- Nord, Tagebau | Mioceno | Alemania |
| 39 | Compass Forest, Tym River, Sample 4 | Oligoceno | Rusia |
| 40 | Klettwitz, Grube Wilhelminensglueck (Flora A) | Mioceno | Alemania |
| 41 | Klettwitz, Grube Wilhelminensglueck (Flora B) | Mioceno | Alemania |
| 42 | Compass Forest, White Cliff, Sample 2 | Oligoceno | Rusia |
| 43 | Kostebrau, Ziegeleigrube Wischgrund | Mioceno | Alemania |
| 44 | Lohsa, Tagebau "Glueckauf V" | Mioceno | Alemania |
| 45 | York Ranch Flora | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 46 | Kireevsky Village, Ob River, Sample 2 | Mioceno | Rusia |
| 47 | Christensen Ranch Florule site 32 ORR | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 48 | Horse Prairie Florule composite (sites 66, 93, 69 ORR) (aka USGS sites 66, 93, and 69) | Mioceno | Montana |
| 49 | Medicine Lodge Florule (sites 155, 312, 302) (aka Anton Creek, Schwartz Creek, Johnson Creek) | Mioceno/Oligoceno | Montana |
| 50 | Chalk Bluff Locality 3345 | Eoceno | California |
| 51 | Chalk Bluffs Locality 3325 | Eoceno | California |
| 52 | Buckeye Flat Locality 3320 | Eoceno | California |
| 53 | Chalk Bluff Locality 3318 | Eoceno | California |
| 54 | Chalk Bluff Locality 3324 | Eoceno | California |
| 55 | Buckeye Flat Locality 104 | Eoceno | California |
| 56 | Independence Hill Locality 42 | Eoceno | California |
| 57 | Quaker Flat Locality 3346 | Eoceno | California |
| 58 | Sailor Flat Locality 3347 | Eoceno | California |

| | | | |
|-----|--|-------------------|------------|
| 59 | Priisk Village, Bolshoi Iuks River | Mioceno | Rusia |
| 60 | Yellowstone River, half a mile below mouth of Elk Creek | Eoceno | Wyoming |
| 61 | Fossil Forest and vicinity, 1 mile south of Yanceys | Eoceno | Wyoming |
| 62 | Fossil Forest Bed 5 | Eoceno | Wyoming |
| 63 | Fossil Forest Bed 6 | Eoceno | Wyoming |
| 64 | Florissant Flora | Terciario | Colorado |
| 65 | Christensen Ranch Florule site 32L ORR | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 66 | Seifhennersdorf Polierschiefer | Oligoceno | Alemania |
| 67 | Nochten, Tagebau Muehlrose, loc A | Mioceno - | Alemania |
| 68 | Nochten 2/71 | Mioceno | Alemania |
| 69 | Buffalo Canyon (aka PA 291) | Mioceno | Nevada |
| 70 | Evergreen Laurel-Oak Forest | Mioceno | California |
| 71 | Ottendorf-Okrilla | Mioceno | Alemania |
| 72 | Rauno | Mioceno | Alemania |
| 73 | Rietschen | Mioceno | Alemania |
| 74 | Schipkau | Mioceno | Alemania |
| 75 | Tranitz | Mioceno | Alemania |
| 76 | Purple Mountain Flora 6203 (aka 6203) | Mioceno | Nevada |
| 77 | Purple Mountain Flora 705 (aka 705) | Mioceno | California |
| 78 | Wischgrun bei Klettwitz F | Mioceno | Alemania |
| 79 | Lower Haynes Creek Florule | Oligoceno | Idaho |
| 80 | Purple Mountain Flora 703-704 (aka 703) | Mioceno | Nevada |
| 81 | Purple Mountain Flora 702 (aka 702) | Mioceno | Nevada |
| 82 | Purple Mountain Flora 6202 (aka 6202) | Eoceno | Nevada |
| 83 | Aldrich Hill (aka UCMP P3916) | Mioceno | Nevada |
| 84 | Horsethief Canyon (aka Aldrich Station Flora, UCMP Loc #3915) | Eoceno | Nevada |
| 85 | Fallon Flora (aka UCMP Collection # P252) | Mioceno | Nevada |
| 86 | Chloropagus Flora (aka UCMP Collection locality P4136) | Mioceno | Nevada |
| 87 | Pyramid Flora | Mioceno | Nevada |
| 88 | Middlegate Flora | Mioceno | Nevada |
| 89 | Eastgate Flora | Mioceno | Nevada |
| 90 | Eschweiler 8297 | Mioceno | Alemania |
| 91 | Fortuna - Garsdorf 7534 | Plioceno | Alemania |
| 92 | Frechen 7805 | Plioceno | Alemania |
| 93 | Hambach 8251 | Plioceno | Alemania |
| 94 | Fortuna-Garsdorf (R) 7804 | Plioceno | Alemania |
| 95 | Schwandorf, Tagebaue Oder II - OII-HZM/S | Mioceno | Alemania |
| 96 | Schwandorf, Tagebaue Oder-Sued, OS-HZM/UT (aka Oder-Sued, Clay) | Mioceno | Alemania |
| 97 | Schwandorf, Tagebaue Oder Sued, OS-HZM/S (aka Oder Sued Sandy Layers) | Mioceno | Alemania |
| 98 | Schwandorf, Tagebaue Brueckelholz, BR-OF/SK (aka Tagebaue Brueckelholz, Sandy coal) | Mioceno | Alemania |
| 99 | Schwandorf, Tagebaue Brueckelholz, BR-OF/S (aka Tagebaue Brueckelholz, Sandy layers) | Mioceno | Alemania |
| 100 | Stare Gliwice - Mesofossils (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Polonia |
| 101 | Stare Gliwice - Pollen (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Polonia |

| | | | |
|-----|--|------------------|------------|
| 102 | USNM 41427 (aka UF loc. 15882; Little Mountain) | Eoceno | Wyoming |
| 103 | Purple Mountain Flora 6204 (aka 6204) | Eoceno | Nevada |
| 104 | Painted Hills (aka Bridge Creek Flora) | Oligoceno | Oregon |
| 105 | Fossil (aka Bridge Creek Flora) | Oligoceno | Oregon |
| 106 | Cove Creek (aka Bridge Creek Flora) | Oligoceno | Oregon |
| 107 | Iron Mountain (aka Bridge Creek Flora) Oligocene/Oligocene - Oregon - old id | Oligoceno | Oregon |
| 108 | Crooked River | Oligoceno | Oregon |
| 109 | Lost Creek | Oligoceno | Oregon |
| 110 | Butler basin (aka Bridge Creek Flora) | Oligoceno | Oregon |
| 111 | Mt. Reba Flora | Mioceno | California |
| 112 | Turlock Lake Flora | Plioceno | California |
| 113 | Broken Hill Flora | Ploceno | California |
| 114 | Trapper Creek Flora | Mioceno | Japón |
| 115 | Temblor Flora | Mioceno | California |
| 116 | Fossil Forest Middle Stratum | Eoceno | Wyoming |
| 117 | Verdi Flora | Plioceno | Nevada |
| 118 | Rujada Flora | Oligoceno/Eoceno | Oregon |
| 119 | Chalk Hills flora | Plioceno | Nevada |
| 120 | Florissant locality 1, Denver Museum Collection CENSUS | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 121 | Florissant locality 2, U of California Loc. 3731 CENSUS (aka University of California Locality 3731) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 122 | Florissant locality 3, U of California Loc. 3732 CENSUS (aka University of California Locality 3732) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 123 | Florissant locality 4, U of California Loc. 3733 CENSUS (aka University of California Locality 3733) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 124 | USGS locality 317 South Table Mountain, CO, Denver Fm (aka USGS localities 317, 320, 322, 324, and 8063) | Paleoceno | Colorado |
| 125 | USGS locality 436 Red Lodge, MT, upper Fort Union Fm (aka USGS locality 436) | Paleoceno | Montana |
| 126 | USGS locality 2414, 24 miles NW of Glendive, MT, upper Fort Union Fm (aka USGS locality 2414) | Paleoceno | Montana |
| 126 | USGS locality 4010, 4 mi SW of Winchester post office, WY, lower Fort Union Fm | Paleoceno | Wyoming |
| 127 | USGS locality 4876, near Monarch, WY, upper Fort Union Fm | Paleoceno | Wyoming |
| 128 | USGS locality 5526, Wind River Basin, WY, lower Fort Union Fm (aka USGS locality 5526, USGS locality 9112) | Paleoceno | Wyoming |
| 129 | USGS locality 5551 Mine number 9, Almy, WY, Evanston Fm | Paleoceno | Wyoming |
| 130 | USGS locality 5582, 2 mi east of station at Black Buttes, WY, upperFort Union Fm | Paleoceno | Wyoming |
| 131 | USGS locality 6000, about 7 miles west of Walden near Platte River bridge | Paleoceno | Colorado |
| 132 | USGS locality 6005, bluff on north fork Platte River 1 mi N of Norrell Ranch | Paleoceno | Colorado |

| | | | |
|-----|---|-----------|---------|
| 133 | USGS locality 8253, 2 miles east of Powder River bridge, Mizpah | Paleoceno | Montana |
| 134 | USGS locality 8257, +/- 5 miles northeast of Kinsey, up Harris Creek | Paleoceno | Montana |
| 135 | USGS locality 8552, 3 miles west of Marsh, near Coulin Station on N.P. Railroad | Paleoceno | Montana |
| 136 | USGS locality 8885, Mackton No. 2 coal mine, 7 miles northeast of Big Sandy | Paleoceno | Montana |
| 137 | USGS locality 8886, West of mouth of Cub Creek on Otter Creek | Paleoceno | Montana |
| 138 | USGS locality 6171, Fort Union Fm? | Paleoceno | Wyoming |

Salix

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|------------|---|------------------|------------------|
| 1 | White Butte (USNM 14048) | Eoceno | Dakota del Norte |
| 2 | Pipe Creek Sinkhole | Plioceno | Indiana |
| 3 | Itahana Flora Locality Cb | Mioceno | Japón |
| 4 | Itahana Flora Locality F | Mioceno | Japón |
| 5 | Itahana Flora Locality Ga | Mioceno | Japón |
| 6 | Itahana Flora Locality Gb | Mioceno | Japón |
| 7 | Itahana Flora Locality H | Mioceno | Japón |
| 8 | Itahana Flora Locality Ia | Mioceno | Japón |
| 9 | Itahana Flora Locality J | Mioceno | Japón |
| 10 | Itahana Flora Locality K | Mioceno | Japón |
| 11 | Haughton-Astrobleme (aka ETE Locality 179, Haughton-Astrobleme,) | Mioceno | Canada |
| 12 | Wardell Ranch (PA-106) (aka ETE Locality 202, Wardell Ranch (PA-106),) | Eoceno | Wyoming |
| 13 | Yagii Flora Locality A | Mioceno | Japón |
| 14 | Yagii Flora Locality B | Mioceno | Japón |
| 15 | Yagii Flora Locality F1 | Mioceno | Japón |
| 16 | Yagii Flora Locality F2 | Mioceno | Japón |
| 17 | Yagii Flora Locality K | Mioceno | Japón |
| 18 | Yagii Flora Locality M | Mioceno | Japón |
| 19 | Yagii Flora Locality P | Mioceno | Japón |
| 20 | Kabutoiwa Flora Locality | Mioceno | Japón |
| 21 | Berga bei Sangershausen (Bezirk Halle) | Plioceno | Alemania |
| 22 | Kaltensundheim bei Meiningen (aka Kaltensundheim bei Meiningen (Bezirk Suhl)) | Plioceno | Alemania |
| 23 | Kranichfeld bei Weimar (aka Kranichfeld bei Weimar (Bezirk Erfurt)) | Plioceno | Alemania |
| 24 | Rippersroda (aka Rippersroda bei Arnstadt (Bezirk Erfurt)) | Plioceno | Alemania |
| 25 | Bodaira Locality | Mioceno/Plioceno | Japón |
| 26 | Chausuyama Flora Locality | Mioceno/Plioceno | Japón |
| 27 | Omi-mura Locality | Miocene/Pliocene | Japón |
| 28 | Ohoka Kabauchi Locality | Terciario | Japón |
| 29 | Ueno (Loc. 84 in Miki 1948) Locality | Mioceno | Japón |
| 30 | Ootani Locality | Terciario | Japón |
| 31 | Beloyarka Village, Tavda River | Oligoceno | Rusia |
| 32 | Nizhnya Pristan Village, Tavda River | Oligoceno | Rusia |

| | | | |
|----|---|-------------------|------------|
| 33 | Puget Group Loc. 22 | Eoceno | Washington |
| 34 | Puget Group Loc. 17 | Eoceno | Washington |
| 35 | Puget Group Loc. 36 | Eoceno | Washington |
| 36 | Puget Group Loc. 30 | Eoceno | Washington |
| 37 | Puget Group Loc. 24 | Eoceno | Washington |
| 38 | Puget Group Loc. 31 | Eoceno | Washington |
| 39 | Puget Group Loc. 23 | Eoceno | Washington |
| 40 | Grossraeschen, Tongrube Ilse | Mioceno | Alemania |
| 41 | Grossraeschen, Grube Victoria 1 | Mioceno | Alemania |
| 42 | Kausche, Grube Mariannensglueck (Flora A) (aka Kauschegrube or Grube Clara 1) | Mioceno | Alemania |
| 43 | Metzel Ranch Flora | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 44 | The Kilgore Flora | Mioceno/Plioceno | Nebraska |
| 45 | York Ranch Flora | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 46 | Kireevsky Village, Ob River, Sample 1 | Mioceno | Rusia |
| 47 | Kireevsky Village, Ob River, Sample 2 | Mioceno | Rusia |
| 48 | Christensen Ranch Florule site 32 ORR | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 49 | Medicine Lodge Florule (sites 155, 312, 302) (aka Anton Creek, Schwartz Creek, Johnson Creek) | Mioceno/Oligoceno | Montana |
| 50 | Chalk Bluff Locality 3345 | Eoceno | California |
| 51 | Buckeye Flat Locality 104 | Eoceno | California |
| 52 | Crescent Hill above (west) Yanceys | Eoceno | Wyoming |
| 53 | Chernoluch Village, Irtysh River, Pliocene | Plioceno | Rusia |
| 54 | Niederheide bei Petershain NSL 35/1965 | Oligoceno | Alemania |
| 55 | Lamar River between Cache and Calfee creeks | Eoceno | Wyoming |
| 56 | Florissant Flora | Terciario - | Colorado |
| 57 | Isakovka Village, Irtysh River | Mioceno | Alemania |
| 58 | Kartashevo Sample 1 | Mioceno | Alemania |
| 59 | Christensen Ranch Florule site 32L ORR | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 60 | Kartashevo Sample 3 | Mioceno | Alemania |
| 61 | Stewart Gulch (loc PA326) | Eoceno | Colorado |
| 62 | West of Wardell Ranch Loc. PA321 | Eoceno | Colorado |
| 63 | Rainbow Loc. PA107 | Eoceno | Colorado |
| 64 | Little Mountain Loc. PA116 | Eoceno | Colorado |
| 65 | Tagebau Haselbach, Basal Clays, Locality 1 | Oligoceno | Alemania |
| 66 | Haselbach Waltersdorf Pit | Oligoceno | Alemania |
| 67 | Haselbach, Schnauderhainichen | Oligoceno | Alemania |
| 68 | Buffalo Canyon (aka PA 291) | Mioceno | Nevada |
| 69 | Nochten-Ost 4803/78 | Mioceno | Alemania |
| 70 | Ottendorf-Okrilla | Mioceno | Alemania |
| 71 | Schipkau | Mioceno | Alemania |
| 72 | Senftenberg A | Mioceno | Alemania |
| 73 | Tranitz | Mioceno | Alemania |
| 74 | Purple Mountain Flora 6203 (aka 6203) | Mioceno | Nevada |
| 75 | Purple Mountain Flora 6209 (aka 6209) | Mioceno | Nevada |
| 76 | Purple Mountain Flora 705 (aka 705) | Mioceno | California |
| 77 | Lower Haynes Creek Florule | Oligoceno | Idaho |
| 78 | Purple Mountain Flora 706 (aka 706) | Mioceno | Nevada |
| 79 | Purple Mountain Flora 703-704 (aka 703) | Mioceno | Nevada |
| 80 | Purple Mountain Flora 702 (aka 702) | Mioceno | Nevada |
| 81 | Purple Mountain Flora 6201 (aka 6201) | Eoceno | Nevada |
| 82 | Purple Mountain Flora 6202 (aka 6202) | Eoceno | Nevada |

| | | | |
|-----|---|------------------|-------------|
| 83 | Aldrich Hill (aka UCMP P3916) | Mioceno | Nevada |
| 84 | Horsethief Canyon (aka Aldrich Station Flora, UCMP Loc #3915) | Eoceno | Nevada |
| 85 | Fallon Flora (aka UCMP Collection # P252) | Mioceno | Nevada |
| 86 | Chloropagus Flora (aka UCMP Collection locality P4136) | Mioceno | Nevada |
| 87 | Pyramid Flora | Mioceno | Nevada |
| 88 | Middlegate Flora | Mioceno | Nevada |
| 89 | Eastgate Flora | Mioceno | Nevada |
| 90 | Stare Gliwice - Mesofossils (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Polonia |
| 91 | Sample 43, Puerto Rican Lignites C | Oligoceno | Puerto Rico |
| 92 | Sample 48, Puerto Rican Lignites C | Oligoceno | Puerto Rico |
| 93 | Purple Mountain Flora 6204 (aka 6204) | Eoceno | Nevada |
| 94 | Mt. Reba Flora | Mioceno | California |
| 95 | Turlock Lake Flora | Plioceno | California |
| 96 | Broken Hill Flora | Plioceno | California |
| 97 | Trapper Creek Flora | Mioceno | Idazo |
| 98 | Germer Basin flora P-29 | Eoceno | Idaho |
| 99 | Fossil Forest | Eoceno | Wyoming |
| 100 | Fossil Forest Lower Stratum | Eoceno | Wyoming |
| 101 | Verdi Flora | Plioceno | Nevada |
| 102 | Rujada Flora | Oligoceno/Eoceno | Oregon |
| 103 | Chalk Hills flora | Plioceno | Nevada |
| 104 | Florissant locality 1, Denver Museum Collection CENSUS | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 105 | Florissant locality 2, U of California Loc. 3731 CENSUS (aka University of California Locality 3731) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 106 | Florissant locality 3, U of California Loc. 3732 CENSUS (aka University of California Locality 3732) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 107 | Florissant locality 4, U of California Loc. 3733 CENSUS (aka University of California Locality 3733) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 108 | USGS locality 9322, Eagle Coal Mine, 1 mi south of Bear Creek, Fort Union | Paleoceno | Montana |

Populus

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|------------|--|-------------|------------------|
| 1 | S.L.Wing thesis locality BR (aka WCS7 level) | Paleoceno | Wyoming |
| 2 | S.L.Wing thesis locality Br1.5 (aka WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 3 | S.L.Wing thesis locality BR II (aka WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 4 | L.J. Hickey locality Bugger to get to (Cedar Mtn.) | Paleoceno | Wyoming |
| 5 | S.L.Wing thesis locality H (aka Hutchison Hill) | Paleoceno | Wyoming |
| 6 | K.R. Johnson locality KirkValley#1 | Paleoceno | Wyoming |
| 7 | S.L.Wing thesis locality LB (aka Lightning Bolt) | Paleoceno | Wyoming |
| 8 | L.J. Hickey locality LJH6723 | Paleoceno | Wyoming |

| | | | |
|----|---|-------------------|----------|
| 9 | S.L. Wing thesis locality P (aka Pipeline Site below WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 10 | S.L. Wing thesis locality PN (aka Platanus nobilis Quarry, SLW8610, USNM Locality#37560) | Eoceno | Wyoming |
| 11 | S.L. Wing thesis locality RC (aka Rain Cloud, WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 12 | S.L. Wing locality 826 (aka SLW8631, SLW873, SLW824, SLW825, USNM Locality 37588) | Paleoceno | Wyoming |
| 13 | S.L. Wing locality 868 (aka USNM locality 37558) | Paleoceno | Wyoming |
| 14 | S.L. Wing locality 8822L (aka USNM locality 37718) | Eoceno | Wyoming |
| 15 | S.L. Wing locality 9144 (aka USNM locality 41551, SLW9144, carb shale at YPM98) | Paleoceno | Wyoming |
| 16 | S.L. Wing locality 9145 (aka USNM locality 41552, SLW9142, carb shale at YPM98) | Paleoceno | Wyoming |
| 17 | S.L. Wing thesis locality TAT79 | Eoceno | Wyoming |
| 18 | Tuffaceous Lake Beds - western Bighorn Basin, Princeton Collection (aka Mormon Crk., Red Cliff, Sycamore Ledge) | Eoceno | Wyoming |
| 19 | S.L. Wing thesis locality WCS8-1 | Paleoceno | Wyoming |
| 20 | S.L. Wing thesis locality YPM98 (aka carb. shale at vertebrate locality YPM98) | Paleoceno | Wyoming |
| 21 | Pipe Creek Sinkhole | Plioceno | Indiana |
| 22 | Itahana Flora Locality Ic | Mioceno | Japón |
| 23 | Haughton-Astrobleme (aka ETE Locality 179, Haughton-Astrobleme,) | Mioceno | Japón |
| 24 | Wardell Ranch (PA-106) (aka ETE Locality 202, Wardell Ranch (PA-106),) | Eoceno | Wyoming |
| 25 | Yagii Flora Locality F2 | Mioceno | Japón |
| 26 | Kabutoiwa Flora Locality | Mioceno | Japón |
| 27 | Gerstungen bei Eisenbach (Bezirk Erfurt) | Plioceno | Alemania |
| 28 | Berga bei Sangershausen (Bezirk Halle) | Plioceno | Alemania |
| 29 | Omi-mura Locality | Mioceno/Plioceno | Japón |
| 30 | Seto-Obata Locality | Terciario | Japón |
| 31 | Broethen, Tongrube Forst Neukollm | Mioceno | Alemania |
| 32 | Crinitz, Tongrube NW Bahnhof | Mioceno | Alemania |
| 33 | Grossraeschen, Grube Victoria 1 - | Mioceno | Alemania |
| 34 | Grossraeschen- Sued, Tongrube Renate-Ost | Mioceno | Alemania |
| 35 | Kausche, Grube Mariannensglueck (Flora A) (aka Kauschegrube or Grube Clara 1) | Mioceno | Alemania |
| 36 | Kleinleipisch, Tagebau- Fundstelle 2 | Mioceno | Alemania |
| 37 | Klettwitz, Tagebau- Fundstelle 1 | Mioceno | Alemania |
| 38 | Klettwitz, Tagebau- Fundstelle 2 | Mioceno | Alemania |
| 39 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 5 | Mioceno | Alemania |
| 40 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 6 | Mioceno | Alemania |
| 41 | Metzel Ranch Flora | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 42 | Kausche, Grube Mariannensglueck (Flora B) (aka Kauschegrube or Grube Clara 1) | Mioceno | Alemania |
| 43 | The Kilgore Flora | Mioceno/Plioceno | Nebraska |
| 44 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 7 (Flora A) | Mioceno | Alemania |

| | | | |
|----|---|-------------------|------------------|
| 45 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 10 | Mioceno | Alemania |
| 46 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 12 | Mioceno | Alemania |
| 47 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 13 - | Mioceno | Alemania |
| 48 | Kodersdorf, Tongruben (Flora A) | Mioceno | Alemania |
| 49 | Kostebrau, Ziegeleigrube Wischgrund | Mioceno | Alemania |
| 50 | Krauschwitz, Tongrube VEB Steinzeugwerk | Mioceno | Alemania |
| 51 | York Ranch Flora | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 52 | Christensen Ranch Florule site 32 ORR | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 53 | Horse Prairie Florule composite (sites 66, 93, 69 ORR) (aka USGS sites 66, 93, and 69) | Mioceno | Montana |
| 54 | Medicine Lodge Florule (sites 155, 312, 302) (aka Anton Creek, Schwartz Creek, Johnson Creek) | Mioceno/Oligoceno | Montana |
| 55 | Yellowstone River, half a mile below mouth of Elk Creek | Eoceno/Terciario | Wyoming |
| 56 | Cliff west of Fossil Forest, near Chalcedony Creek | Eoceno/Terciario | Wyoming |
| 57 | Florissant Flora | Terciario | Colorado |
| 58 | Stewart Gulch (loc PA326) | Eoceno | Colorado |
| 59 | West of Wardell Ranch Loc. PA321 | Eoceno | Colorado |
| 60 | Rainbow Loc. PA107 | Eoceno | Colorado |
| 61 | Little Mountain Loc. PA116 | Eoceno | Colorado |
| 62 | Tagebau Haselbach, Basal Clays, Locality 1 | Oligoceno | Alemania |
| 63 | Tagebau Haselbach, silty & sandy Clays; Loc 3, 3a | Oligoceno | Alemania |
| 64 | KJ86110 (aka KJ8405, JND3) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 65 | KJ87143 | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 66 | Tagebau Regis II bei Borna | Oligoceno | Alemania |
| 67 | Beucha, NE of Borna-Ost | Oligoceno | Alemania |
| 68 | Tagebau Peres, Locality 3 | Oligoceno | Alemania |
| 69 | KJ881031 | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 70 | KJ9627 (DMNH 1848) (aka Fort Dilts Sunset) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 71 | KJ86113 | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 72 | KJ87154 | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 73 | KJ88120 | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 74 | KJ9250 (DMNH 562) (aka Marmarth Ash; KJ9454, KJ9837) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 75 | KJ88122 (DMNH 441) (aka Dean's NM04 Microsite/PITA Flats; KJ9148, KJ9450) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 76 | KJ9316 (DMNH 898) (aka Pretty Ridge Paleocene; KJ9755, KJ9820, KJ9821) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 77 | KJ88100 | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 78 | KJ9325 (DMNH 902) (aka New Paleocene above BBQ) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 79 | KJ87150 | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 80 | KJ9143 (DMNH 436) (aka Mikey's DeLite, KJ9833) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 81 | KJ9650 (DMNH 1858) (aka Channel No. 6 flora) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 82 | KJ9651 (DMNH 1859) (aka Channel No. 6 Ironstone) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 83 | KJ9829 (DMNH 2206) (aka Robsue Butte) | Paleoceno | Dakota del Norte |

| | | | |
|-----|---|-----------|------------------|
| 84 | KJ9832 (DMNH 2209) (aka Breezy Bench) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 85 | KJ9843 (DMNH 2211) (aka Cedar City) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 86 | KJ9841 (DMNH 2210) (aka Jim's Awl) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 87 | KJ86149 | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 88 | KJ9858 (DMNH 2217) (aka Das Goods) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 89 | KJ86107 (DMNH 427) (aka Pyramid Butte; KJ87106, KJ9133/4, KJ9314, KJ9637) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 90 | KJ9136 (DMNH 429) (aka Mud Buttes Paleo; KJ9413) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 91 | Haselbach Waltersdorf Pit | Oligoceno | Alemania |
| 92 | Haselbach, Schleenhain Pit A | Oligoceno | Alemania |
| 93 | Haselbach, Schleenhain Pit B | Oligoceno | Alemania |
| 94 | Haselbach, Schnauderhainichen | Oligoceno | Alemania |
| 95 | Welzow-Sud 16/1957 | Oligoceno | Alemania |
| 96 | Nochten, Tagebau Muehlrose, loc A | Mioceno | Alemania |
| 97 | Nochten | Mioceno | Alemania |
| 98 | Buffalo Canyon (aka PA 291) | Mioceno | Nevada |
| 99 | Nochten - W 1385/66 | Mioceno | Alemania |
| 100 | Ottendorf-Okrilla | Mioceno | Alemania |
| 101 | Plessa | Mioceno | Alemania |
| 102 | Rauno | Mioceno | Alemania |
| 103 | Reppist (Kleinraschen) | Mioceno | Alemania |
| 104 | Rietschen | Mioceno | Alemania |
| 105 | Schipkau | Mioceno | Alemania |
| 106 | Senftenberg A | Mioceno | Alemania |
| 107 | Spreetal NSL 30/64 | Mioceno | Alemania |
| 108 | Welzow C | Mioceno | Alemania |
| 109 | Purple Mountain Flora 6203 (aka 6203) | Mioceno | Nevada |
| 110 | Purple Mountain Flora 6209 (aka 6209) | Mioceno | Nevada |
| 111 | Purple Mountain Flora 705 (aka 705) | Mioceno | California |
| 112 | Wischgrun bei Klettwitz B | Mioceno | Alemania |
| 113 | Wischgrun bei Klettwitz E | Mioceno | Alemania |
| 114 | Lower Haynes Creek Florule | Oligoceno | Idaho |
| 115 | Purple Mountain Flora 706 (aka 706) | Mioceno | Nevada |
| 116 | Purple Mountain Flora 703-704 (aka 703) | Mioceno | Nevada |
| 117 | Purple Mountain Flora 702 (aka 702) | Mioceno | Nevada |
| 118 | Purple Mountain Flora 6201 (aka 6201) | Eoceno | Nevada |
| 119 | Purple Mountain Flora 6202 (aka 6202) | Eoceno | Nevada |
| 120 | Aldrich Hill (aka UCMP P3916) | Mioceno | Nevada |
| 121 | Horsethief Canyon (aka Aldrich Station Flora, UCMP Loc #3915) | Eoceno | Nevada |
| 122 | Fallon Flora (aka UCMP Collection # P252) | Mioceno | Nevada |
| 123 | Chloropagus Flora (aka UCMP Collection locality P4136) | Mioceno | Nevada |
| 124 | Pyramid Flora | Mioceno | Nevada |
| 125 | Middlegate Flora | Mioceno | Nevada |
| 126 | Eastgate Flora | Mioceno | Nevada |
| 127 | USNM 41352 CENSUS (aka PW9549 CENSUS) | Eoceno | Wyoming |
| 128 | Stare Gliwice - Mesofossils (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Silesia |
| 129 | USNM 41278 (aka PW 9635) | Paleoceno | Wyoming |
| 130 | USNM 41332 (aka PW 957) | Eoceno | Wyoming |
| 131 | USNM 41341 (aka PW 9527) | Eoceno | Wyoming |
| 132 | USNM 41352 (aka PW 9549) | Eoceno | Wyoming |

| | | | |
|-----|---|------------------|------------------|
| 133 | USNM 41361 (aka PW 9610) | Eoceno | Wyoming |
| 134 | USNM 41370 (aka PW 9631; Little Mountain) | Eoceno | Wyoming |
| 135 | USNM 41427 (aka UF loc. 15882; Little Mountain) | Eoceno | Wyoming |
| 136 | USNM 41332 CENSUS (aka PW 957) | Eoceno | Wyoming |
| 137 | USNM 41341 CENSUS (aka PW 9527) | Eoceno | Wyoming |
| 138 | Kundratice, Czech Republic (aka Kundratice, North Bohemia) | Oligoceno | Czech Republic |
| 139 | Purple Mountain Flora 6204 (aka 6204) | Eoceno | Nevada |
| 140 | Turlock Lake Flora | Plioceno- | California |
| 141 | Broken Hill Flora | Plioceno | California |
| 142 | Trapper Creek Flora | Mioceno | Idaho |
| 143 | Verdi Flora | Plioceno | Nevada |
| 144 | Chalk Hills flora | Plioceno | Nevada |
| 145 | Florissant locality 1, Denver Museum Collection CENSUS | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 146 | Florissant locality 2, U of California Loc. 3731 CENSUS (aka University of California Locality 3731) | Eoceno/Oligocen | Colorado |
| 147 | Florissant locality 3, U of California Loc. 3732 CENSUS (aka University of California Locality 3732) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 148 | Florissant locality 4, U of California Loc. 3733 CENSUS (aka University of California Locality 3733) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 149 | Sternberg 1921 Rocky Creek plants (Ft Union) | Paleoceno | Canada |
| 150 | KJ0142 (2613) (aka Jardin des Plants, KJ0142) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 151 | KJ0040 (2412) (aka Kihm and Karew, KJ0040) | Paleoceno | Dakota del Norte |

Juglans

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|------------|---|-------------------|------------------|
| 1 | Clarno Nut Beds Flora | Eoceno | Oregon |
| 2 | Saugbaggerflora (aka Graviere du Rhin de Sessenheim) Late/Upper (Cenozoic 6) | Mioceno/Plioceno | Francia |
| 3 | Haughton-Astrobleme (aka ETE Locality 179, Haughton-Astrobleme,) | Mioceno | Canada |
| 4 | Kabutoiwa Flora Locality | Mioceno | Japón |
| 5 | Chausuyama Flora Locality | Mioceno/Plioceno | Japón |
| 6 | Ueno (Loc. 84 in Miki 1948) Locality | Mioceno | Japón |
| 7 | Grossraeschen, Grube Victoria 1 | Mioceno | Alemania |
| 8 | Kausche, Grube Mariannensglueck (Flora A) (aka Kauschegrube or Grube Clara 1) | Mioceno | Alemania |
| 9 | The Kilgore Flora | Mioceno/Plioceno | Nebraska |
| 10 | Klettwitz, Grube Wilhelminensglueck (Flora B) | Mioceno | Alemania |
| 11 | York Ranch Flora | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 12 | Kireevsky Village, Ob River, Sample 2 | Mioceno | Rusia |

| | | | |
|----|---|------------------|------------------|
| 13 | Kireevsky Village, Ob River, Sample 3 | Mioceno | Rusia |
| 14 | Yellowstone River, 1 mile below Elk Creek, opposite Hellroaring Creek | Eoceno | Wyoming |
| 15 | Northeast Side Crescent Hill | Eoceno | Wyoming |
| 16 | Crescent Hill above (west) Yanceys | Eoceno | Wyoming |
| 17 | Peak West of Dunraven, on Carnelian Creek | Eoceno | Wyoming |
| 18 | Fossil Forest and vicinity, 1 mile south of Yanceys | Eoceno | Wyoming |
| 19 | Hill above (north of) Lost Creek bed 4 | Eoceno | Wyoming |
| 20 | Fossil Forest Bed 3 | Eoceno | Wyoming |
| 21 | Fossil Forest Bed 5 | Eoceno | Wyoming |
| 22 | Fossil Forest Bed 6 | Eoceno | Wyoming |
| 23 | Fossil Forest Bed 7 | Eoceno | Wyoming |
| 24 | Lamar River between Cache and Calfee creeks | Eoceno | Wyoming |
| 25 | Buffalo Canyon (aka PA 291) | Mioceno | Nevada |
| 26 | Rauno | Mioceno | Alemania |
| 27 | Middlegate Flora - | Mioceno | Nevada |
| 28 | Hambach 8251 | Plioceno | Alemania |
| 29 | Stare Gliwice - Mesofossils (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Polonia |
| 30 | RC1978 (aka Dobbin and Barnett (1927) locality 378 | Paleoceno | Wyoming |
| 31 | Fossil (aka Bridge Creek Flora) | Oligoceno | Oregon |
| 32 | Germer Basin flora P-27 | Eoceno | Idaho |
| 33 | Germer Basin flora P-30 | Eoceno | Idaho |
| 34 | Rujada Flora | Oligoceno/Eoceno | Oregon |
| 35 | USGS locality 2423, 40 miles north of Billings MT, Bull Mountains, Fort Union Fm (aka USGS locality 2423, USGS locality 4984) | Paleoceno | Montana |
| 36 | USGS locality 4264, Bluffs on the Little Missouri River, ND, upper Fort Union Fm (aka USGS locality 4264, USGS locality 4262) | Paleoceno | Dakota del Norte |
| 37 | USGS locality 5594, Milk River coal field, MT, upper Fort Union Fm (aka USGS locality 5594, USGS locality 5595) | Paleoceno | Montana |
| 38 | USGS locality 5679, 1/8 mile northeast of Rockland Mine, CO, Poison Canyon Fm | Paleoceno | Colorado |
| 39 | USGS locality 5714, dump from Turner mine 1 1/2 miles N of Wootton | Paleoceno | Colorado |
| 40 | USGS locality 5797, Trinidad coal field, S of Starkville, Raton Fm above conglom | Paleoceno | Colorado |
| 41 | USGS locality 7496, 0.5 miles west of Pagosa junction | Paleoceno | Colorado |
| 42 | USGS locality 6342, Mackton mine, bottom of first seam below Mackton, | Paleoceno | Montana |

Scirpus

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|------------|---|-------------|------------------|
| 1 | Pipe Creek Sinkhole | Plioceno | Indiana |
| 2 | Berga bei Sangershausen (Bezirk Halle) | Plioceno | Alemania |
| 3 | Kaltensundheim bei Meiningen (aka Kaltensundheim bei Meiningen (Bezirk Suhl)) | Plioceno | Alemania |
| 4 | Nordhausen, Doeringsche Ziegelei (aka Nordhausen, Doeringsche Ziegelei (Bezirk Erfurt)) | Plioceno | Alemania |
| 5 | Rippersroda (aka Rippersroda bei Arnstadt (Bezirk Erfurt)) | Plioceno | Alemania |
| 6 | Nizhny Pristan Village, Tavda River | Oligoceno | Rusia |
| 7 | Antropovo Village, Tavda River | Oligoceno | Rusia |
| 8 | Rezhenka Village Borehole 60-63m | Oligoceno | Rusia |
| 9 | Broethen, Tongrube | Mioceno | Alemania |
| 10 | Grossraeschen, Tongrube Ilse | Mioceno | Alemania |
| 11 | Kleinleipisch, Tagebau- Fundstelle 2 | Mioceno | Alemania |
| 12 | Kleinleipisch, Roemerkeller (Tagebau) | Mioceno | Alemania |
| 13 | Klettwitz, Tagebau- Fundstelle 1 | Mioceno | Alemania |
| 14 | Klettwitz, Tagebau- Fundstelle 2 | Mioceno | Alemania |
| 15 | Klettwitz, Tagebau- Fundstelle 3 | Mioceno | Alemania |
| 16 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 5 | Mioceno | Alemania |
| 17 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 6 | Mioceno | Alemania |
| 18 | Kausche, Grube Klara 2 (Flora B) | Mioceno | Alemania |
| 19 | Lower Bagshot - Arne | Eoceno | Inglaterra |
| 20 | Lower Bagshot - Lake near Poole | Eoceno | Inglaterra |
| 21 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 10 | Mioceno | Alemania |
| 22 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 12 | Mioceno | Alemania |
| 23 | Compass Forest, Tym River, Sample 4 | Oligoceno | Rusia |
| 24 | Compass Forest, White Cliff, Sample 10-G | Oligoceno | Rusia |
| 25 | Kostebrau, Ziegeleigrube Wischgrund | Mioceno | Alemania |
| 26 | Compass Forest, White Cliff, Sample 71-G | Oligoceno | Alemania |
| 27 | Compass Forest, White cliff, Sample 4 | Oligoceno | Alemania |
| 28 | Ekaterina Village, Abrosimovka River | Mioceno | Alemania |
| 29 | Krasny Yar, Irtysh River | Mioceno | Alemania |
| 30 | Kireevsky Village, Ob River, Sample 1 | Mioceno | Alemania |
| 31 | Kireevsky Village, Ob River, Sample 2 | Mioceno | Alemania |
| 32 | Kireevsky Village, Ob River, Sample 3 | Mioceno | Alemania |
| 33 | Novonikolsky Village, Irtysh River | Mioceno | Alemania |
| 34 | Ebargulsky Village, Irtysh River Middle | Mioceno | Alemania |
| 35 | Chernoluch Village, Irtysh River, Lignite | Mioceno | Alemania |
| 36 | Chernoluch Village, Irtysh River, Miocene Sands | Mioceno | Alemania |
| 37 | Chernoluch Village, Irtysh River, | Plioceno | Alemania |
| 38 | Lezhanka Village, Irtysh River, Sample 1 | Mioceno | Alemania |
| 39 | Lezhanka Village, Irtysh River, Sample 2 | Mioceno | Alemania |
| 40 | Lezhanka Village, Irtysh River, Sample 3 | Mioceno | Alemania |
| 41 | Bournemouth Freshwater Beds | Eoceno | Inglaterra |
| 42 | Horka 3/1962 (Zentendorf) | Oligoceno | Alemania |
| 43 | Hirschwinkel NSL 36/1965 | Oligoceno | Alemania |
| 44 | Isakovka Village, Irtysh River | Mioceno | Rusia |
| 45 | Kartashevo Sample 1 | Mioceno | Rusia |

| | | | |
|----|--|-----------|------------|
| 46 | Kartashevo Sample 2 | Mioceno | Rusia |
| 47 | Kartashevo Sample 3 | Mioceno | Rusia |
| 48 | Kartashevo Sample 4 | Mioceno | Rusia |
| 49 | Korolenko Borehole 82.8-89.3m | Mioceno | Rusia |
| 50 | Korolenko Borehole 126.9-134.5m | Mioceno | Rusia |
| 51 | bei Kringelsdorf NSL 43/1965 | Oligoceno | Alemania |
| 52 | Spremberg bei Boxberg 37/1960 | Oligoceno | Alemania |
| 53 | Tagebau Haselbach, Basal Clays, Locality 1 | Oligoceno | Alemania |
| 54 | Tagebau Borna-Ost, locality 5 | Oligoceno | Alemania |
| 55 | Spremberg 8/1958 | Oligoceno | Alemania |
| 56 | Kleinsaubernitz 1/70 | Oligoceno | Alemania |
| 57 | Nochten, Tagebau Muehlrose, loc A | Mioceno | Alemania |
| 58 | Nochten 6/71 | Mioceno | Alemania |
| 59 | Nochten-Ost 4803/78 | Mioceno | Alemania |
| 60 | Nochten - W 1385/66 | Mioceno | Alemania |
| 61 | Nochten - W 1417/67 | Mioceno | Alemania |
| 62 | Rietschen | Mioceno | Alemania |
| 63 | Vetschau 2/26 | Mioceno | Alemania |
| 64 | Welzow C | Mioceno | Alemania |
| 65 | Hengistbury Head | Eoceno | Inglaterra |
| 66 | Eschweiler 13285 | Mioceno | Alemania |
| 67 | Eschweiler 14401 | Mioceno | Alemania |
| 68 | Fortuna 8295 | Mioceno | Alemania |
| 69 | Hambach 14141 | Mioceno | Alemania |
| 70 | Hambach 14428 | Mioceno | Alemania |
| 71 | Fortuna - Garsdorf 7534 | Plioceno | Alemania |
| 72 | Frechen 7805 | Plioceno | Alemania |
| 73 | Fortuna-Garsdorf (R) 7804 | Plioceno | Alemania |
| 74 | Damgaard 3 | Mioceno | Dinamarca |
| 75 | Damgaard 2 | Mioceno | Dinamarca |
| 76 | Damgaard 5 | Mioceno | Dinamarca |
| 77 | Stare Gliwice - Mesofossils (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Polonia |

Typha

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|------------|---|-------------|------------------|
| 1 | S.L.Wing thesis locality BCT4 | Eoceno | Wyoming |
| 2 | S.L.Wing thesis locality BR (aka WCS7 level) | Paleoceno | Wyoming |
| 3 | S.L.Wing thesis locality CnII (aka Fifteenmile Crk. carbonaceous shale) | Paleoceno | Wyoming |
| 4 | S.L.Wing thesis locality DCI | Paleoceno | Wyoming |
| 5 | S.L. Wing thesis locality MBR (aka Meeteetse-Burlington Road) | Eoceno | Wyoming |
| 6 | S.L. Wing thesis locality RR5 (aka River Road 5) | Paleoceno | Wyoming |
| 7 | S.L. Wing locality 841 (aka USNM locality 37614) | Paleoceno | Wyoming |
| 8 | S.L. Wing locality 8830 (aka USNM locality 37723, WCS7) | Paleoceno | Wyoming |

| | | | |
|----|---|-------------------|----------|
| 9 | S.L. Wing locality 9141 (aka USNM locality#41548, SLW9141, WCS7) | Paleoceno | Wyoming |
| 10 | S.L. Wing locality 9143 (aka USNM locality 41550, SLW9143, carb shale at YPM98) | Paleoceno | Wyoming |
| 11 | S.L. Wing thesis locality TAT79 | Eoceno | Wyoming |
| 12 | Gerstungen bei Eisenbach (Bezirk Erfurt) | Plioceno | Alemania |
| 13 | Berga bei Sangershausen (Bezirk Halle) | Plioceno | Alemania |
| 14 | Kaltensundheim bei Meiningen (aka Kaltensundheim bei Meiningen (Bezirk Suhl)) | Plioceno | Alemania |
| 15 | Kranichfeld bei Weimar (aka Kranichfeld bei Weimar (Bezirk Erfurt)) | Plioceno | Alemania |
| 16 | Nordhausen, Doeringsche Ziegelei (aka Nordhausen, Doeringsche Ziegelei (Bezirk Erfurt)) | Plioceno | Alemania |
| 17 | Rippersroda (aka Rippersroda bei Arnstadt (Bezirk Erfurt)) | Plioceno | Alemania |
| 18 | Beloyarka Village, Tavda River | Oligoceno | Rusia |
| 19 | Vaskovo Village, Tavda River | Oligoceno | Rusia |
| 20 | Nizhnyia Pristan Village, Tavda River | Oligoceno | Rusia |
| 21 | Antropovo Village, Tavda River | Oligoceno | Rusia |
| 22 | Malyi Atlym Village, Ob River | Oligoceno | Rusia |
| 23 | Rezhenka Village Borehole 60-63m | Oligoceno | Rusia |
| 24 | Broethen, Tongrube Forst Neukollm | Mioceno | Alemania |
| 25 | Crinitz, Tongrube NW Bahnhof | Mioceno | Alemania |
| 26 | Rezhenka Village Borehole 14.8m | Oligoceno | Rusia |
| 27 | Kleinleipisch, Tagebau- Fundstelle 2 | Mioceno | Alemania |
| 28 | Kleinleipisch, Roemerkeller (Tagebau) | Mioceno | Alemania |
| 29 | Klettwitz, Tagebau- Fundstelle 2 | Mioceno | Alemania |
| 30 | Compass Forest, Tym River, Sample 3 | Oligoceno | Rusia |
| 31 | Metzel Ranch Flora | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 32 | Compass Forest, White Cliff, Sample 2 | Oligoceno | Rusia |
| 33 | Kostebrau, Ziegeleigrube Wischgrund | Mioceno | Alemania |
| 34 | Meuro, Tagebau (Flora A) | Mioceno | Alemania |
| 35 | Meuro, Tagebau (Flora B) | Mioceno | Alemania |
| 36 | Compass Forest, White Cliff, Sample 71-G | Oligoceno | Rusia |
| 37 | Compass Forest, White cliff, Sample 4 | Oligoceno | Rusia |
| 38 | York Ranch Flora | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 39 | Kireevsky Village, Ob River, Sample 2 | Mioceno | Rusia |
| 40 | Christensen Ranch Florule site 32 ORR | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 41 | Horse Prairie Florule composite (sites 66, 93, 69 ORR) (aka USGS sites 66, 93, and 69) | Mioceno | Montana |
| 42 | Medicine Lodge Florule (sites 155, 312, 302) (aka Anton Creek, Schwartz Creek, Johnson Creek) | Mioceno/Oligoceno | Montana |
| 43 | Novonikolsky Village, Irtysh River | Mioceno | Rusia |
| 44 | Ebargulsky Village, Irtysh River | Mioceno | Rusia |
| 45 | Chernoluch Village, Irtysh River, Lignite | Mioceno | Rusia |
| 46 | Chernoluch Village, Irtysh River, | Mioceno | Rusia |
| 47 | Lezhanka Village, Irtysh River, Sample 1 | Mioceno | Rusia |
| 48 | Lezhanka Village, Irtysh River, Sample 2 | Mioceno | Rusia |
| 49 | Lezhanka Village, Irtysh River, Sample 3 | Mioceno | Rusia |
| 50 | Isakovka Village, Irtysh River | Mioceno | Rusia |

| | | | |
|----|---|------------------|------------|
| 51 | Kartashevo Sample 2 | Mioceno | Rusia |
| 52 | Kartashevo Sample 3 | Mioceno | Rusia |
| 53 | Kartashevo Sample 4 | Mioceno | Rusia |
| 54 | Korolenko Borehole 126.9-134.5m | Mioceno | Rusia |
| 55 | Spremberg bei Boxberg 37/1960 | Oligoceno | Alemania |
| 56 | Korolenko Borehole, 174.1-183.3m | Mioceno | Rusia |
| 57 | Tagebau Borna-Ost, locality 5 | Oligoceno | Alemania |
| 58 | Spremberg 15/1957 | Oligoceno | alemania |
| 59 | Spremberg 29/1958 | Oligoceno | Alemania |
| 60 | Nochten 5 | Mioceno | Alemania |
| 61 | Buffalo Canyon (aka PA 291) | Mioceno | Nevada |
| 62 | Nochten - W 1417/67 | Mioceno | Alemania |
| 63 | Purple Mountain Flora 6203 (aka 6203) | Mioceno | Nevada |
| 64 | Purple Mountain Flora 705 (aka 705) | Mioceno | California |
| 65 | Lower Haynes Creek Florule | Oligoceno | Idaho |
| 66 | Fallon Flora (aka UCMP Collection # P252) | Mioceno | Nevada |
| 67 | Chloropagus Flora (aka UCMP Collection locality P4136) | Mioceno | Nevada |
| 68 | Middlegate Flora | Mioceno | Nevada |
| 69 | Eastgate Flora | Mioceno | Nevada |
| 70 | Eschweiler 7809 | Mioceno | Alemania |
| 71 | Hambach 14428 | Mioceno | Alemania |
| 72 | Stare Gliwice - Mesofossils (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Polonia |
| 73 | P3853 (aka Lance Formation, Wyoming) | Cretácico | Wyoming |
| 74 | P3856 (aka Lance Formation, Wyoming) | Cretácico | Wyoming |
| 75 | P3857 (aka Lance Formation, Wyoming) - | Cretácico | Wyoming |
| 76 | P3858 (aka Lance Formation, Wyoming) | Cretácico | Wyoming |
| 77 | P3651 (aka Lance Formation, Wyoming) | Cretácico | Wyoming |
| 78 | P3859 (aka Lance Formation, Wyoming) | Cretácico | Wyoming |
| 79 | Mt. Reba Flora | Mioceno | California |
| 80 | Turlock Lake Flora | Plioceno | California |
| 81 | Trapper Creek Flora | Mioceno | Idaho |
| 82 | Florissant locality 1, Denver Museum Collection CENSUS | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 83 | Florissant locality 2, U of California Loc. 3731 CENSUS (aka University of California Locality 3731) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 84 | Florissant locality 3, U of California Loc. 3732 CENSUS (aka University of California Locality 3732) | Eoceno/Oligocene | Colorado |
| 85 | Florissant locality 4, U of California Loc. 3733 CENSUS (aka University of California Locality 3733) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 86 | Hempstead Cliff, Hempstead Series (bed 4), Isle of Wight | Eoceno | Inglaterra |

Nymphae

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|------------|---|-------------|------------------|
| 1 | Klettwitz, Tagebau- Fundstelle 3 | Mioceno | Alemania |
| 2 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 5 | Mioceno | Alemania |
| 3 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 8 (Flora A) | Mioceno | Alemania |
| 4 | Klettwitz, Tagebau- Fundpunkt 10 | Mioceno | Alemania |
| 5 | Kodersdorf, Tongruben (Flora A) | Mioceno | Alemania |
| 6 | Lohsa, Tagebau "Glueckauf V" | Mioceno | Alemania |
| 7 | Novonikolsky Village, Irtysh River | Mioceno | Rusia |
| 8 | Ebargulsky Village, Irtysh River | Mioceno | Rusia |
| 9 | Chernoluch Village, Irtysh River, | Mioceno | Rusia |
| 10 | Lezhanka Village, Irtysh River, Sample 1 | Mioceno | Rusia |
| 11 | Lezhanka Village, Irtysh River, Sample 3 | Mioceno | Rusia |
| 12 | Isakovka Village, Irtysh River | Mioceno | Rusia |
| 13 | Kartashevo Sample 3 | Mioceno | Rusia |
| 14 | Kartashevo Sample 4 | Mioceno | Rusia |
| 15 | Nochten C | Mioceno | Alemania |
| 16 | Spreetal NSL 30/64 | Mioceno | Alemania |
| 17 | Eschweiler 8336 | Mioceno | Alemania |
| 18 | Hambach 14428 | Mioceno | Alemania |
| 19 | Stare Gliwice - Mesofossils (aka Starych Gliwic) | Mioceno | Polonia |
| 20 | USGS locality 5679, 1/8 mile northeast of Rockland Mine, CO, Poison Canyon Fm | Paleoceno | Colorado |
| 21 | USGS locality 5831, Richfield Springs Ranch on east bank of Jimmy Camp Creek | Paleoceno | Colorado |

Cercocarpus

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|------------|--|-------------------|------------------|
| 1 | Christensen Ranch Florule site 32 ORR | Oligoceno/Mioceno | Montana |
| 2 | Horse Prairie Florule composite (sites 66, 93, 69 ORR) (aka USGS sites 66, 93, and 69) | Mioceno | Montana |
| 3 | Florissant Flora | Terciario | Colorado |
| 4 | Buffalo Canyon (aka PA 291) | Mioceno | Nevada |
| 5 | Purple Mountain Flora 6203 (aka 6203) | Mioceno | Nevada |
| 6 | Purple Mountain Flora 6209 (aka 6209) | Mioceno | Nevada |
| 7 | Purple Mountain Flora 705 (aka 705) | Mioceno | California |
| 8 | Purple Mountain Flora 706 (aka 706) | Mioceno | Nevada |
| 9 | Purple Mountain Flora 703-704 (aka 703) | Mioceno | Nevada |
| 10 | Purple Mountain Flora 702 (aka 702) | Mioceno | Nevada |
| 11 | Purple Mountain Flora 6201 (aka 6201) | Mioceno | Nevada |
| 12 | Purple Mountain Flora 6202 (aka 6202) | Eoceno | Nevada |
| 13 | Aldrich Hill (aka UCMP P3916) | Mioceno | Nevada |
| 14 | Fallon Flora (aka UCMP Collection # P252) | Mioceno | Nevada |
| 15 | Chloropagus Flora (aka UCMP Collection locality P4136) | Mioceno | Nevada |
| 16 | Pyramid Flora | Mioceno | Nevada |

| | | | |
|----|---|------------------|----------|
| 17 | Middlegate Flora | Mioceno | Nevada |
| 18 | Eastgate Flora | Mioceno | Nevada |
| 19 | Florissant locality 1, Denver Museum Collection CENSUS | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 20 | Florissant locality 2, U of California Loc. 3731 CENSUS (aka University of California Locality 3731) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 21 | Florissant locality 3, U of California Loc. 3732 CENSUS (aka University of California Locality 3732) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |
| 22 | Florissant locality 4, U of California Loc. 3733 CENSUS (aka University of California Locality 3733) | Eoceno/Oligoceno | Colorado |

Bauhinia

| No. | Localidad | Edad | Ubicación |
|-----|---|-----------|-----------|
| 1 | DMNH 1161 (aka KJ 9434) | Paleoceno | Wyoming |
| 2 | DMNH 1162 (aka KJ 9435) | Paleoceno | Wyoming |
| 3 | DMNH 1165 (aka KJ 9440) | Paleoceno | Wyoming |
| 4 | DMNH 719 (aka 81E) | Paleoceno | Wyoming |
| 5 | DMNH 720 (aka KJ 9443) | Paleoceno | Wyoming |
| 6 | Potosi, 1915 collection | Cretácico | Bolivia |
| 7 | USGS locality 4877, 2 miles northwest of Monarch, WY, lower Fort Union Fm | Paleoceno | Wyoming |

Tabla que muestra los registros fósiles encontrados en las bases de datos; Univesidad de Berckley y Paleobiology database. De los géneros *Equisetum*, *Juniperus*, *Pinus*, *Abies*, *Quercus*, *Salix*, *Populus*, *Platanus*, *Scirpus*, *Typha*, *Nymphae Juglans*, *Cercocarpus Bauhinia*.