



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DE HOJAS FÓSILES DE  
LA LOCALIDAD DE BARRANCA DE SAN MIGUEL,  
ESTADO DE VERACRUZ**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**BIÓLOGA**

PRESENTA:

**JANETH ARIANA GARCÍA SILVA**

DIRECTORA DE TESIS:

**Dra. Ma. Patricia Velasco de León**



México, Distrito Federal

Septiembre de 2011



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

*“Fe es la expectativa segura de las cosas que se esperan, la demostración evidente de realidades aunque no se contemplan” (Hebreos 11:1)*

*“El conocimiento que se trasmite perpetúa entre las generaciones” (anónimo)*

## AGRADECIMIENTOS

La autora de este trabajo quisiera expresar su sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones por el apoyo recibido durante la elaboración del mismo.

A nuestro Creador, que me otorgó fuerzas y vida para poder desarrollar y concluir esta tesis.

A La Dra. Ma. Patricia Velasco de León quien actuó como mi Tutora, maestra y guía a lo largo de este proyecto, quien no solo me enseñó el modelo de trabajo en el laboratorio sino en la vida real y me dio la oportunidad de verla también como amiga, confidente, y un gran apoyo. Siempre dispuesta a tenderme la mano. No lo hubiera logrado sin su apoyo desinteresado.

Para la Dra. Erika de Lourdes Ortiz Martínez, a quien debo una gran parte de la comprensión de las bases teóricas de mi tesis, que invirtió tiempo y esfuerzo en escucharme para enseñarme a resolver dudas y más dudas. Gracias Erika, te quiero mucho.

El M. en C. Rafael Torres Colín, Técnico Académico del MEXU quien compartió tiempo y conocimientos desinteresada y amablemente en mis visitas a la institución y la Biól. Gilda Ortiz Calderón, por su ayuda y cortesía al ayudarme a realizar los trámites necesarios para trabajar dentro del herbario.

Al Biól. Jair Peña Serrano, parte importante en esta tesis al facilitarnos material fósil y apoyarnos en la fase de campo llevándonos al sitio de colecta, y por entregarme información de tesis útiles.

Al M. en C. Genaro Montaña Arias, quien además de ser mi sinodal y brindarme su amistad, estuvo siempre dispuesto a acudir en mi auxilio en todas las etapas de esta tesis apoyándome con herramientas para adelantar mi trabajo aun hasta cuando él sacrificara su propio tiempo

El M en C. David Nahúm Espinosa, por aceptar la tarea de ser mi sinodal y tener la gentileza de apoyarme en la etapa de identificación facilitándome el catalogo de especies taxonómicas de la CONABIO, así como en la determinación de clima.

A mis sinodales: Profesor Rigoberto Rodríguez Becerra y la M en C. Dolores Alicia Escorza Carranza, quienes contribuyeron a mejorar este trabajo con sus comentarios y correcciones.

Mi reconocimiento a los herbarios MEXU que con su gran acervo fue parte fundamental en la búsqueda de resultados y al de La Universidad de Jalapa, donde el personal se comportó amable y muy atento.

A los profesores Arcadio Monroy y Ramiro Ríos, por sus consejos y apoyo.

Mis compañeras Eliza, Irán, y Abril quienes siempre tenían una sonrisa, un regaño o un consejo para mí, y todas contribuyeron con su granito de arena. A todos mis compañeros de laboratorio. A Pedrito. A Alex, a Dianita, a Roci a todas mis vecinas del laboratorio 8.

A Leonardo Vásquez, un buen amigo, una excelente persona, y en quien encontré un apoyo incondicional.

Para Antonio, una motivación más para terminar este trabajo.

A todas las personas que no dudaron en expresarme o compartir conmigo un gesto de apoyo, pequeño o grande, que estimularon a finalizar esta empresa.

Finalmente, no tengo palabras para expresar la gratitud a mi familia: Papá, Mamá, Karen, Diana, Christian, Carlos, David, Cecilia y Manuel, por hacer o haber hecho alguna vez algún sacrificio a mi favor para poder terminar. Gracias.

Janeth García

*México D.F, Septiembre de 2011*

## CONTENIDO

RESUMEN.....	3
I. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 Origen de las Angiospermas.....	6
1.2 Reconstrucción paleoambiental.....	6
1.3 Arquitectura foliar.....	8
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
III. ZONA DE ESTUDIO.....	10
IV. JUSTIFICACIÓN.....	12
V. OBJETIVOS.....	12
VI. MÉTODO.....	13
6.1 Limpieza del material.....	13
6.2 Descripción del material.....	14
6.3 Determinación taxonómica.....	16
6.4 Análisis de CLAMP.....	17
VII. RESULTADOS .....	18
7.1 Ejemplar CFZ-BSM1.....	18
7.1.1 Comparaciones.....	24
7.2 Ejemplar CFZ-BSM11.....	26
7.2.1 Comparaciones.....	30
7.3 Ejemplar CFZ-BSM14.....	32
7.3.1 Comparaciones.....	35
7.4 Ejemplar CFZ-BSM4.....	37
7.4.1 Comparaciones.....	40
VIII. FAMILIAS PROPUESTAS.....	42
IX. ANÁLISIS DE CLAMP.....	46
X. CONCLUSIONES.....	49
XI. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
XII. ANEXOS.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

## RESUMEN

El estudio se desarrolló cerca de la región de Atoyac donde se han descubierto restos de vertebrados y evidencias de paleoflora, el municipio es Fortín de las flores (Barranca de San Miguel). Se realizaron dos recolectas en campo en 2006 y 2009. Se recolectaron 56 fósiles de hojas, se escogieron ocho para el estudio taxonómico y en la reconstrucción de paleoclima se emplearon 26.

En el estudio taxonómico se identificaron cuatro morfotipos a nivel de especie y para otros cuatro morfotipos se propuso hasta la categoría de familia. Los resultados indican que las familias Lauraceae, Rosaceae, Malphigaceae y Liliaceae así como las especies *Guatteria amplifolia* (Annonaceae), *Hamelia rovirosae* (Anacardiaceae), *sparattanthelium amazonium* (Hernandiaceae) y *Urera glabriuscula* (Urticaceae) estuvieron presentes en el Pleistoceno de la región de Atoyac, Veracruz.

En el estudio de paleoclima las hojas se adicionaron a una base de datos y se analizaron con un método de correspondencia canónica multivariado para inferir el clima, llamado análisis de CLAMP. Los parámetros climáticos obtenidos muestran grandes similitudes con el clima actual.

El estudio contribuye al conocimiento taxonómico de la paleoflora de Veracruz y nos lleva a proponer que el clima no ha variado mucho desde el pleistoceno.

## INTRODUCCIÓN

Entre los fósiles que se pueden coleccionar en campo, se encuentra material que aporta información sobre la localidad de estudio. Sin embargo, no es muy común que los ejemplares fósiles estén enteros y completos. Aquí cabe la pregunta ¿qué es un fósil? una definición satisfactoria y a la vez simple y breve lo define como una evidencia de vida prehistórica (Stewart, 1983) o cualquier evidencia de vida conservada a través del tiempo por procesos naturales (García, 1997).

La corteza terrestre está conformada por materiales en estado sólido denominados rocas, y es en ellas donde se dan los procesos de fosilización y es posible encontrar los registros de vida en el pasado. Existen diferentes formas de preservación de los fósiles de plantas, la mayoría de ellos son preservados en rocas sedimentarias que se han consolidado a lo largo del tiempo por diferentes procesos. Es en las rocas de grano más fino donde se preservan mejor el detalle de los organismos (García, 1997). Los restos vegetales y eventualmente algunos animales suelen ser afectados por el proceso de carbonización. Estos se reducen a películas negras y brillantes, más delgadas que una hoja de papel ya que los componentes volátiles desaparecen y solo permanece una película de carbón. Muy frecuente es encontrar fósiles transformados en piedra así conservan su forma original pero adquieren un gran peso, lo que aun se llama comúnmente petrificación. Este proceso tiene dos vías: la permineralización y el reemplazamiento. La permineralización ocurre cuando las estructuras de naturaleza permeable y porosa son generalmente alteradas por adición de sustancias inorgánicas como sílice o carbonato de calcio. Las aguas infiltradas en los sedimentos contienen estas sustancias en solución que al penetrar en los poros o intersticios, cristalizan. Por otra parte el reemplazamiento ocurre cuando las aguas infiltradas disuelven las estructuras del cuerpo y en su lugar dejan otras sustancias de tipo inorgánico como piritita (Parada, 1998). Son llamativos los restos de plantas conservadas en travertino, un mineral formado por depósitos de carbonato de calcio en aguas saturadas (Diccionario de Ciencias de la tierra, 2004) como los de la localidad de Apotla (Lozano, 1974) y que también son el material en el que se conservaron las hojas de esta tesis.



Los fósiles permiten descubrir detalles de épocas pasadas, como inferir climas y temperatura de cierta región, tipo de vegetación, incluso la reconstrucción de comunidades y el tiempo en el que existió esa comunidad, para ubicarlo en la escala geológica.

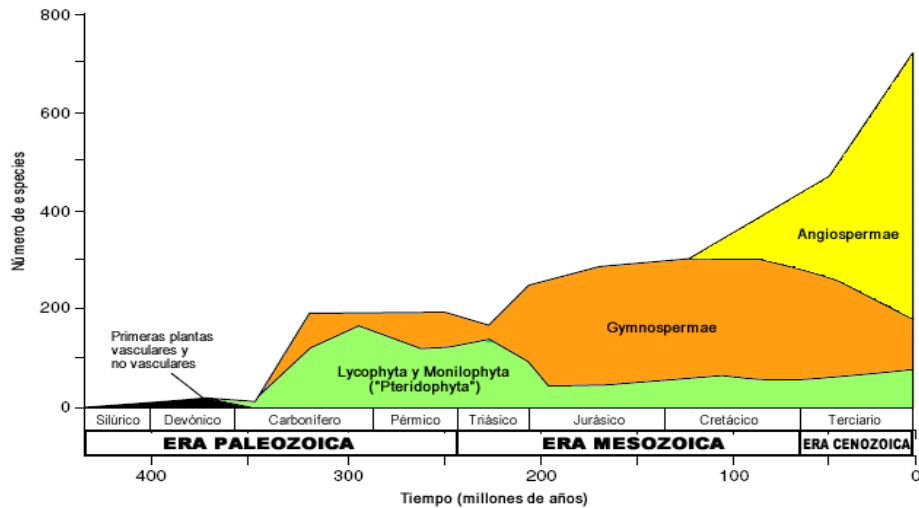
Mientras los paleontólogos están más interesados en la historia geológica de los animales, a los paleobotánicos le interesan las plantas que habitaron en la tierra a través del tiempo. En sentido general, un paleobotánico es un historiador de la vida de las plantas que se dedica a reconstruir la complicada imagen de la historia del reino vegetal, aunque hay algunas reconstrucciones aun en ausencia de fósiles, la Paleobotánica es el único método por el cual esta historia puede ser reconstruida más fielmente (Taylor y Taylor, 1993).

A pesar de que se ha estudiado el registro fósil de México desde principios del siglo pasado los trabajos Paleobotánicos se consideran escasos, el estudio de la flora fósil de México, basado en material macroscópico se ha incrementado en los últimos años (Calvillo y Cevallos, 2002). En este trabajo se revisaron hojas fósiles de angiospermas, por lo que a continuación se dará una breve reseña de las mismas.

La historia de las plantas se centra en dos grandes grupos: las angiospermas y las gimnospermas, cuya diferencia principal es que las segundas carecen de flores y las primeras representan la mayor parte de plantas existentes en todo el mundo. Las angiospermas (Magnoliophyta), con la posible excepción de bacterias y hongos son los organismos que afectan de manera mas directa la existencia humana (Taylor y Taylor, 1993).

En los estratos fosilíferos del Devónico y Carbonífero existen plantas vasculares con una estructura muy simple, hay una gran proliferación de helechos, las primeras plantas con semilla aparecen hacia finales del Devónico. En el Mesozoico dominan las gimnospermas, las angiospermas fueron asumiendo gradualmente la dominancia de la vegetación mundial desde el Cretácico y Paleógeno hasta hoy (Raven *et al.*, 1992). Como muchos paleontólogos han descubierto, hay un rápido incremento en la diversidad, en los tipos y tamaños de hojas de angiospermas en el Cretácico, el porcentaje de angiospermas se

mantiene en un incremento dramático (Stewart, 1983) como lo podemos apreciar en la gráfica de la figura 1.



**Figura1.** Gráfica que nos muestra el incremento que experimentan las angiospermas al inicio del Cretácico, acompañado con una disminución de las gimnospermas. Al final de la era actual (cenozoica), se observa la gran diversificación de angiospermas (con color amarillo), contra la gran disminución sufrida por las gimnospermas (en color naranja).

Dibujado y traducido a partir de Willis y McElwain (2002)

### Origen De Las Angiospermas

Las angiospermas han dominado la tierra ya durante más de 100 millones de años, y es un grupo increíblemente variado. El tamaño fluctúa desde unos cuantos milímetros de diámetro hasta árboles de mas de cien metros de altura, dominando desde el desierto hasta los trópicos, con mas de 230 000 especies (Audesirk *et al.*, 2003), y de 300 a 400 familias. El número de familias y especies de angiospermas es más grande que cualquier otro grupo de plantas combinado (Stewart, 1983). De manera que se puede inferir la gran probabilidad de encontrar en el registro fósil una cantidad elevada de especies de angiospermas que corresponderían al Cretácico y el Paleógeno. Una de las aplicaciones que pueden tener las hojas fósiles es la reconstrucción de paleoambientes.

### Reconstrucción paleoambiental

A partir de los años 90's del siglo pasado, la implementación de métodos de análisis paleoecológicos y paleoclimáticos basados en la fisionomía de la vegetación, especialmente aquellos enfocados en la morfología de improntas foliares han constituido

una herramienta fundamental para la interpretación del clima y ecología del pasado, considerando especialmente a los macrofósiles vegetales como indicadores paleoclimáticos y paleoambientales (Wolfe, 1993). Habiendo dos métodos que se usan ampliamente para realizar las reconstrucciones paleoambientales.

El método del relativo viviente más cercano se basa en las observaciones de las comunidades actuales, donde muchos géneros o familias de plantas están restringidos a climas particulares y, asume que los mismos taxa representados como plantas fósiles estuvieron asociados a climas semejantes. Este método se basa exclusivamente en el criterio del autor y permite llegar a conclusiones diferentes con los mismos datos (Mossbrugger y Schilling, 1992). Estudios como los de Bailey y Sinnott (1916), Raunkier (1934) y anteriores, demuestra la relación entre la forma (margen) de la hoja con el ambiente, y Givnish (1979) en la optimización del bióxido de carbono para así tener mas recursos para reproducirse y competir por espacio adicional. Además estudios actuales permiten concluir que las hojas presentan una gran adaptación a diferentes climas.

Finalmente Wolfe (1978) propone otro método más conocido como el método de CLAMP (Climate Leaf Analysis Multivariate Programme) que hace estimaciones del clima con respecto a correlaciones entre atributos de las hojas y lo relaciona con parámetros climáticos, y tiene como base la respuesta adaptativa de las plantas (comunidades o vegetación) a condiciones de estrés ambiental mediante el empleo de este método si se conoce la fisionomía de las hojas fósiles se puede pronosticar variables climáticas de la localidad que las contiene, con un intervalo de error de 1-2 °C para la temperatura media anual y hasta de 12 mm para la precipitación media anual (Wolfe, 1993, 1994, 1995). Cuando el proceso de fosilización es bueno y permite que se conserve su morfología a detalle se puede emplear esta información para realizar su identificación empleando la arquitectura foliar.

### **Arquitectura foliar**

La Arquitectura foliar aquí es usada en el sentido de denotar el lugar y la forma de los elementos que constituyen toda la expresión de la estructura de la hoja, incluyendo patrones de venación, configuración del margen, forma de la hoja, y posición de las glándulas, sin tomar en cuenta su histología, función, origen u homología (Hickey y Wolf, 1975). Es la indicada para obtener y describir las características de las hojas. Los manuales importantes, utilizados en este trabajo que describen la arquitectura foliar son el manual de arquitectura foliar (Ellis, *et al.*, 1999) y la clave que publican Hickey y Wolfe (1975).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los trabajos Paleobotánicos en el estado de Veracruz son pocos, por ejemplo, Graham (1976) trabajó con registro fósil de polen haciendo referencia a las comunidades del Mioceno en Veracruz. Silva-Pineda (1992) trabajó con Bennettitales del Jurásico.

Posteriormente Peña-Serrano y Miranda-Flores (2006) realizaron dos trabajos referentes a fauna en Atoyac, el primero registra el descubrimiento de restos de un perezoso gigante y fauna asociada en las riveras del río Atoyac y en la zona denominada como Las grandes montañas de Veracruz. Este hallazgo representa un indicio más del tipo de fauna que existió durante el Pleistoceno Tardío.

El segundo trabajo titulado “Informe reciente de restos de *Cuveronious sp.* (Gomphoteriidae), en la zona centro del estado de Veracruz, México” mencionan nuevos registros de la familia Gomphoteridae. Ellos mismos en 2009 exponen “Presencia de restos de mastofauna pleistocénica en la región de las grandes montañas en el estado de Veracruz”. Estos registros solo contemplan vertebrados en esta zona pero ¿qué se puede decir de los registros fósiles de flora? Por el momento no hay un trabajo de investigación que trate de comunidades de plantas fósiles, específicamente de angiospermas.

De acuerdo a lo anterior, es notorio que los antecedentes de estudios de paleontología en Veracruz son pocos y se enfocan a vertebrados, no existen trabajos o investigaciones con angiospermas hasta este momento. De ahí la necesidad de dar a conocer el registro fósil de la localidad Barranca de San Miguel en este estado, para poder complementar los estudios realizados con vertebrados y ser integrado a los estudios realizados con material del Neógeno en el eje neovolcánico transversal.

## ZONA DE ESTUDIO



**Figura 2.** Mapa de Veracruz (blanco), donde se resalta con negro el municipio de Fortín de las flores.

La localidad de estudio (figura 2) se encuentra ubicada a una latitud de  $18^{\circ} 55' N$  y longitud de  $96^{\circ} 46''$ . Una altitud de 480 msnm en una región montañosa, las localidades que colindan con ella son: Norte: Chocamán y Córdoba y sur: Ixtaczoquitlán y Naranja. Este: Córdoba y Amatlán y al Oeste: Ixtaczoquitlán, Atzacán y Chocamán

El clima para esta localidad corresponde a un templado semicálido, con régimen de lluvias en verano oscilación térmica menor a  $7^{\circ}C$ , alcanzando la temperatura máxima en primavera ((A)C(m)w''a(i')g). Las lluvias más abundantes son en Julio con temperatura media anual de  $20.4^{\circ}C$ . Precipitación media anual es de 2148.2 milímetros (García, 1979).

Los ecosistemas que coexisten en el municipio son el de selva mediana perennifolia con especies como el liquidámbar, ocozote, encino, fresno, álamo y sauce.

La columna de donde se extrajeron los fósiles se muestra en la figura 3.



## JUSTIFICACIÓN

Con las anteriores referencias, se puede dar las siguientes justificaciones a este proyecto:

- ◇ Este estudio de flora fósil, podría señalarse como el primero en la región.
- ◇ La aportación del trabajo, permitirá comparar los estudios que se quieran realizar en la zona con otras localidades dentro del eje Neovolcánico Transversal.
- ◇ Con el registro obtenido se complementarán estudios realizados con vertebrados para la reconstrucción de la biocenosis.

## OBJETIVOS

### **Objetivo general**

- Determinar la categoría taxonómica más específica a la que nos permita llegar la arquitectura foliar de las hojas fósiles colectadas en la localidad de San Miguel para saber si se encuentran presentes en el clima actual.

### **Objetivos particulares**

- Identificar de que tipo son los ejemplares: alóctonos o autóctonos.
- Inferir el paleoclima mediante el empleo del área foliar.
- Establecer si el alcance estratigráfico de los fósiles llega a la actualidad.



## MÉTODO

Los 54 fósiles colectados en dos salidas a campo (2006 y 2009) consisten en hojas, restos de hojas y tallos pequeños y medianos que se incorporaron a la colección de Paleontología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

### 1.1 LIMPIEZA

Se limpió todo el material haciendo el menor daño posible a los fósiles para obtener la mayor cantidad de caracteres.



**Figura 4.**  
Impresión de un ejemplar en una arenisca blanda.



**Figuras 5 (derecha) y 6. (abajo).** Ejemplares fósiles permineralizados en travertino, una roca porosa y dura, en la cuál fue necesario realizar limpieza mecánica.



Para los ejemplares que tienen residuos muy duros (figuras 5 y 6), fue necesario remojarlos, lavarlos y limpiarlos a mano utilizando las herramientas necesarias, dependiendo de su dureza como son espátula, brochas, agujas y también del percutor.

Otros se limpiaron suavemente ya que en algunos el material en que ha ocurrido el proceso de fosilización es blando (figura 4) y hay riesgo de perder caracteres del ejemplar.

Dentro del material se descubrieron algunos que no están completos como la hoja de la figura 7. Se escogieron los ocho ejemplares de hojas más completos o con características



Figura 7. Ejemplar incompleto de una hoja.

más visibles, y con éstos se estuvo trabajando, aunque se notaron muchas características importantes, hay otras que no son visibles y se trabajó en la descripción hasta donde fue posible.

## 1.2 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

La descripción y registro de caracteres, del material colectado se realizó tomando en cuenta dos herramientas, una, el Manual de Arquitectura foliar (Ellis, *et al.*, 1999) que nos guía con cada una de las características que se pudieron observar en los ejemplares como los que se muestra en la figura 8:

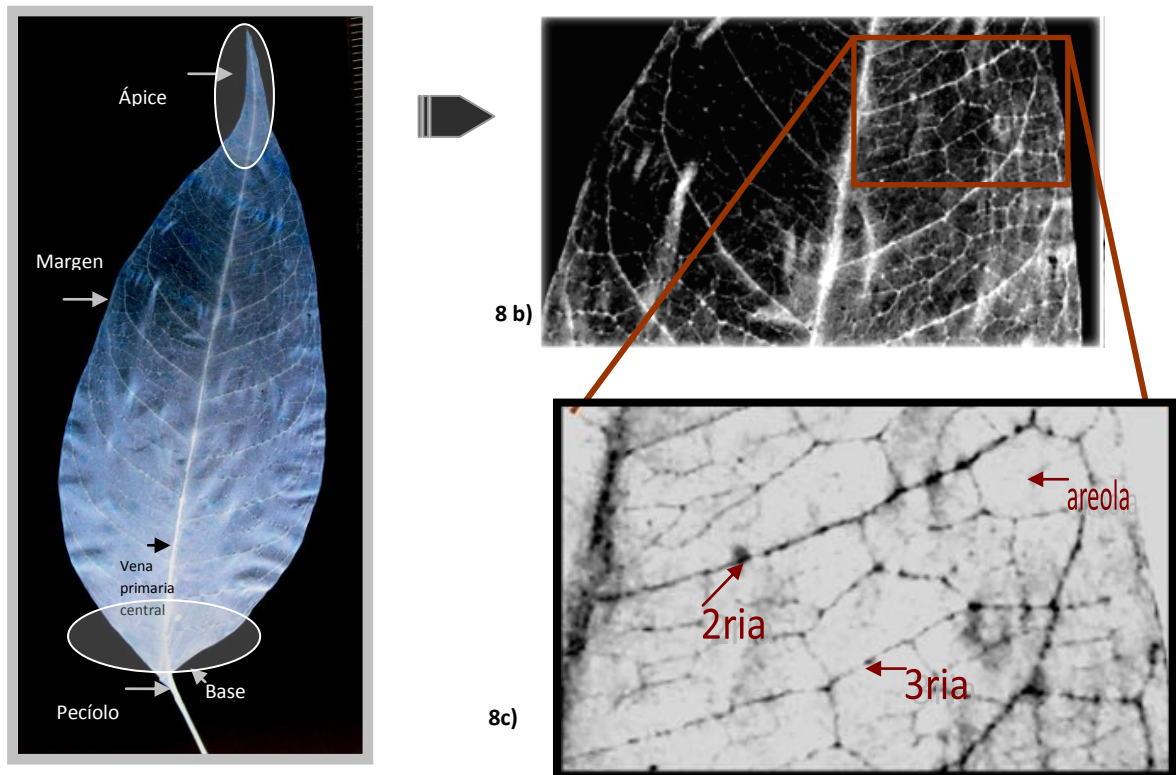


Figura 8a. *Tapirira mexicana*

Las imágenes nos muestran los principales caracteres que en una hoja son importantes para su identificación (en este caso el ejemplo es *Tapirira mexicana*). En la figura 8a se señala con flechas el ápice, margen, vena primaria, base, pecíolo. En la figura 8b se observa en general la venación. En la figura 8c de la misma hoja, se señalan las venas secundarias y terciarias, incluso las areolas (alto orden). Se describen los estados de

carácter como qué tipo de margen presenta (serrado, con dientes, entero) el pecíolo (acuminado, redondeado, agudo, etc.) y otros detalles.

La otra herramienta que se utilizó fue el programa *ImageJ*, el cual trabaja con imágenes o fotografías, y que es de especial ayuda en los casos en que el ejemplar es pequeño y se necesitan medir estructuras al microscopio.

Las fotos se guardan en el programa *ImageJ*, lo que permitió trabajar en ellas y realizar mediciones como el largo y ancho de la lámina, ángulos de las venas 2rias y separación entre estas, grosor de las venas de 2°, 3° y 4° orden (Figuras 9 y 10).

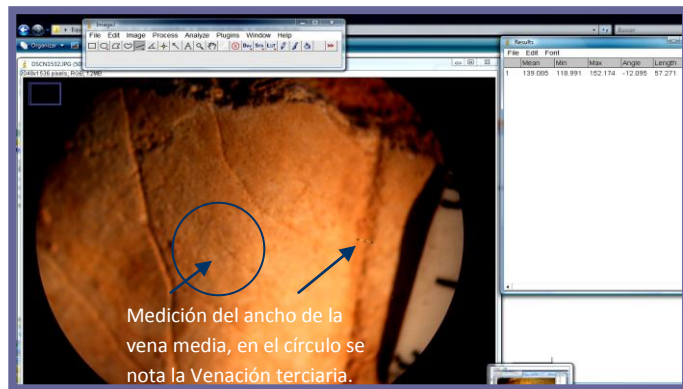


Fig.9: Acercamiento de las venas de orden superior en una hoja fósil.

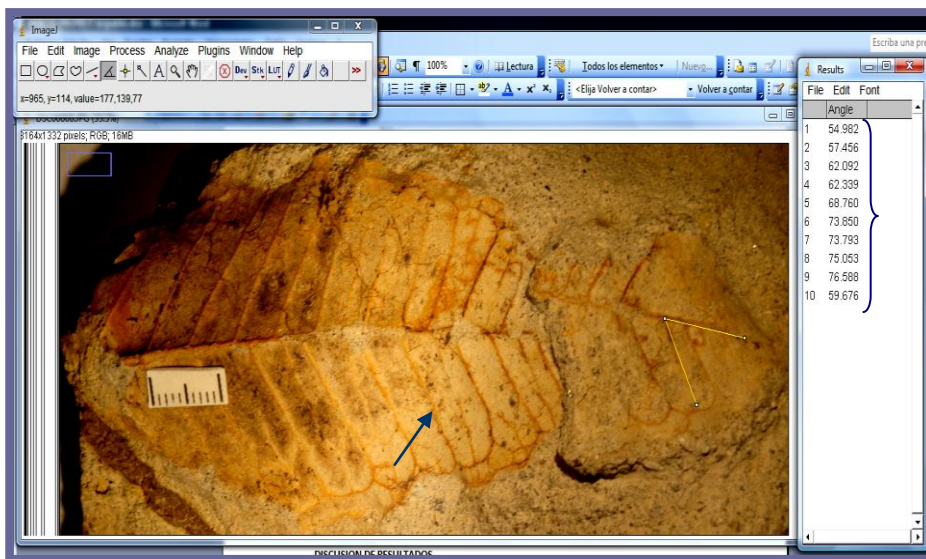


Fig.10. La imagen muestra la medición de los ángulos entre venas secundarias (con líneas amarillas), a la derecha se puede observar la lista de mediciones que nos da el programa *Image J*, la flecha azul señala las venas secundarias. Cada resultado aparece en un recuadro a la derecha.

De este modo se hicieron las descripciones y se creó una matriz básica de datos, fundamental para continuar en la determinación.

Se realizaron también aclaraciones de varias hojas de herbario cuando fue necesario ya que no eran observables los caracteres de tipo de venación por el exceso de tricomas o de pigmentación. Se utilizó el método propuesto por Payne (1969) con algunas pequeñas modificaciones acorde a nuestro material.

Se registraron caracteres cuantitativos, por ejemplo anchos y largos de lámina y ángulo de venas secundarias y caracteres cualitativos: venas terciarias o de cuarto orden, si el margen es entero o presenta dientes, el tipo de ápice, tipo de base, tipo de areolas, etc.

### **1.3 DETERMINACIÓN TAXONÓMICA**

Realizadas las descripciones de los ejemplares, se continuó con su determinación usando las claves de Hickey y Wolfe (1975). Con base en estas es posible llegar a las familias que presentan mayor semejanza, se comparan los caracteres (ángulos, distancia entre venas, tipo de areolas, etc). Lo anterior complementó la información que ya se había obtenido y creamos una matriz básica de datos de tipo *doble estado*, (los ceros indican ausencias y los unos presencias de carácter).

Posteriormente, se realizó una búsqueda de géneros en herbarios en línea: Neotropical herbarium specimens (2010), herbario de la Universidad de Panamá (2011), herbario digital de la CONABIO, (2011), y Jstor Herbarium: South America, (2011). La búsqueda continuó en libros, en guías de plantas tropicales: Neotropical Lives Plant Photos (Fieldmuseum, 2011), America Tropical: géneros comunes de Rubiaceae, (Taylor, 2000), Trepadoras, epífitas y hierbas comunes de los Tuxtlas, (Ibarra y Manríquez, 2007), y Árboles y arbustos comunes de los Tuxtlas, (Ibarra y Manríquez, 2007). Finalmente con la revisión en vivo de ejemplares del Herbario de la universidad de Jalapa, y el herbario Nacional MEXU se seleccionaron los géneros con mayor parecido, para realizar la comparación en el programa NTSYSpc 2.1, que al generar un fenograma indica el porcentaje de similitud que presentan nuestros grupos de datos. Cada familia distinta es una unidad Taxonómica Operacional, OTU por sus siglas en inglés. También nos indica el valor de  $r$  (índice cofenético) que representa el índice de confianza de los datos.

NTSYS 2.1 también permite realizar un análisis de correspondencia *De coordenadas principales*, el cual pondera los caracteres y estados de carácter señalando su valor (peso) en el archivo en este caso (vectores por hileras, considerándose como absolutos). Dentro de los resultados podemos obtener una gráfica que nos muestra el acomodo de las OTU's en el espacio. Si el coeficiente cofenético es alto y ambos análisis concuerdan en los resultados se puede afirmar que los resultados son correctos.

#### **1.4 ANÁLISIS DE CLAMP**

El Programa Multivariado de Análisis Clima - Morfología foliar, CLAMP por sus siglas en inglés, es un método que ofrece un método exacto y preciso para la obtención de parámetros climáticos de un conjunto de hojas, preferentemente mayor a 25 (Wolf, 1993). Para este método particular se tomaron 25 de las hojas fósiles que se conservan más completas y se creó la tabla Orizaba1 con datos de la morfología de la hoja (8 caracteres, 32 estados de carácter). Estos datos se trabajaron en línea con CLAMP (The Open University, 2010), se empleó la tabla Physg3arcAZ que contienen 144 localidades actuales y una tercera tabla GRIDMET3arcAZ que contiene datos meteorológicos derivados de grids y ajustados por elevación (Spicer *et al.*, 2009), Este análisis multivariado proporciona los resultados del paleoclima.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ejemplar CFZ BSM-1

#### Descripción:

La figura 13 es una Impresión en lutita de una hoja con venación broquidódroma, la vena primaria tiene un grosor de menos de un milímetro que varia poco a lo largo de la hoja. Con margen entero, ápice acuminado y medidas de 8.7 cm de largo y cuatro centímetros aproximadamente, en la parte más ancha, con 17 pares de venas secundarias visibles, los ángulos entre vena primarias y secundarias van aumentando hacia la parte media, arriba de los  $60^\circ$  y disminuyendo otra vez hacia el ápice con un promedio de  $50^\circ$ .

Presenta venas intersecundarias visibles y más o menos marcadas; venación terciaria en forma de polígonos regulares, con venación

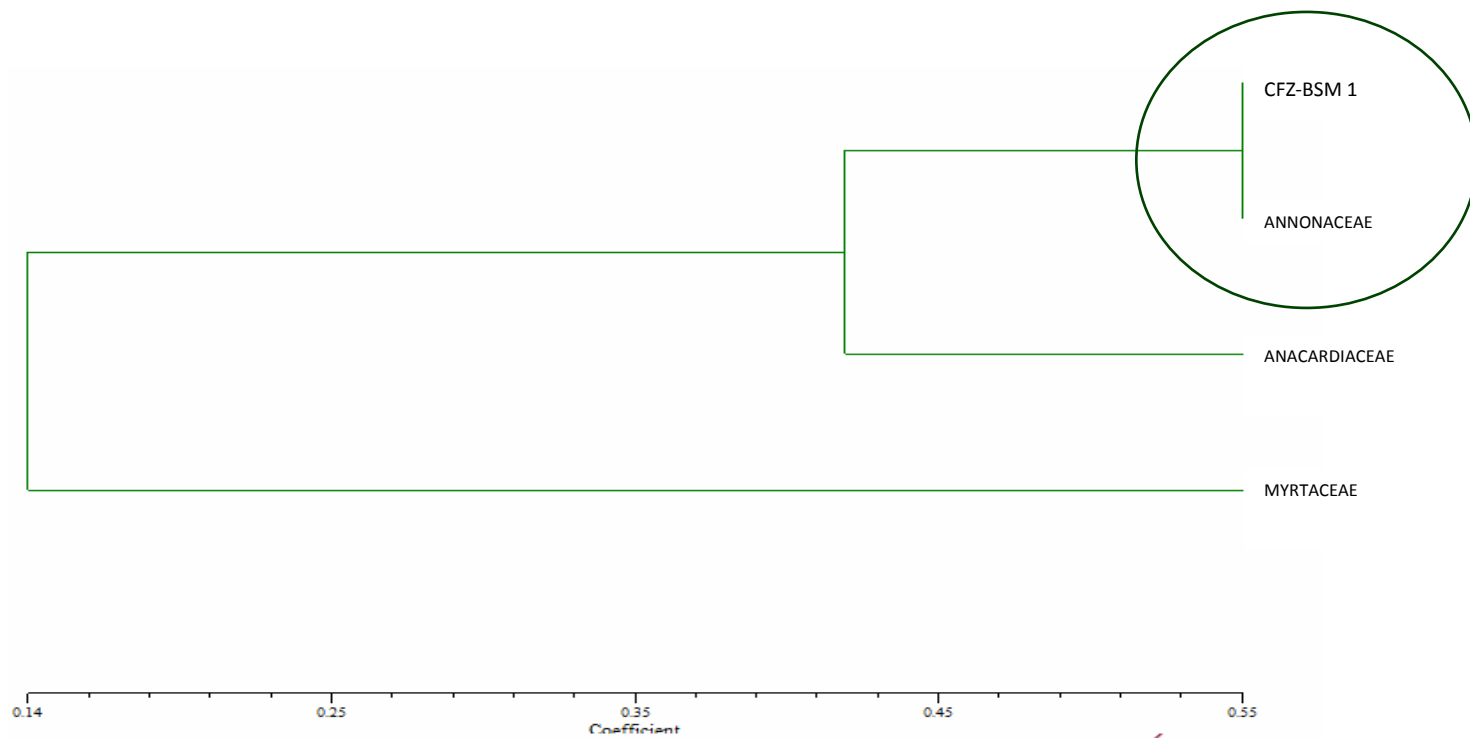
de alto orden. El espacio intramarginal es amplio de 2 a 3 mm y permite medir los ángulos de los arcos que forman las venas secundarias, los cuales en promedio son obtusos.



Fig.11. El ejemplar BSM1 es uno de los fósiles mejor preservados.

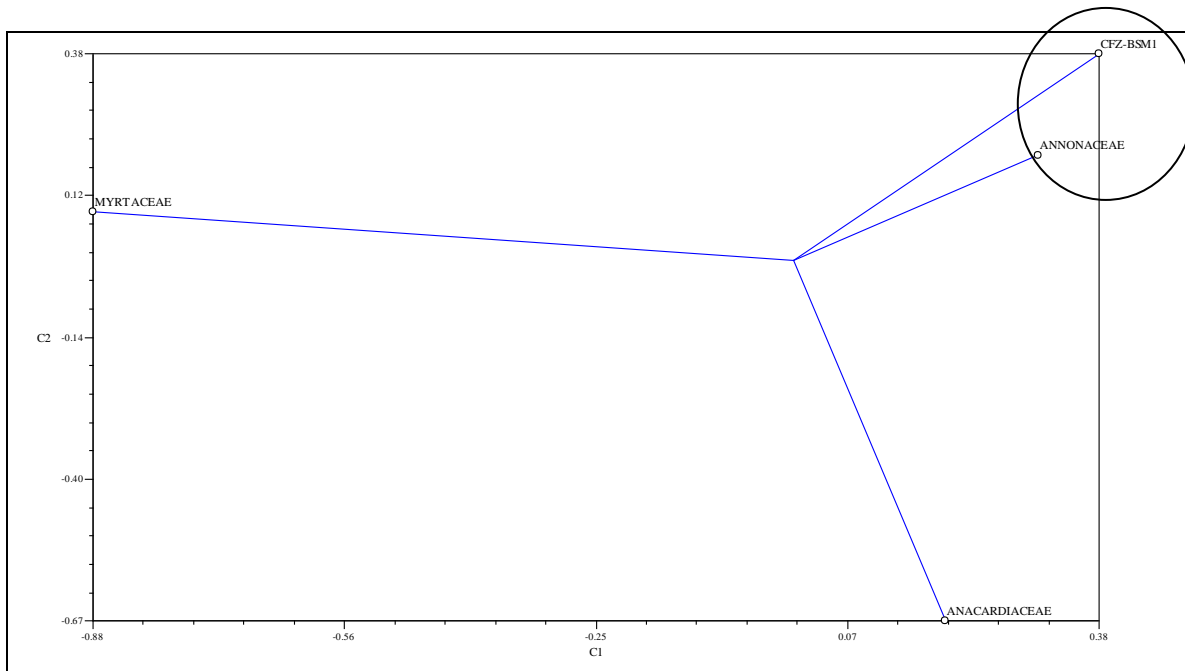
La descripción y comparación de caracteres entre el fósil CFZ-BSM1 y otras angiospermas hecha en la fase anterior, permitió asociar a este ejemplar con tres especies de las familias: Anacardiaceae (*Tapirira guianensis*), Annonaceae (*Guateria amplifolia*) y Myrtaceae (*Psidium guajaba*), que se presentan en la matriz de datos del cuadro 1 (Anexos). Se tomaron en cuenta 48 caracteres enlistados en la segunda columna de la izquierda y en la primera columna señala en que parte de la hoja se aprecia ese carácter, las familias u OTU's se encuentran en la fila superior así que podemos observar que carácter presentó cada familia y compararlo con los que presentó el ejemplar, esta comparación se puede apreciar mejor en el fenograma de la figura 12. Este se divide en dos grupos, notamos que el ejemplar fósil y la familia Annonaceae guardaron estrecha similitud de más del 50% y que se separan de las otras dos familias.

La  $r$  obtenida al procesar los datos anteriores es de 0.95 lo cual significa que hay un índice de confianza alto en los datos presentados en el fenograma. Paralelamente a estos resultados, el análisis de coordenadas principales mostró un resultado similar.



**Fig.12.** El Fenograma muestra las familias que se compararon con el ejemplar BSM-1 que fueron Annonaceae, Myrtaceae y Anacardiaceae. La  $r$  (coeficiente cofenético, que indica el índice de confianza de los datos) obtenida fue de 0.95





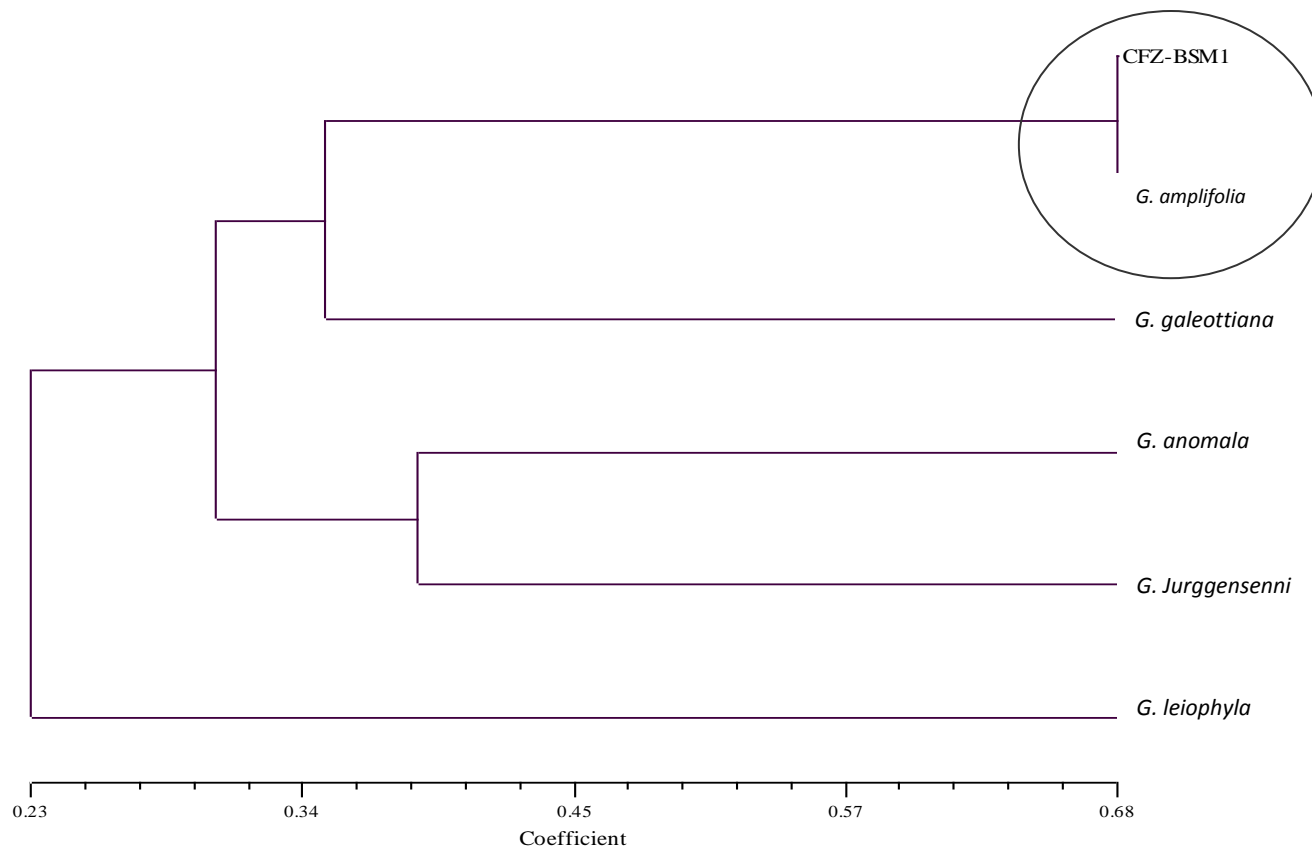
**Figura 13.** La relación estrecha entre el ejemplar 1 y Annonaceae confirmó los datos obtenidos en el fenograma y fue decisivo para inclinarse a buscar dentro de ésta familia.

Como se observa en el cuadro de la figura 13 se agrupa espacialmente a Annonaceae con el ejemplar 1. Por lo tanto se decidió avanzar dentro de la familia Annonaceae. La matriz de datos que nos muestra los estados de carácter a los que se les confirió más valor, responsables de este acomodo se muestra en el cuadro 2 (anexos).

Se realizó una nueva búsqueda dentro de la familia Annonaceae en el Catálogo Taxonómico de Especies en México de la CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad) (CONABIO, 2008), de todas las especies actuales del género *Gutteria* Ruiz y Pavón., distribuidas en México, especialmente en Veracruz. Con estas especies se realizó una nueva descripción y comparación de ejemplares siguiendo el método que se describió en párrafos anteriores. Las especies seleccionadas fueron cinco: *G. amplifolia* Triana ex planchon, *G. jurguensenii* Hemsley, *G. leyophylla* Diels, *G. galeottiana* Baillon, *G. anomala* R.E. Fries y *G. bibracteata* Hemsley.

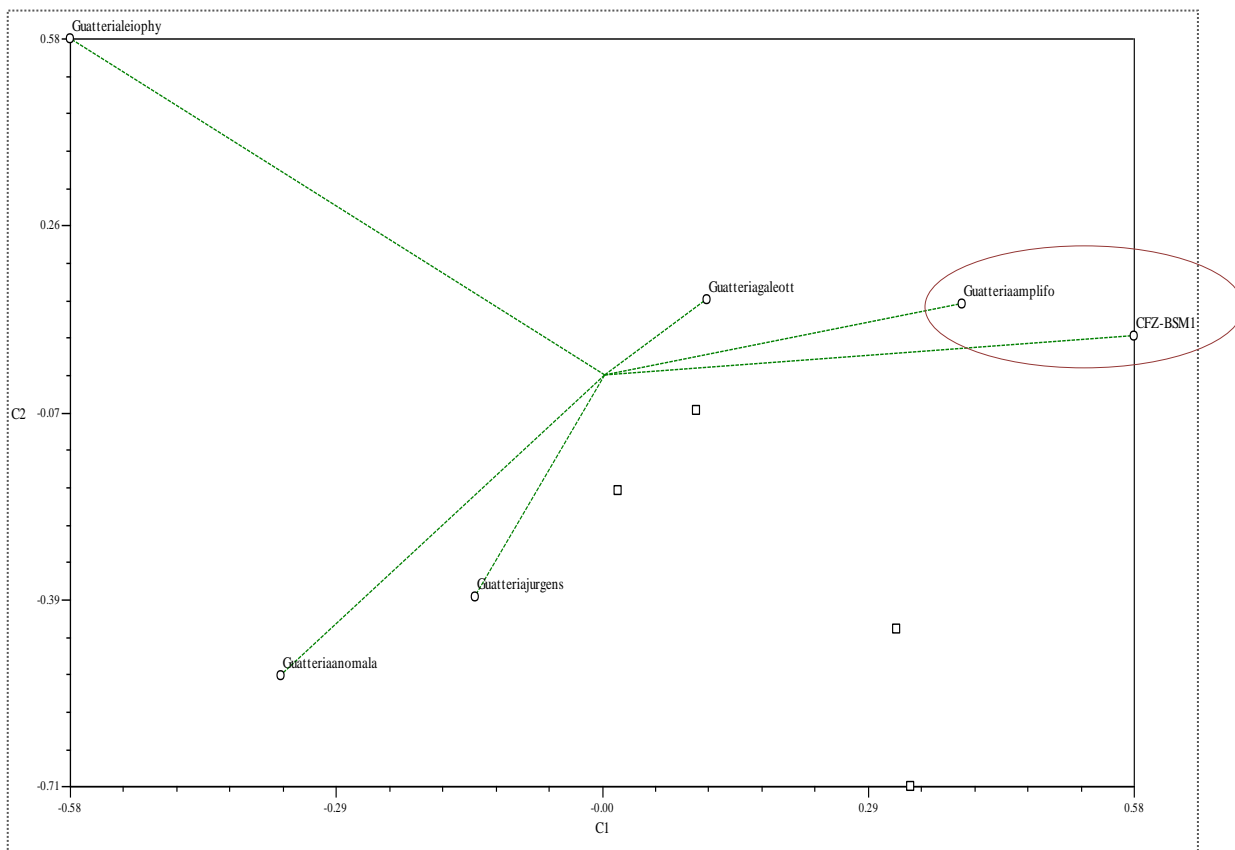
La matriz que se obtuvo se observa en el cuadro 3 (anexos) con 54 caracteres, más caracteres a comparar que en la anterior y más OTU's (especies).

La figura 14 muestra el fenograma 2, aquí observamos cómo se forman tres agrupaciones de datos, en una se excluye totalmente a *G. leyophyla*, y solo se agrupa como algo muy similar al ejemplar fósil y a *G. amplifolia* con 0.68. No llega al 0.80 para ser considerada la misma especie como lo señalan Sneath y Sokal (1973). Este mismo resultado mostró el análisis paralelo de coordenadas principales.



**Fig.14.** La r obtenida fue de 0.91. El ejemplar fósil obtuvo mayor similitud (0.68), con *G. amplifolia*.

En la gráfica de coordenadas principales de la figura 15 se muestra que la especie (*G. amplifolia*) se acerca con el ejemplar 1 (mismo acomodo que en el fenograma). En el



**Figura 15.** El análisis de coordenadas principales mostró el mismo arreglo espacial entre *G. amplifolia* y nuestro ejemplar que también se observa en el fenograma.

cuadro 4 (anexos) se resaltan los estados de carácter con mayor valor al hacer el análisis, y que son responsables del arreglo en el espacio que comparte. Los valores más altos encontrados están entre valores de ocho y nueve que corresponden a 11 caracteres y 18 estados de carácter.

Algunas especies comparadas de *Guatteria*:



Figura 16: *G. leiophylla*.



Figura 17. *G. jurgensenii*

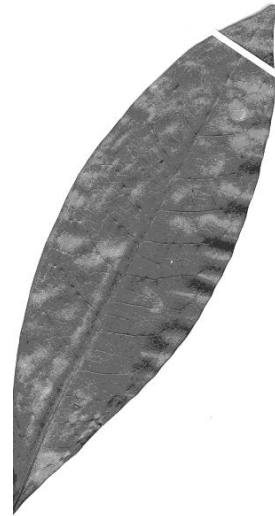
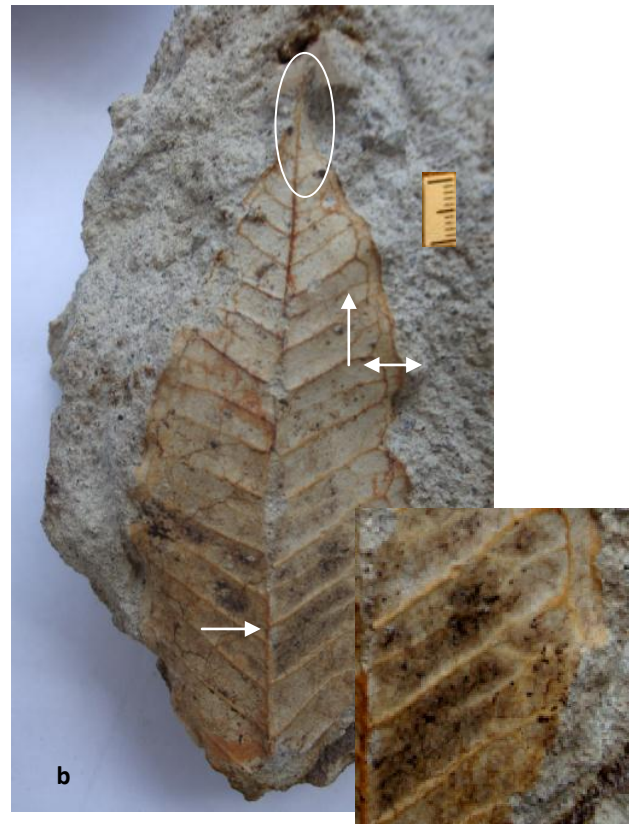


Figura 18. *G. anomala*



**Figura 19a.** Hojas actuales de *Guatteria amplifolia*, la especie con más similitud al ejemplar fósil BSM FESZ- 1 de la **Fig. 19b**, en ambas figuras se señalan los caracteres que según el análisis de coordenadas principales fueron determinantes para la similitud, como las venas intersecundarias, el espacio intramarginal, la forma de la vena media, el ápice acuminado y en primer plano de ambas figuras se observa un acercamiento a la venación terciaria.

De los 11 caracteres revisados, nueve tienen un peso alto por ejemplo la forma elíptica de la lámina (9.98), la presencia de venas intersecundarias (9.98) y la presencia de venas intersecundarias en la parte media (9.98). Hay que tener presente que el fósil no presenta completa la base lo que pudo haber sido una limitante para su identificación. Se propone la clasificación científica como sigue:

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Subclase: Magnoliidae

Orden: Magnoliales

Familia: Annonaceae

Género: *Gutteria*

Especie: *Gutteria amplifolia* Triana ex Planchon.

El género *Gutteria* es abundante en la región. Los datos son confiables pues la r obtenida al final, resultó alta (0.95) y al realizar los dos análisis mencionados arriba se da un mayor soporte a los resultados obtenidos. El estrato de donde se obtuvieron los fósiles es joven, así podemos decir que la distribución del género *Gutteria* en Veracruz ha estado presente al menos desde el Pleistoceno hasta la fecha.

## Ejemplar CFZ - BSM 11

### Descripción:

La figura 20 es una hoja simétrica, simple, mesófila con margen entero, la forma de la hoja obovada, sugiere que la base es decurrente. El ángulo es agudo con peciolo marginal. Medidas de 8.64 cm de largo y 5 cm de ancho aproximadamente. Venación broquidódroma, vena primaria

de 1.6 a 1.8 mm de espesor en la parte mas ancha que es la basal, y disminuye hacia la parte superior, presenta 11 venas secundarias opuestas con espesor de 0.5 mm en la parte mas ancha y disminuyendo hacia el margen. La venación terciaria es sinuosa la de cuarto orden no es muy notoria. En general de las primarias a las de tercer orden las venas están bien marcadas. El espacio intramarginal varía de 2 a 4 mm, presentando ligera venación. Los arcos de las venas secundarias son muy marcados hacia arriba. El ángulo de separación entre vena primaria y venas secundarias varía de 71 a 74°

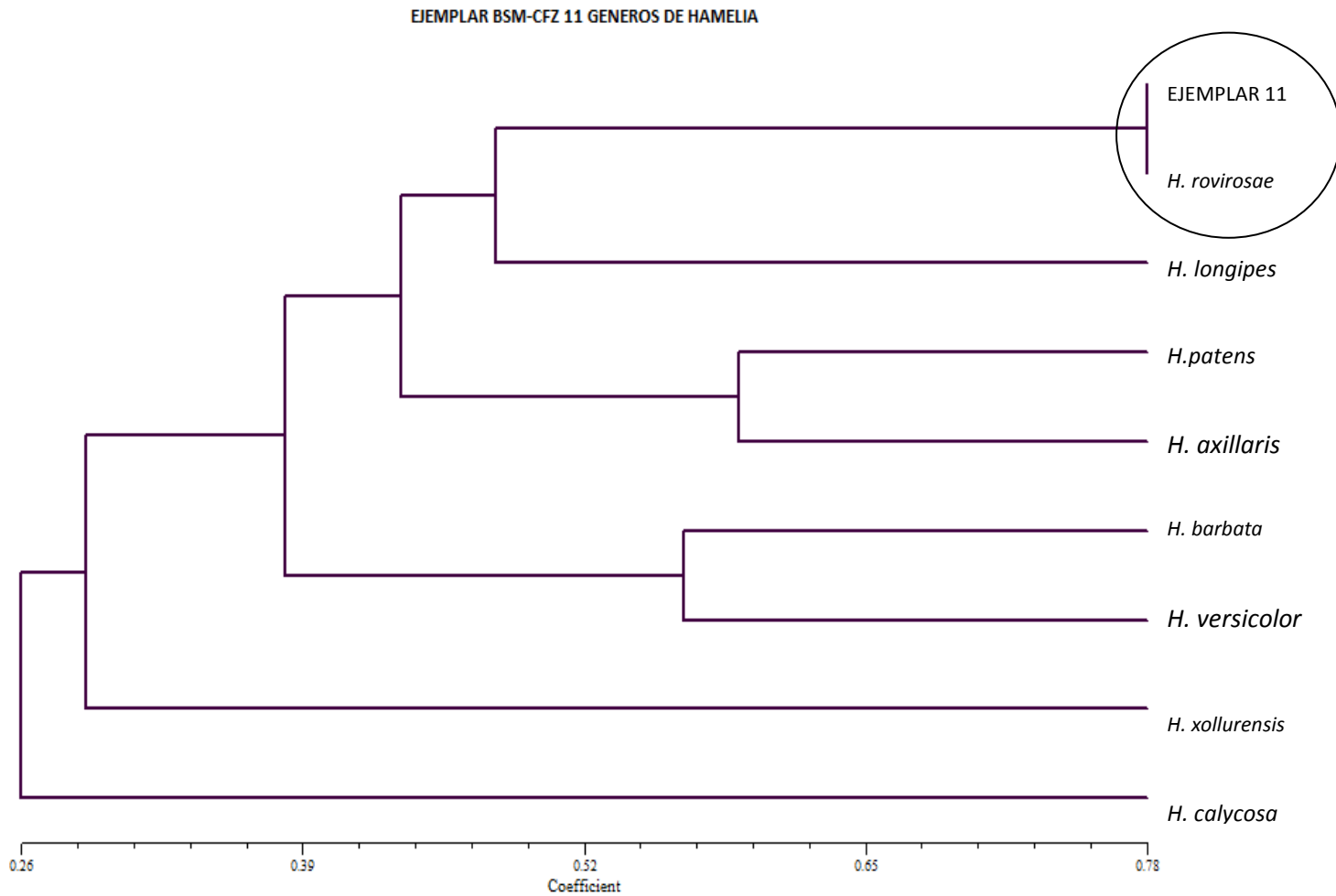
en la parte central y de menos de 70° en la parte basal y al acercarse al ápice.



**Figura 20.** BSM-11 La característica principal de éste ejemplar, es la marcada curvatura hacia arriba de las venas secundarias y de los arcos que estas forman.

La bibliografía y la revisión de herbarios virtuales y MEXU llevó a la relación del ejemplar 11, con la familia Rubiaceae del género *Hamelia* Jacq. del cual se seleccionaron las siguientes especies: *H. patens* SW., *H. calycosa* J. D. Smith., *H. rovirosae* Whernham., *H. longipes* Standl., *H. axillaris* SW., *H. barbata* Standl., *H. versicolor* Gray., *H. xollurensis* Kunth., todos presentes en México (Borhidi, 2008). Seis especies se encuentran en Veracruz, y otras dos hasta ahora solo registradas en estados circundantes. Se tomaron en cuenta 40 caracteres para la elaboración de la matriz básica de datos (Cuadro 5, anexos), y los resultados se encuentran en el fenograma 3 de la figura 21.

Observamos que se agrupa con una similitud de casi 0.8 al ejemplar fósil 11 con *H. rovirosae* que pueden compararse en las figuras 23 y 24. También se obtuvo un buen resultado para la *r* que fue de 0.83. La confianza en los datos y resultados del fenograma es alta.



**Fig. 21.** Fenograma 3. Las especies que se compararon con el ejemplar BSM-1 fueron ocho. Con mayor similitud se muestra *Hamelia rovirosae* (0.78) en el círculo.



Como se observa en la gráfica 3 de la figura 22 existe el mismo arreglo que en el fenograma.

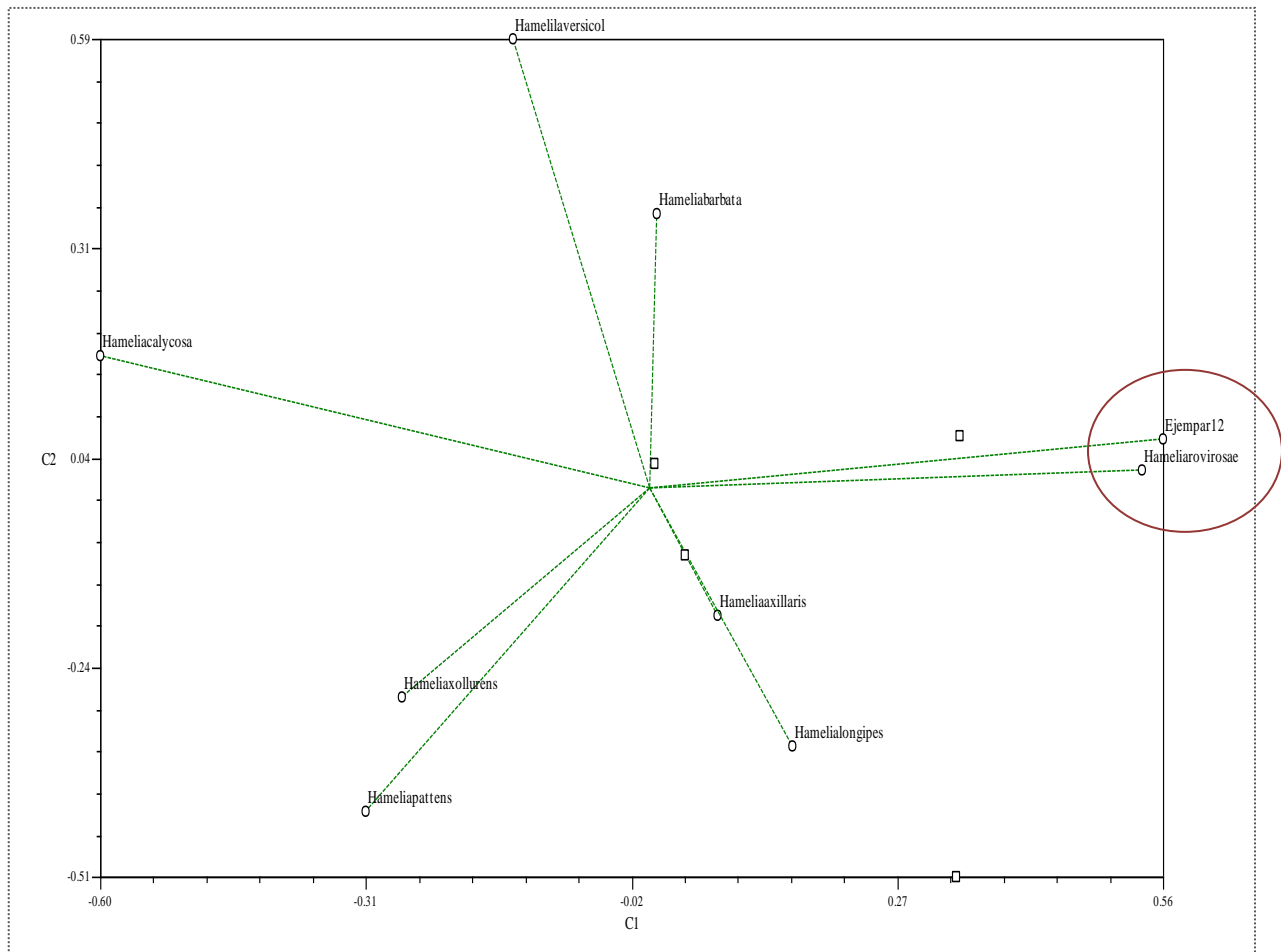


Fig. 22. Coordenadas principales que muestra el mismo acercamiento en el espacio de las OTU's que el fenograma.

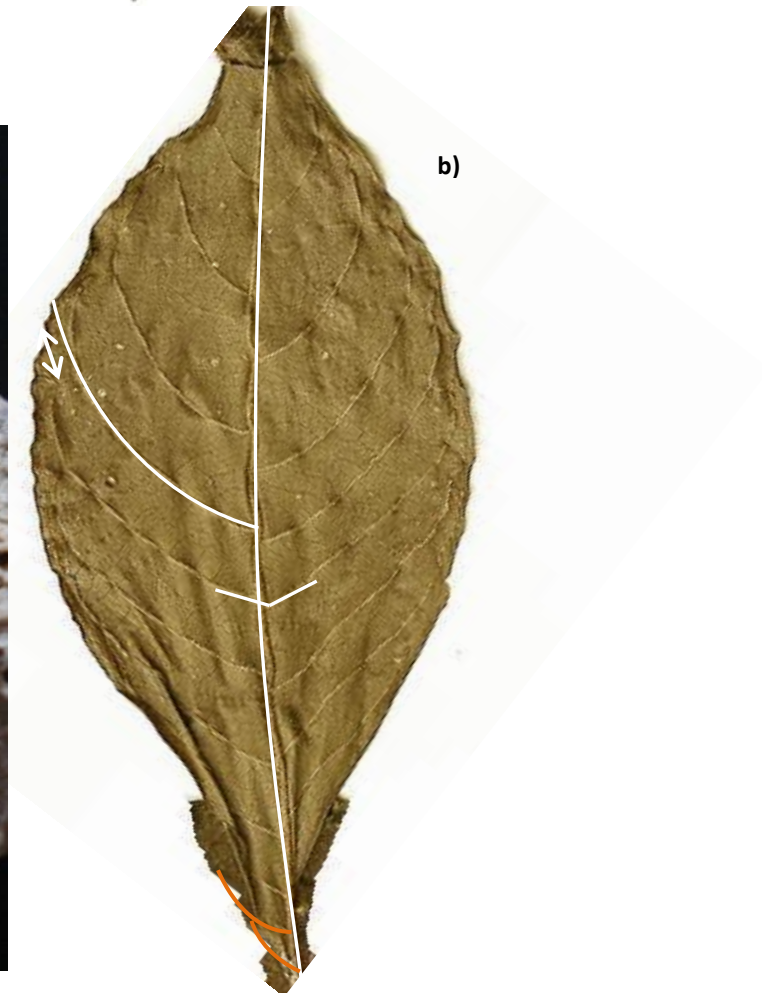
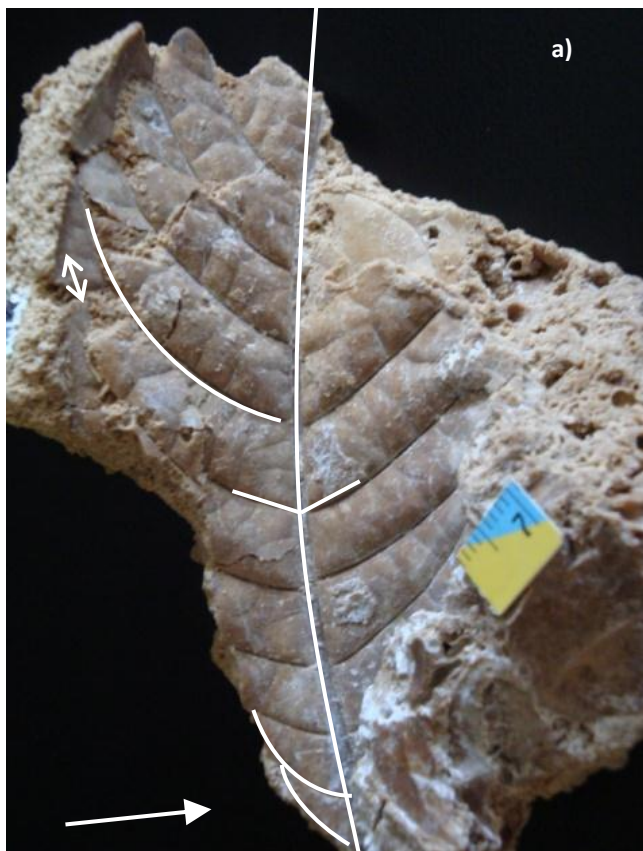
Se conserva la misma unidad entre el ejemplar 11 y *H. rovirosa*. En el cuadro 6 (anexos) de coordenadas principales podemos observar que los caracteres que determinaron la agrupación de los datos fueron seis y los estados de carácter fueron 12, los cuales se resaltan en gris, con valores altos de 7,8 y 9.

A continuación se observan algunas especies de *Hamelia* y también la especie con más similitud señalando algunos de los estados de carácter que según el cuadro 5 de componentes principales (anexos)son responsables de la similitud.

Algunas especies revisadas de *Hamelia*:



**Figuras. 23a)** *H. patens*, (aclorada), **b)** *H. longipes* y **c)** *H. axilaris*, ejemplares de herbario, estas especies son las más cercanas en el fenograma.



**Figura 24a.** Ejemplar BSM-11. A la derecha **Fig.24b** *H. rovirosae* actual. En ambas figuras se resaltan algunos de los caracteres que el análisis de coordenadas principales indica que son importantes. Y son responsables del arreglo el espacio, por ejemplo para el ejemplar 11, forma de base, la forma la hoja, espaciamento de las venas secundarias, ángulo las venas terciarias y el espacio intramarginal. Como detalle también se señala la forma de la vena media que tiende a curvarse.

La mayor parte del ejemplar esta bien permineralizado, y la forma en que crecen las venas secundarias y las de la base o primer par de venas secundarias nos permitió inferir que la forma de la hoja es obovada. Una de las desventajas fue que la venación de alto orden no quedo bien marcada, de manera que hubo algo de dificultad al momento de realizar la matriz básica de datos y poner los caracteres. Podemos afirmar que los datos son muy confiables ya que la similitud cercana al 0.8 y el coeficiente cofenético de 0.83 mayor a lo aceptado. Para el ejemplar Fósil BSM-11, se propone como clasificación científica:

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rubiales

Familia: Rubiaceae

Género *Hamelia*

Especie: *Hamelia rovirosae*

El género *Hamelia* es de gran distribución en Veracruz y es muy probable que lo fuera también en el Pleistoceno.

## Ejemplar CFZ-BSM 14



**Figura 25.** Ejemplar BSM-14, con venación acródroma, las venas de alto orden esta bien marcadas.

### Descripción:

La Figura 25 nos presenta una hoja asimétrica en la base, simple, mesófila con margen entero, base aguda y el ángulo agudo con peciolo marginal. Medidas de 2.8 cm de largo (de la base a un poco abajo de la mitad aprox.) y 3 cm de ancho aprox.

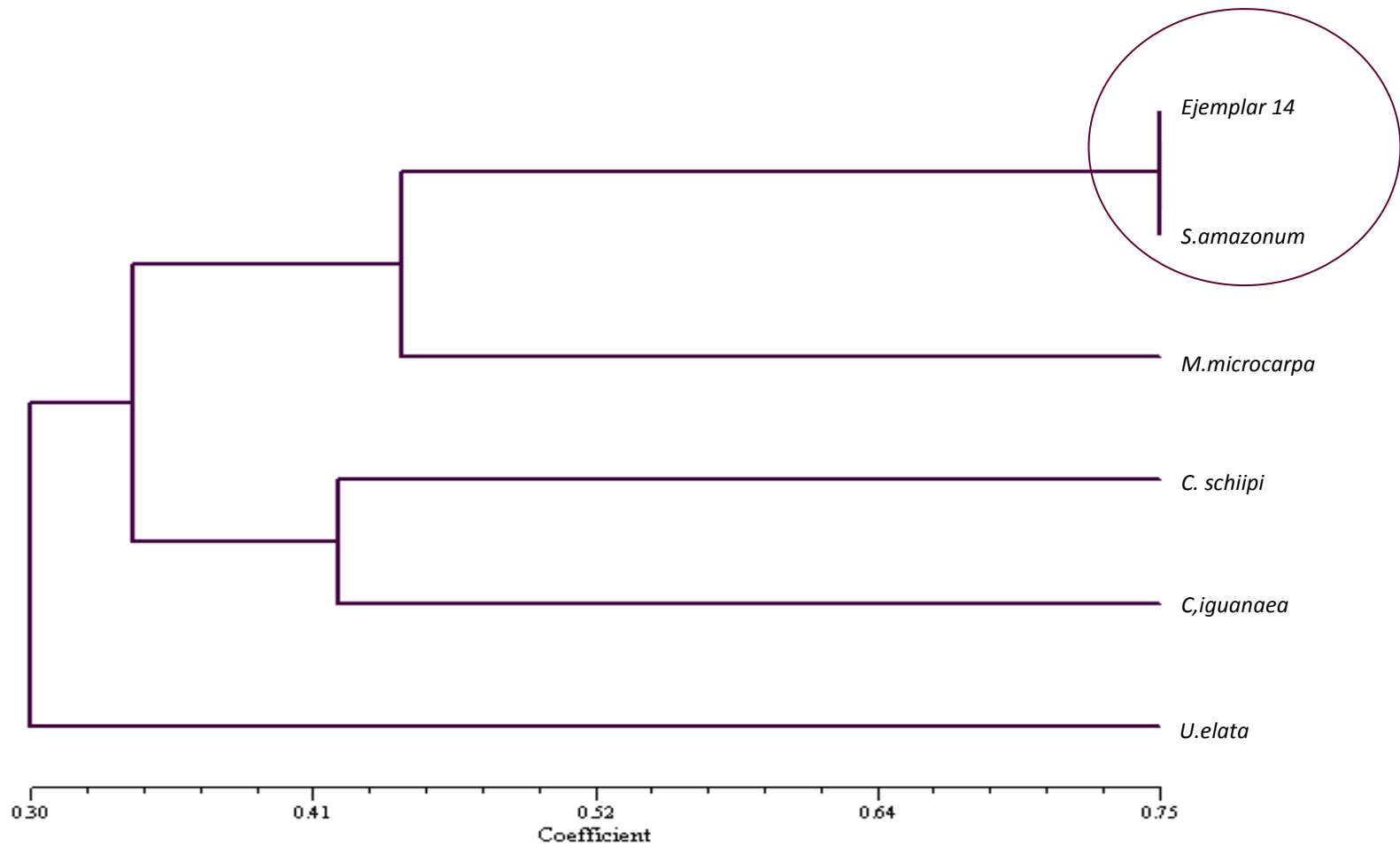
Venación acródroma aparentemente basal, vena

primaria central de 0.8 mm de ancho en promedio, las venas secundarias van de 0.6 mm de ancho. El ángulo de separación entre vena primaria y venas

secundarias va de 36 a 43°, hay venación terciaria y de cuarto orden, y presenta areolas bien desarrolladas. El número de venas terciarias es de cuatro entre venas secundarias y vena intramarginal con medidas entre cada una de 1.5, 3.5, 4, 3.5 y 3 mm respectivamente y de 3 a 4 entre las venas secundarias y la primaria de 1,2, 2.5, 3.5, 4, 5 y 5 mm. El espacio de separación entre las venas terciarias, varia un poco de cada lado formando pequeños espacios cuadrados. Presenta vena intramarginal de aproximadamente de 0.098 mm. El espacio entre margen y vena intramarginal presenta venación.

La revisión de Herbarios en línea y en el MEXU, junto con la revisión de ejemplares actuales colectados en la localidad de estudio nos llevó a comparar al ejemplar CFZ- BSM 14 con cinco especies, pertenecientes a cuatro géneros distintos: *Urera elata* S.W., Griseb., *Celtis. schiippi*, *Celtis. iguanaea* Jaqc., Starg., *Miconia. microcarpa* Ruiz y Pavón., y *Sparattatheium. amazonum* Mart., cuya matriz básica de datos se halla en el Cuadro 7 de los anexos.

El fenograma 4 de la figura 26 muestra una similitud con el ejemplar y la especie *S. amazonum de 0.75*.



**Figura 26.** Fenograma para el ejemplar 14 que se comparó con cuatro especies de los siguientes géneros de arriba hacia abajo: *Sparattanthelium*, de la familia Hernandiaceae, *Miconia*, familia Melastomataceae, *Celtis* familia Ulmaceae (orden Urticales) y *Urera* familia Urticaceae. Se obtuvo una  $r$  de 0.89 y con una similitud de 0.75 se agrupó al ejemplar 14 con *Sparattanthelium amazonum*

La tabla del archivo (hileras-vectores) dentro del análisis de coordenadas nos muestra que hubo siete caracteres y ocho estados de carácter, (Cuadro 8, anexos). Entre los estados de carácter que más peso tuvieron al realizar el análisis es significativo que se encontraran el tamaño de la base (9.40), la forma y el ángulo de la base (9.40) y la venación de cuarto orden (9.75).

En la figura 27 el mismo análisis ofrece iguales resultados que en el fenograma:

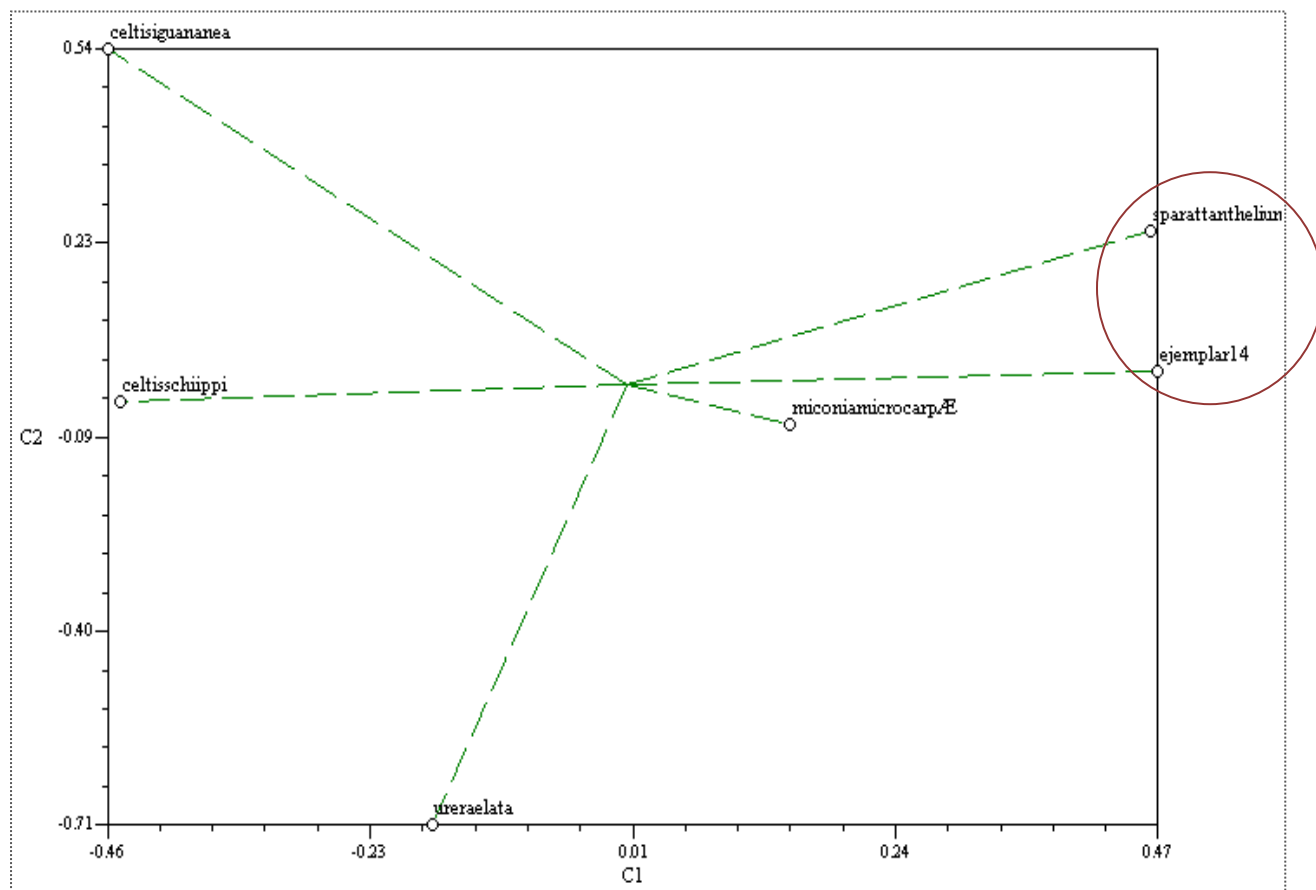


Figura 27. Se agrupa espacialmente a *S.amazonum* y ejemplar 14 nuevamente.

Cabe mencionar que esta especie se encuentra exclusivamente en Veracruz. Las figuras 28 y 29 nos muestran la especie que se obtuvo del MEXU antes y después de aclararse la hoja para observar la venación, secundaria y terciaria.

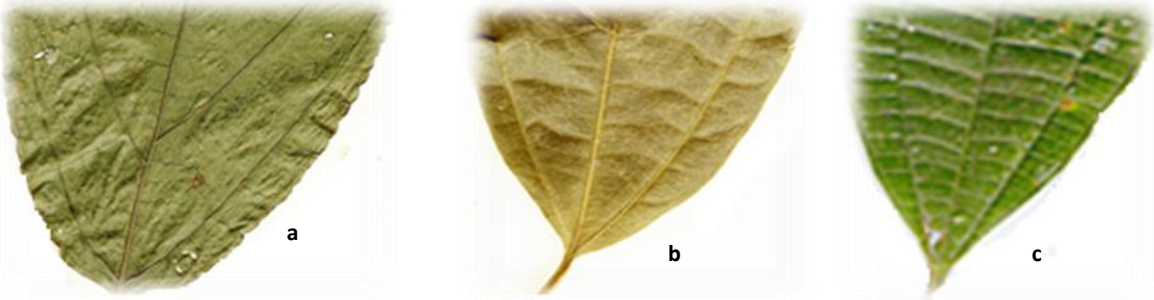
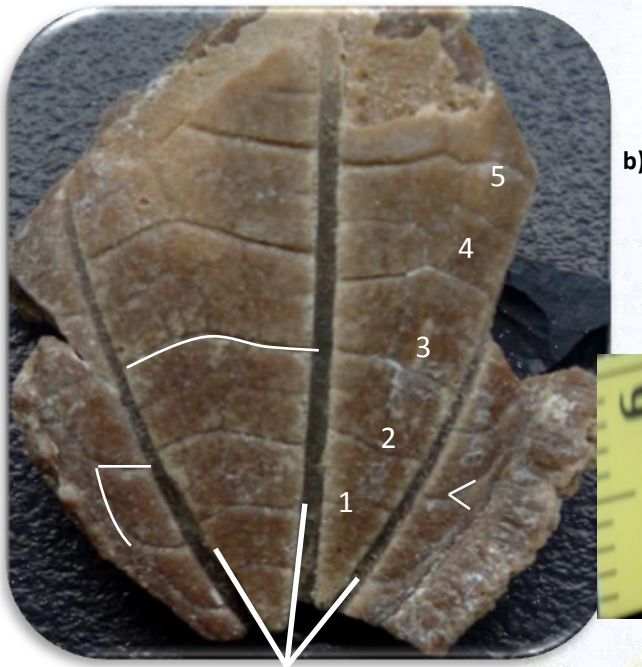


Figura 28. De izquierda a derecha a) *Urera elata*, b) *Celtis. schippii* y c) *Miconia. microcarpa*.

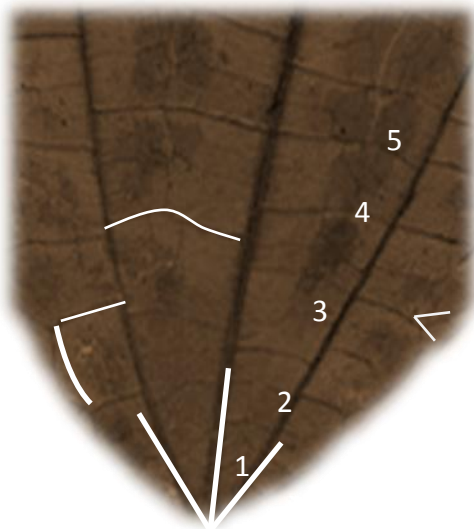
Las siguientes figuras corresponden a CFZ-14 y a *Sparattanthelium amazonum*:



b)



a)



c)

Figura 29. a) Nótese la venación acródroma en la hoja completa, ejemplar de herbario, b) es el ejemplar fósil BSM-14, comparado con c) que es el ejemplar de herbario aclarado. En esta últimas dos figuras se compara la forma de las venas terciarias el ángulo de las venas centrales y de los costados. Se resaltan con blanco el número de venas terciarias.

Para la identificación de este ejemplar se tenían pocos caracteres como las tres venas centrales y la forma y distancia de las venas terciarias y de cuarto orden y fueron precisamente estos caracteres los que representaron mayor peso en el análisis.

Las comparaciones para el ejemplar 14 llevaron a proponer la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: Laurales

Familia: Hernandiaceae

Género: *Sparattanthelium*

Especie *Sparattanthelium amazonum*

De este género, esta especie es la única presente en Veracruz. Se trabajó con géneros diferentes para este ejemplar, ya que había más de una familia que presentaba parecido al ejemplar. Cabe mencionar que solo hay un ejemplar del fósil y no está completo.



## Ejemplar CFZ-BSM 4

### Descripción:



Figura 30. Ejemplar  
CFZ- BSM 4

Hoja simétrica, acródroma tendiente a broquidódroma, simple, mesófila con margen entero, sin lobación, oblonga, forma de la base redondeada y el ángulo obtuso con peciolo marginal, de 1.4 cm de largo (de la base a un poco abajo de la mitad aprox.) y 3.1 cm de ancho. Venación acródroma suprabasal, vena primaria central de 2 mm de ancho en

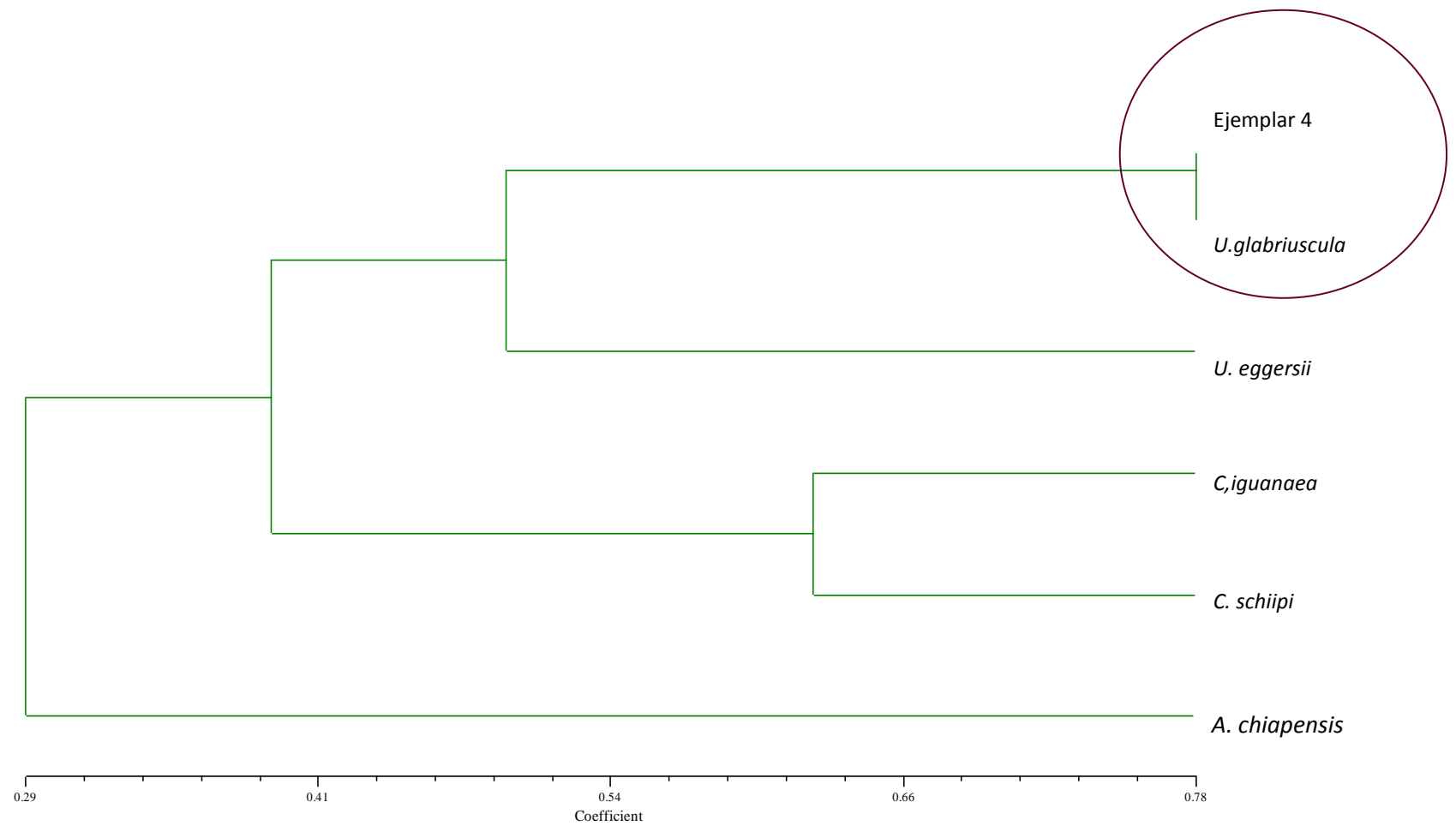
promedio, las venas secundarias van de 1.04 mm a 0.86 mm de ancho, el ángulo de separación entre vena primaria y venas secundarias va de 70 a 75°, hay venación terciaria y de cuarto orden, y presenta areolas bien desarrolladas que se cierran completamente y no se ramifican.

El ejemplar no presenta dientes (al menos hacia la base, que es la parte que tenemos de la muestra recolectada) y la venación en general está bien marcada.

Presenta vena intramarginal de aproximadamente 0.3 mm el espacio entre margen y vena intramarginal presenta venación.

El número de venas terciarias es de cuatro entre venas secundarias y vena intramarginal con medidas entre cada una de 2.9, 3.7, 5.1 y 5.7 mm respectivamente y de 3 a 4 entre las venas secundarias y la primarias de 1.7, 1.7, 1.9, y 2.3 mm. El espacio de separación entre las venas terciarias, varia un poco de cada lado formando pequeños espacios cuadrados.

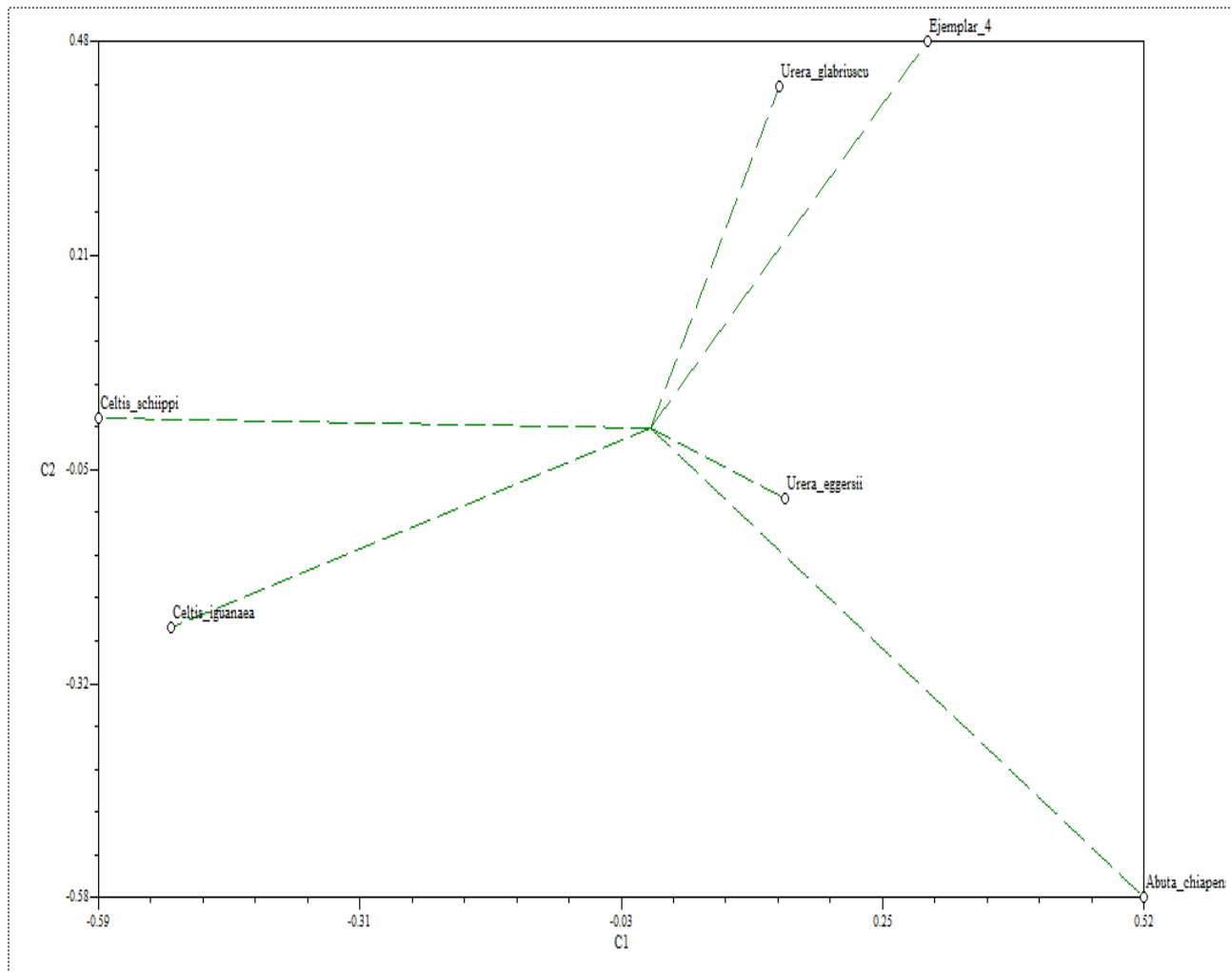
Para el ejemplar 4 se comparó con cinco especies de tres géneros: *Urera eggesii* Hieron, y *Urera glabriuscula* s.w, Griseb., *Abuta chiapasensis* Kuroff y Barneby, *Celtis iguanaea* Jacq., Sarg, y *Celtis schiippi* (Cuadro 9, anexos) de los cuales el ejemplar con más similitud (0.78), fue *Urera glabriuscula*. como se observa en el fenograma de la figura 31.



**Figura 31.** Las especies con que se comparó al ejemplar pertenecen a los géneros *Ureia* familia Urticaceae (orden Urticales), *Abuta* familia Menispermaceae (orden Ranunculales), y *Celtis*. La *r* obtenida fue de 0.88 y la especie con más similitud fue de 0.78.

La comparación entre el ejemplar 4 y las cuatro especies fue complicada ya que no teníamos completa la hoja, sin embargo la venación esta muy bien marcada.

Al igual que el ejemplar CFZ-14, este poseía pocos caracteres visibles, eran muy específicos y aportan información como: el tamaño de las venas, el origen de la vena primaria y las características de las venas terciarias, que también se evidencian en el cuadro 10 de coordenadas principales (anexos). La figura 32 muestra el resultado del análisis de coordenadas.



**Figura.32.** *Ureera glabriuscula* y el ejemplar 4, muestran mayor afinidad.

Algunas especies que se revisaron para el ejemplar 4 se muestran en las figuras 33y 34, las figuras 35-37 muestran la comparación de los caracteres y la especie seleccionada.



Figura. 33. *Celtis iguanaea*



Figura 34. *Celtis schiipi*



Figura.35

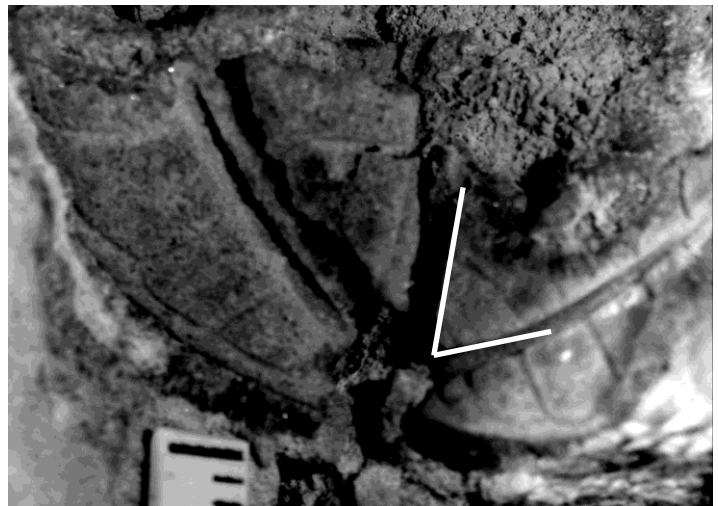


Figura 37

**Fig. 35 Y 36: *Uvera glabriuscula*. Fig.37**  
Ejemplar 4. Se resaltan algunos caracteres importantes como el ángulo de las venas secundarias y la separación entre venas secundarias, comparando con la fig.37.

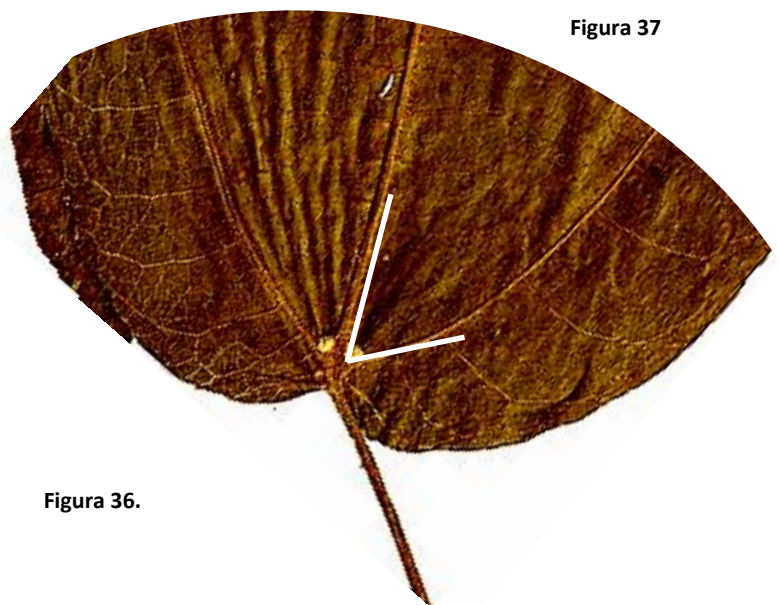


Figura 36.

Las comparaciones para el ejemplar 4 llevaron a proponer la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Urticales

Famiiia:Urticaceae

Género: *Urera*

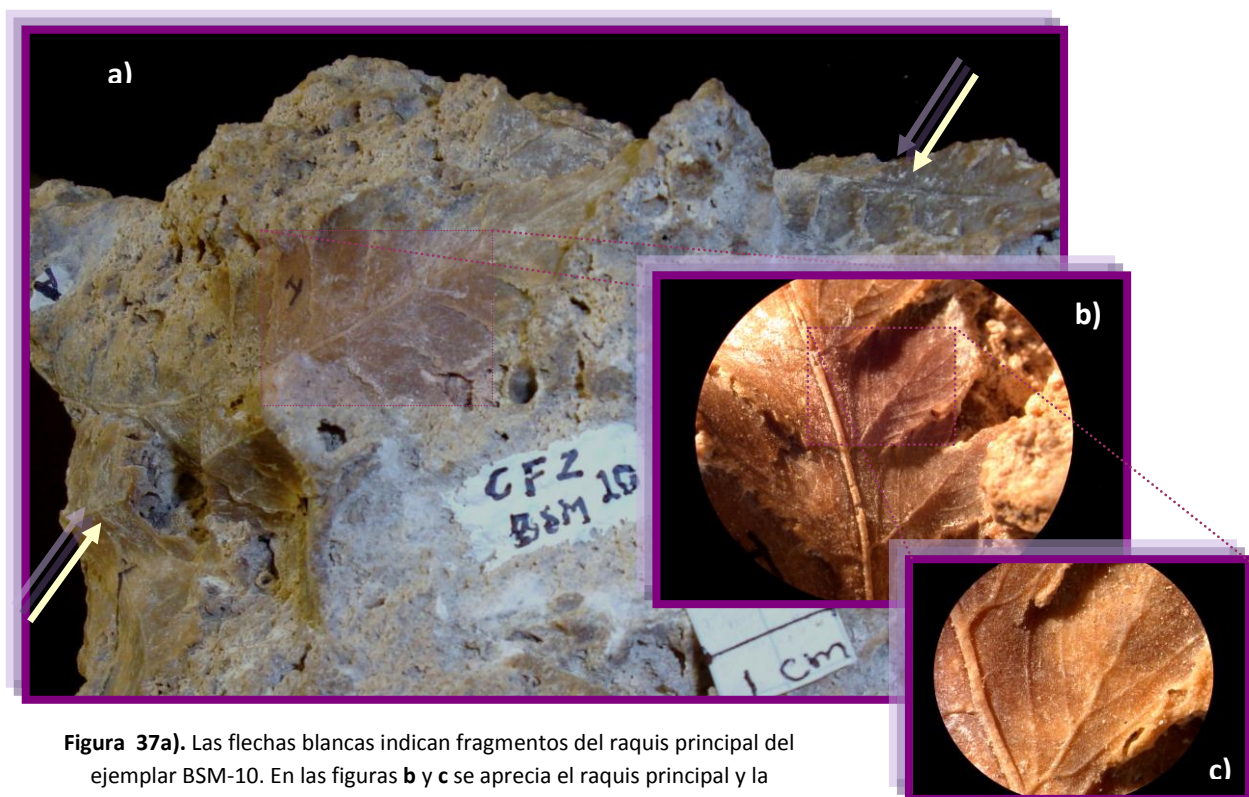
Especie *Urera glabriuscula*

No se llegó al género ni a la especie de las siguientes morfotipos, sin embargo se proporciona la descripción y se propone seguir investigando dentro de las siguientes familias:

#### CFZ - BSM 10

##### DESCRIPCION:

Hoja compuesta de un raquis principal, vena central primaria delgada, poco menos de 1 mm, bien marcada, En la roca se observan varios fragmentos (figura 37a). Los folíolos



**Figura 37a).** Las flechas blancas indican fragmentos del raquis principal del ejemplar BSM-10. En las figuras **b** y **c** se aprecia el raquis principal y la venación de los folíolos.

(figuras 37b y 37c) son pinnados elípticos con venación craspedódroma, miden cerca de 2 cm pero no más. Las venas secundarias generalmente llegan al diente; el ángulo que presentan es agudo y en algunos casos (de menos de 20%) se bifurcan antes de llegar al diente. Los espacios entre las venas se incrementan ligeramente hacia la base, en el caso del ángulo se incrementa levemente hacia la parte del ápice. En el caso de las venas secundarias con arreglo alterno y opuesto, se presentan más alternas que opuestas (esta característica se incrementa en los folíolos de la parte media). Los folíolos están unidos en la base, antes de llegar al raquis a menos de 3 cm estos presentan ápice agudo dientes de

tipo serrado, agudos orientados hacia arriba y la vena media de los folíolos llega al raquis. El ángulo que forma con respecto al raquis es menor a  $90^\circ$  en todos los folíolos.

En la familia Rosaceae hay características muy parecidas al de este morfotipo, sobre todo en el tipo de dientes que presenta la hoja.

### Ejemplar CFZ- BSM 6

#### DESCRIPCION

El ejemplar BSM-6 está parcialmente enrollado en la roca donde fosilizó, (Fig.38a y Fig.38b) es una hoja pinnada, simétrica, simple, mesófila con margen entero y forma ovada, el ángulo del ápice es agudo.



**Figura 38a).** Ejemplar BSM-6. Parte superior de la hoja fósil donde se observa bien marcada la venación secundaria y terciaria.



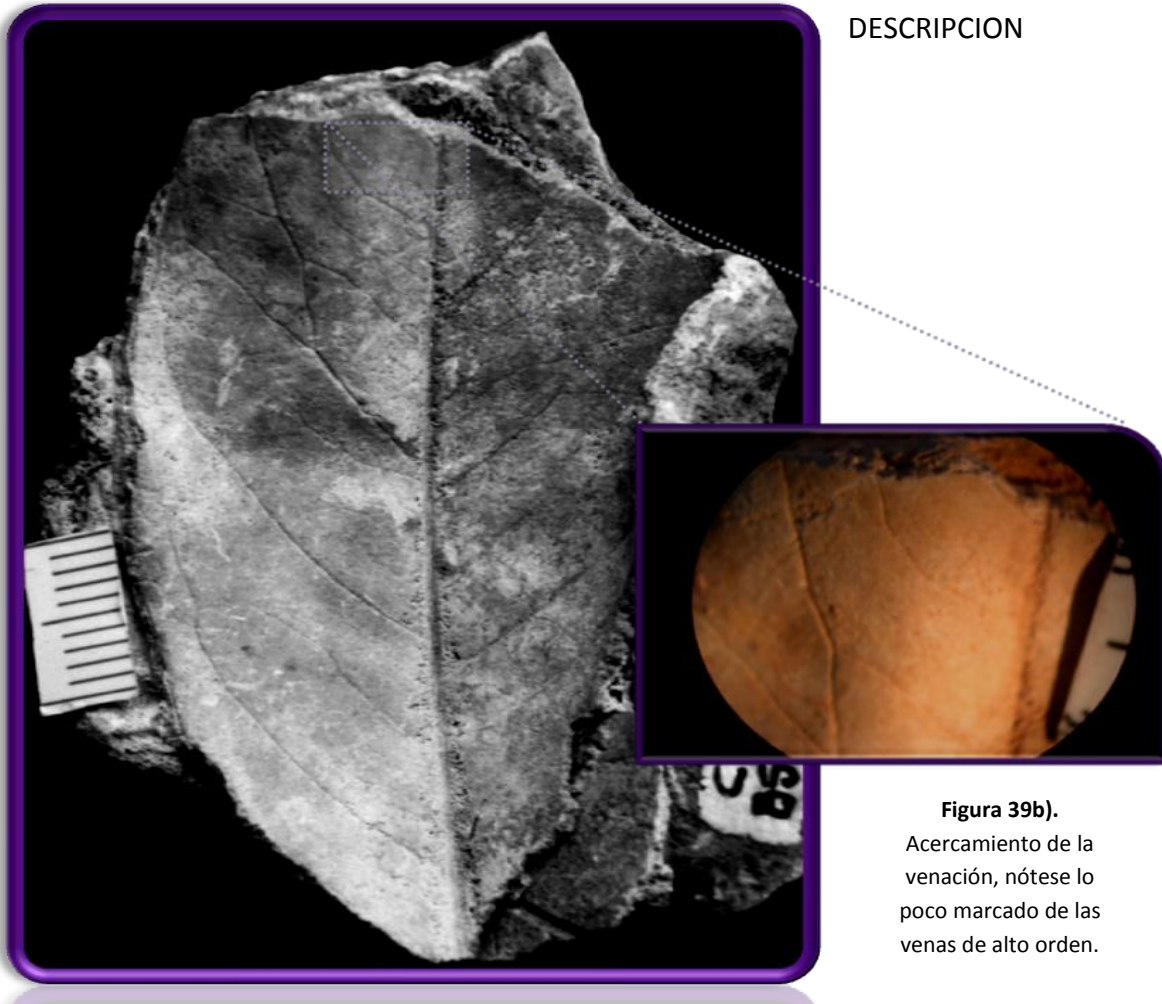
**Figura 38b).** Vista de la parte inferior del fósil.

La medida del largo (la base está incompleta) con una longitud de 11 cm y la parte más ancha del ejemplar es de 6.4 cm. La venación es broquidódroma débil y tiende a festonada. El número de venas secundarias del ápice hasta abajo de la mitad, donde llega

el ejemplar es de 11, y el ángulo de separación, entre vena primaria y venas secundarias va de 48 a 50° incrementándose hacia arriba. Hay venación terciaria la cual presenta areolas bien desarrolladas que se cierran completamente en forma de polígonos regulares y no se ramifican. Presenta características de la familia Lauraceae, especialmente con el género *Nectandra*.

### Ejemplar CFZ - BSM 2

#### DESCRIPCION



**Figura 39a).** Ejemplar BSM-2. La forma ovada y la venación broquidódroma de este ejemplar son evidentes.

**Figura 39b).** Acercamiento de la venación, nótese lo poco marcado de las venas de alto orden.

La figura 39a muestra una hoja ovada con venación broquidódroma débil, margen entero de 5.14 cm de largo y 3.2 cm de ancho aproximadamente en la parte más ancha, con cuatro pares de venas secundarias



visibles con ángulos que van de 49 a 40 en la parte media. La vena media es constante con 0.05 cm de ancho, venas intersecundarias visibles y venación de alto orden poco marcado (Fig. 39b). El fósil de la imagen 16a puede estar en Malpighiaceae presenta similitud con *Heteropterys*.

### Ejemplar CFZ BSM 10-B

#### DESCRIPCION



Fig. 40 CFZ BSM-10B

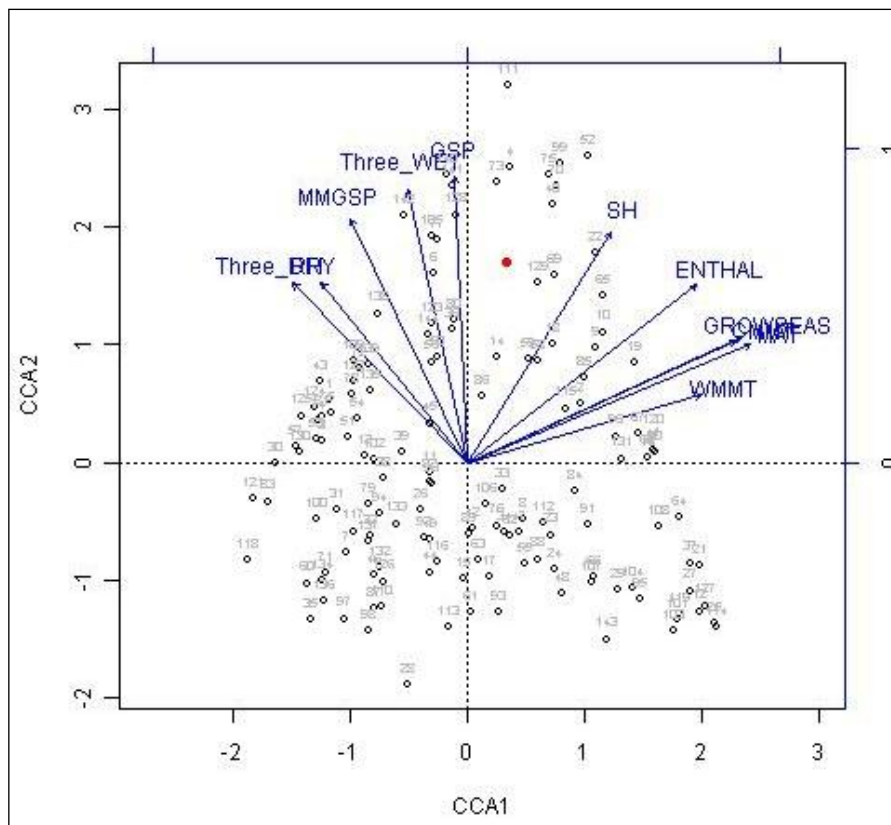
Hoja con venación paralela, simétrica, simple, mesófila con margen entero, ovada, el ápice no está presente. Las medidas de largo (de base a más de la mitad hacia el ápice) es de 3.9 cm y la medida de la parte mas ancha del ejemplar es de 2.5 cm. Hay seis venas paralelas basales y en la parte de en medio la distancia de separación va de 0.2mm a 0.4mm, las venas secundarias de la base

hasta donde llega la hoja no son notorias. La base es aguda.

Este ejemplar (fig.40) podría ubicarse dentro de la familia Liliaceae, el género *tricyrtis* presenta similitudes.

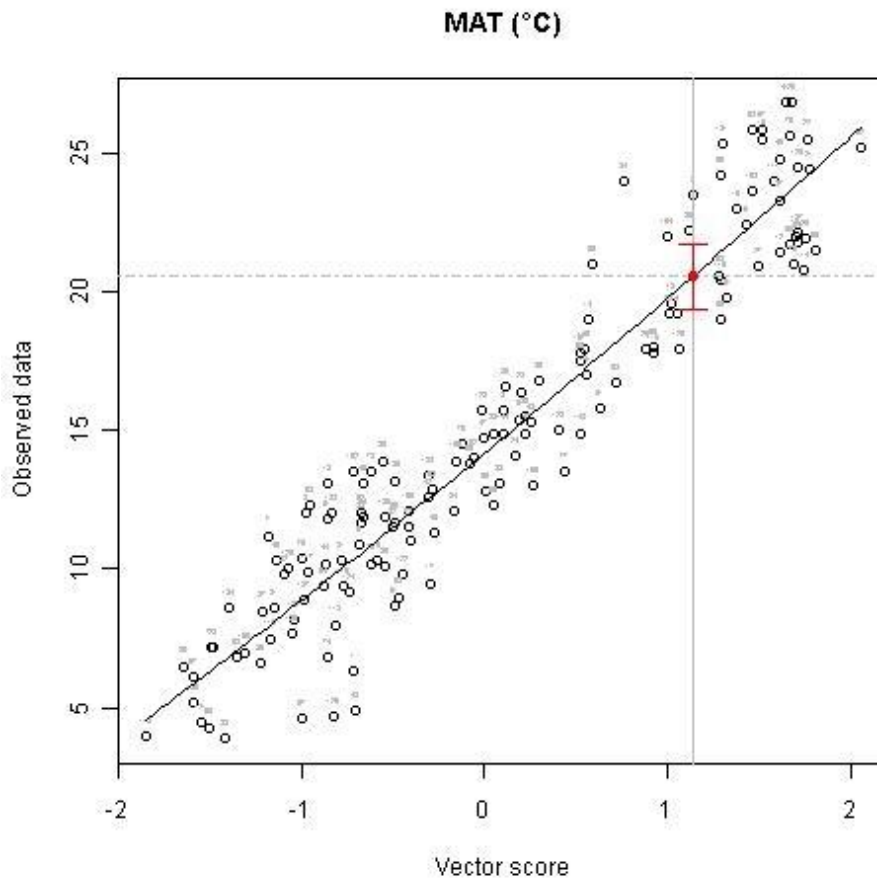
## ANÁLISIS DE CLAMP

La fase final del estudio consistió en realizar un análisis de CLAMP para inferir el clima de la localidad en el Pleistoceno. Los datos del tamaño y forma de las 25 hojas que se escogieron se introdujeron en el programa CLAMP en línea y se corre una análisis de correspondencia que involucra otra tabla llamada Physg3arcAZ con 144 localidades y de las que se conocen diez variables climáticas (tercera tabla GRIDMET3arcAZ), finalmente se obtienen los valores de cada variable climática, las cuales son: Temperatura media anual, T° del mes más frio, T° del mas calido, tempeatura donde es factible que ocurra el crecimiento, tres meses más húmedos, más secos, humedad relativa, absoluta y entalpia.



**Figura 41.** Las flechas azules indican las variables climáticas, en el punto rojo se indica nuestra localidad (Orizaba), y las localidades actuales en los demás puntos.

Se ejemplifica con la Temperatura media anual:



**Figura 42.** Se observa con un punto rojo la localidad estudiada y la temperatura esperada. También se observan los datos para las localidades actuales y sus temperaturas observadas.

Abajo se muestran los datos generales después del análisis:

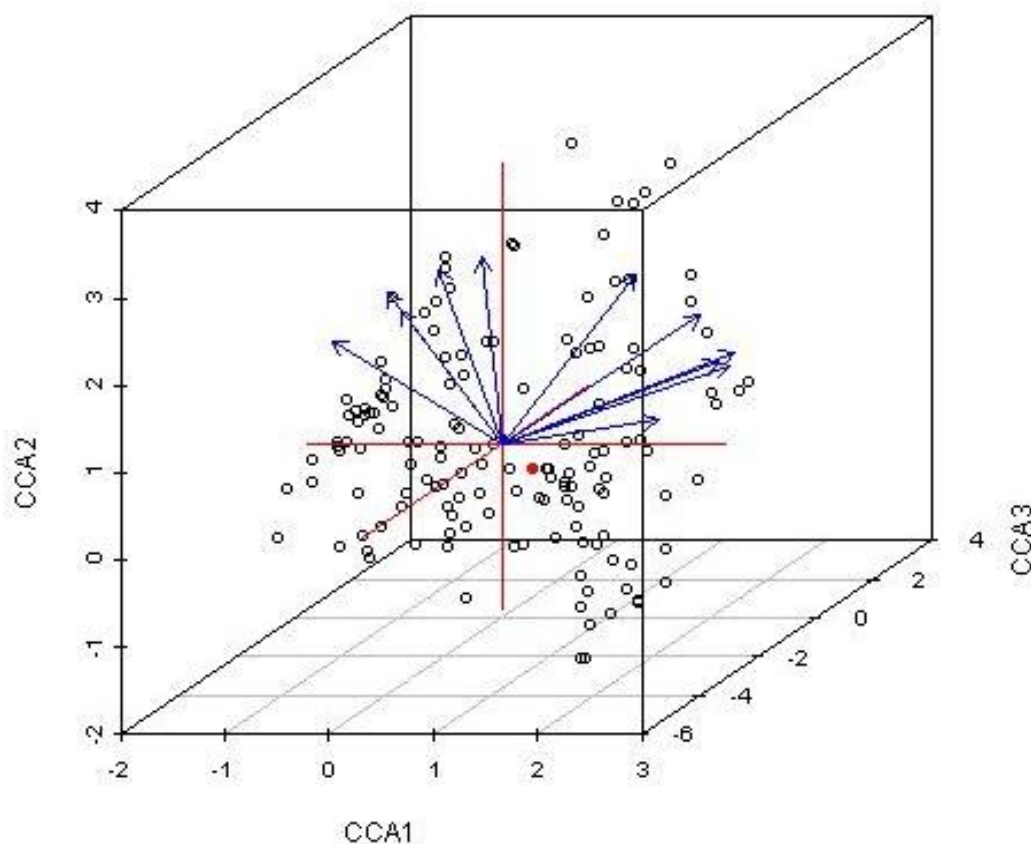
Temperatura Media Anual TMA	Temperatura del mes más cálido TMMC	Temperatura del mes más frío TMMF	Temperatura del mes más seco TMS	Precipitación anual total PAT	Porcentaje de lluvia invernal
<b>20.6</b>	<b>27.4</b>	<b>13.8</b>	<b>40.3</b>	<b>1628</b>	<b>-</b>

Los datos de clima actual en la localidad de Veracruz (García, 1979) son los siguientes:

Temperatura Media Anual TMA	Temperatura del mes más cálido TMMC	Temperatura del mes más frío TMMF	Temperatura del mes más seco TMS	Precipitación anual total PAT	Porcentaje de lluvia invernal
<b>20.4</b>	<b>23</b>	<b>17.1</b>	<b>36.3</b>	<b>2148.2</b>	<b>5.912</b>

Si comparamos estos datos, podemos notar por ejemplo; que la Temperatura media anual (TMA) prácticamente no presenta variación en la actualidad, en cambio en las dos columnas siguientes de TMMC y TMMF existe disminución en la primera en  $4.4^{\circ}$  y un aumento significativo de  $4.9^{\circ}$  en la segunda que es la temperatura del mes más frío.

El hecho de que haya variado la temperatura pudo manifestarse en un cambio en el porcentaje de serración en los márgenes, que es el estado de carácter con el que está más ligado este parámetro. Si bien no se puede constatar ya que solo tenemos una localidad en un tiempo definido. La precipitación se ha incrementado de 1628 a 2148 en la actualidad, lo que posibilita que la mayoría de las especies de plantas que existieron durante el pleistoceno conserven aún las condiciones para que sigan subsistiendo. De hecho, en los resultados obtenidos, todas las especies a las que se llegó están presentes en Veracruz.



**Figura 43.** En esta gráfica se observan las n dimensiones y como vectores las diez variables climáticas

## CONCLUSIONES

Se identificó taxonómicamente la presencia de las familias Annonaceae, Rubiaceae, Hernandiaceae y Urticaceae con las especies *Guatteria amplifolia*, *Hamelia rovirosae*, *Sparattanthelium amazonium* y *Urera glabriuscula* respectivamente, estas tienen una distribución más amplia en climas tropicales.

Cuatro más muestran afinidad con elementos modernos de las familias, Rosaceae, Lauraceae, Malphigaceae y Liliaceae que son cosmopolitas. El trabajo muestra que las familias anteriores se encuentran distribuidas en Veracruz, al menos desde el Pleistoceno hasta el presente.

Tomando en cuenta el componente fisonómico y el grado de fragmentación de los ejemplares se propone que estos representan morfotipos autóctonos.

De acuerdo a los parámetros paleoclimáticos calculados se propone que el clima corresponde a un cálido-húmedo y evidentemente influye en la morfología foliar para su adaptación a condiciones cálidas teniéndose apenas representado una muestra de lo que fue un ecosistema más diversificado.

El estudio taxonómico y paleoclimático, muestran que el clima en la zona de estudio se ha mantenido estable. Los taxa reconocidos en el afloramiento han conservado su presencia en los mismos nichos ecológicos, teniendo requerimientos climáticos y ecológicos similares a las especies actuales con las que se encontró afinidad.

## **LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES**

Una de las mayores limitaciones en la ejecución de este trabajo fue la carencia de Información de trabajos de paleoflora publicados para Veracruz.

EL método usado para la propuesta paleoclimática de la asociación fósil que mejor representase la predicción de la temperatura para la localidad, estuvo limitada a unos pocos trabajos en México debidos principalmente al escaso número que toma en cuenta la morfología foliar y su relación con las características climáticas.

Aunque los datos muestran que evidentemente el clima no ha variado significativamente, el reconocimiento de más fósiles vegetales pertenecientes al Pleistoceno brindaría importantes datos para la reconstrucción paleoflorística completa de los ambientes Sedimentarios existentes en Veracruz durante esta época de México.

Un factor que puede estar afectando la interpretación de paleocomunidad vegetal lo constituye el componente que quedo sin identificar dentro de la paleoflora (solo se identificó el 30% de los ejemplares), cuya asociación con géneros modernos enriquecerían las interpretaciones paleoflorísticas. Adicionalmente, el estudio de una sección estratigráfica de una localidad no es suficiente para una interpretación de carácter regional, por lo cual el estudio de nuevas secciones estratigráficas de la zona aportará mayores datos para la interpretación de la paleovegetación.

## ANEXOS

**Cuadro 1.** Matriz básica de datos para las familias con las que se comparó el ejemplar 1.

	1	48	4		
PARTE DE LA HOJA	CARACTERES	CFZ-BSM1	Anacardiaceae <i>Guatteria amplifolia</i>	Annonaceae <i>Tapirira guianensis</i>	Myrtaceae <i>psidium guajava</i>
LAMINA	lamina eliptica	1	1	1	1
	laminaoblonga	0	0	0	1
	hoja simétrica	1	1	1	0
BASE	base simétrica	99	1	1	0
	base convexa	99	0	0	1
	base cuneada	99	1	1	0
	ángulo de la base agudo	99	1	1	1
	ángulo de la base obtuso	99	0	0	0
APICE	apice acuminado mayor o igual a 1cm	1	1	1	0
	apice acuminado menor a 1cm	0	0	0	1
VENA PRIMARIA	vena primaria curva	0	0	0	1
	vena primaria recta	1	1	1	0
	vena primaria del mismo tamaño a lo largo de la hoja	1	0	1	0
	vena primaria moderada que se incrementa visiblemente hacia la base	0	1	0	1
VENAS SECUNDARIAS	venas secundarias bien marcadas	1	1	1	0
	venas secundarias menos marcadas	0	0	0	1
	venas secundarias terminando en arcos casi rectos	1	0	1	1
	venas secundarias terminando en arcos inclinados hacia arriba	0	1	1	0
	venas secundarias opuestas	0	0	1	0
	venas secundarias se presentan op y alt en mas 50%	0	1	0	1
	venas secundarias se presentan op y alt en menos 50%	1	0	1	0
	opuestas y se hacen alternas hacia la base	1	0	1	0
	opuestas y se hacen alternas hacia el apice	0	1	0	0
	opuestas y alternas al azar	0	0	1	1
	venas secundarias en la base ángulo recto	99	0	1	1
	venas secundarias en la base ángulo agudo	99	1	0	0
	espacio entre venas secundarias se incrementa hacia la base	1	0	0	0
	espacio entre venas secundarias se incrementa hacia el apice	0	0	0	1
	espacio entre venas secundarias es mayor en el centro de la hoja	0	1	1	0
	ángulo de venas secundarias se incrementa hacia la base	0	0	1	1
	ángulo de venas secundarias decrece hacia la base	1	1	0	0
VENAS INTERSECUNDARIAS	con venas intersecundarias	1	1	1	0
	venas intersecundarias simples	1	0	0	0
VENAS AS	venas intersecundarias compuestas	0	1	1	0
	venas intersecundarias en la parte media	1	1	1	0
TERCER ORDEN	venas intersecundarias en la parte apical	1	0	1	0
	venación de 3er orden alternado - percurrente	1	1	1	0
ARCOS	venación tercer orden perpendicular a la vena secundarias	0	0	0	1
	tamaño de arcos mas o menos uniforme	1	0	1	0
HOJALES	arcos mas grandes en medio	0	1	0	1
	ángulo ojales obtuso de 90-120°	1	0	1	0
	ojales ángulo menor de 90°	0	1	1	1
	ángulo ojales obtuso de 120° a 160°	0	0	0	0
	ángulo ojales obtuso mas 50%	1	1	1	0
	obtuso en menos de 50 %	0	0	0	1
	ángulo mayor de los hojales hacia la base	1	1	0	0
	ángulo mayor de los hojales hacia el apice	1	0	0	1
ángulo mayor de los hojales en medio	0	0	1	0	

**Cuadro 2.** Coordenadas principales para familias comparadas del ejemplar fósil BSM-11. Los números sombreados indican el carácter que tuvo más peso al asociar más cercanamente a la familia Annonaceae.

	1	45	4	0	
PARTE DE LA HOJA	CARACTERES	C1	C2	C3	C4
LAMINA	lamina elíptica	1.04E-01	5.57E-02	1.80E-02	1.85E-01
	laminaoblonga	-8.73E-01	-3.11E-02	-3.38E-02	1.63E-01
	hoja simétrica	5.14E-01	1.03E-01	-5.54E-02	2.79E-01
BASE	base simétrica	4.92E-01	3.54E-01	3.02E-01	2.17E-01
	base convexa	-8.91E-01	-6.91E-02	-7.96E-02	1.78E-01
	base cuneada	4.92E-01	3.54E-01	3.02E-01	2.17E-01
APICE	apice acuminado mayor o igual a 1 cm	5.14E-01	1.03E-01	-5.54E-02	2.79E-01
	apice acuminado menor a 1 cm	-8.73E-01	-3.11E-02	-3.38E-02	1.63E-01
VENA 1RIA	vena primaria curva	-8.73E-01	-3.11E-02	-3.38E-02	1.63E-01
	vena primaria recta	5.14E-01	1.03E-01	-5.54E-02	2.79E-01
	vena primaria del mismo tamaño a lo largo de la hoja	3.85E-01	-5.71E-01	-4.06E-02	-5.75E-02
	vena primaria moderada que se incrementa visiblemente hacia la base	-4.22E-01	4.87E-01	-8.08E-02	-2.10E-01
VENAS SECUNDARIAS	venas secundarias bien marcadas	5.14E-01	1.03E-01	-5.54E-02	2.79E-01
	venas secundarias menos marcadas	-8.73E-01	-3.11E-02	-3.38E-02	1.63E-01
	venas secundarias terminando en arcos casi rectos	-7.48E-02	-4.40E-01	6.85E-02	3.48E-02
	venas secundarias terminando en arcos inclinados hacia arriba	3.27E-01	3.92E-01	3.95E-01	-1.05E-01
	venas secundarias opuestas	1.63E-01	-2.64E-01	5.49E-01	-4.27E-01
	venas secundarias se presentan op y alt en mas 50%	-4.22E-01	4.87E-01	-8.08E-02	-2.10E-01
	se presentan op y alt en menos 50%	3.85E-01	-5.71E-01	-4.06E-02	-5.75E-02
	opuestas y se ha cen alternas hacia la base	3.85E-01	-5.71E-01	-4.06E-02	-5.75E-02
	opuestas y se ha cen alternas hacia el apice	6.64E-02	6.55E-01	-1.78E-01	-4.43E-01
	opuestas y alternas a la base	-3.53E-01	-2.15E-01	4.75E-01	-1.45E-01
	venas secundarias en la base ángulo recto	-2.95E-01	-3.36E-01	4.46E-01	-6.17E-02
	venas secundarias en la base ángulo agudo	1.53E-01	7.35E-01	-3.44E-01	-3.26E-01
	espacio entre venas secundarias se incrementa hacia la base	1.24E-01	-3.97E-01	-6.77E-01	-3.02E-01
	espacio entre venas secundarias se incrementa hacia el apice	-8.73E-01	-3.11E-02	-3.38E-02	1.63E-01
	espacio entre venas secundarias es mayor en el centro de la hoja	3.27E-01	3.92E-01	3.95E-01	-1.05E-01
	ángulo de venas secundarias sin base	-3.53E-01	-2.15E-01	4.75E-01	-1.45E-01
ángulo de venas secundarias decrece hacia la base	2.83E-01	3.14E-01	-6.02E-01	-1.41E-01	
VENAS INTERSECUNDARIAS	con venas intersecundarias	5.14E-01	1.03E-01	-5.54E-02	2.79E-01
	venas intersecundarias simples	1.24E-01	-3.97E-01	-6.77E-01	-3.02E-01
	venas intersecundarias compuestas	3.27E-01	3.92E-01	3.95E-01	-1.05E-01
	venas intersecundarias en la parte media	5.14E-01	1.03E-01	-5.54E-02	2.79E-01
	venas intersecundarias en la parte apical	3.85E-01	-5.71E-01	-4.06E-02	-5.75E-02
VENAS 3ER ORDEN	venación de 3er orden alternado- percurrente	5.14E-01	1.03E-01	-5.54E-02	2.79E-01
	venación tercer orden perpendicular a la vena secundarias	-8.73E-01	-3.11E-02	-3.38E-02	1.63E-01
ARCOS	tamaño de arcos mas o menos uniforme	3.85E-01	-5.71E-01	-4.06E-02	-5.75E-02
	arcos mas grandes en medio	-4.22E-01	4.87E-01	-8.08E-02	-2.10E-01
	ángulo ojales obtuso de 90-120°	3.85E-01	-5.71E-01	-4.06E-02	-5.75E-02
	ojales ángulo menor de 90°	-1.07E-01	2.84E-01	3.51E-01	-7.70E-02
	ángulo ojales obtuso mas 50%	5.14E-01	1.03E-01	-5.54E-02	2.79E-01
	obtuso en menos de 50 %	-8.73E-01	-3.11E-02	-3.38E-02	1.63E-01
	ángulo mayor de los ojales hacia la base	2.83E-01	3.14E-01	-6.02E-01	-1.41E-01
	ángulo mayor de los ojales hacia el apice	-4.02E-01	-2.94E-01	-3.97E-01	2.27E-02
ángulo mayor de los ojales en medio	1.63E-01	-2.64E-01	5.49E-01	-4.27E-01	



**Cuadro 3.** Ejemplar fósil BSM1 comparado contra todas las especies de *Guatteria* presentes en México.

		<i>CFZ-BSM1</i>	<i>Guatteria amplifolia</i>	<i>Guatteria anomala</i>	<i>Guatteria jurgensenii</i>	<i>Guatteria leicophylla</i>	<i>Guatteria galeottiana</i>
<b>LAMINA</b>	lamina elíptica	1	1	1	1	0	1
	lamina ovobada	0	0	0	0	1	0
<b>BASE</b>	base decurrente	99	0	1	0	0	1
	base cuneada	99	1	0	1	1	0
<b>ÁPICE</b>	apice acuminado mayor o igual a 1 cm	1	1	0	1	1	1
	apice acuminado menor a 1 cm	0	0	1	0	0	0
<b>VENA 1<sup>ra</sup></b>	vena primaria del mismo ancho a lo largo de la hoja	1	0	1	0	0	0
	vena primaria moderada que se incrementa hacia la base	0	1	0	1	1	1
<b>VENAS SECUNDARIAS</b>	venas secundarias bien marcadas	1	1	0	0	0	0
	venas secundarias menos marcadas	0	0	1	1	1	1
	venas secundarias terminando en arcos casi rectos	1	0	0	0	0	1
	venas secundarias terminando en arcos inclinados hacia arriba	0	1	1	1	1	0
	venas secundarias se presentan op y alt en más 50%	1	1	1	1	0	0
	ven. sec. todas alternas	0	0	0	0	0	1
	se presentan op y alt en menos 50%	0	0	0	0	1	0
	opuestas y se hacen alternas hacia la base	1	0	0	0	0	0
	alternas en la parte central	1	1	1	0	0	0
	opuestas y se hacen alternas hacia el apice	0	1	1	0	1	0
	opuestas y alternas al azar	0	0	0	1	0	0
	espacio entre venas secundarias se incrementa hacia el apice	0	0	1	0	1	0
	ángulo entre venas secundarias es mayor en el centro	1	1	0	0	0	1
ang venas sec decrece hacia la base	0	0	1	1	1	0	
<b>INTERSECUNDARIAS</b>	con venas intersecundarias	1	1	1	1	0	1
	venas intersecundarias débiles	0	0	1	1	0	0
	venas intersecundarias fuertes	1	1	0	0	0	1
	venas intersecundarias en la parte media	1	1	1	1	0	1
	venas intersecundarias en la parte apical	1	1	1	1	0	0
<b>VENACIÓN 3er ORDEN</b>	venación de 3er orden alternado-percurrente	1	1	0	1	1	0
	reticulada al azar	0	0	0	0	0	1
	polígonos regulares	0	0	1	0	0	0
	marcada	1	1	0	0	0	0
	medianamente marcada	0	0	1	0	1	1
<b>VENACIÓN CUARTO ORDEN</b>	poco marcada	0	0	0	1	0	0
	medianamente desarrolladas	1	1	0	1	1	0
	desarrolladas	0	0	1	0	0	1
	alternadas	0	0	0	1	0	0
<b>AREOLAS</b>	polígonos regulares	1	1	1	0	1	1
	desarrolladas	99	1	0	0	1	1
	poco desarrolladas	99	0	1	1	0	0
	polígono regular-reticulado	99	0	0	0	0	1
	cuatro lados o meos	99	1	1	1	0	0
<b>ARCOS</b>	más de cuatro lados	99	1	0	0	1	0
	forma de los arcos uniforme	99	1	0	0	0	1
	ángulo entre arcos menor a 90° en más de 50%	1	1	1	1	0	1
	ángulo entre arcos mayor a 90° en más del 50%	0	0	1	0	1	0
	se orientan hacia arriba fuertemente	0	0	0	0	1	0
	se orientan levemente hacia arriba	0	1	1	1	0	0
	se mantienen orientados de manera recta	1	0	0	0	0	0
	ángulos tienden a ser rectos	1	1	0	1	0	1
	ángulos tienden a ser rectos y disminuye a la base	0	0	0	1	0	0
	ángulos tienden rect. Obtuso. Recto	0	0	1	0	0	0
	ángulos tienden a ser obtusos hacia la base	0	0	0	0	1	0
	espacio entre arcos y margen menor a .5mm	1	1	0	0	1	0
	espacio entre arcos y margen mayor a .5mm	0	0	1	1	1	1

**Cuadro 4.** Cuadro de coordenadas principales. Los caracteres que fueron determinantes en la agrupación de la especie y el morfotipo 1 son nueve. Estos se señalan en gris con sus valores notablemente más altos que los demás.

PARTE DE LA HOJA	CARACTERES	C1	C2	C3	C4
<b>LAMINA</b>	lamina elíptica	3.17E-01	3.33E-01	1.46E-02	9.98E-02
	lamina ovobada	-4.40E-01	-7.13E-01	-2.01E-01	-5.98E-02
<b>BASE</b>	base decurrente	-1.07E-01	9.97E-02	7.02E-01	3.92E-02
	base cuneada	1.17E-02	-1.31E-01	-5.89E-01	-9.82E-02
<b>ÁPICE</b>	apice acuminado mayor o igual a 1 cm	3.35E-01	-1.20E-01	-2.42E-01	-1.05E-01
	apice acuminado menor a 1 cm	-4.80E-01	2.43E-01	4.09E-01	3.86E-01
<b>VENA 1RIA</b>	vena primaria del mismo ancho a lo largo de la hoja	-4.02E-02	2.19E-01	2.48E-01	4.20E-01
	vena primaria moderada que se incrementa hacia la base	9.77E-02	-1.61E-01	-2.04E-01	-2.41E-01
<b>VENAS 2RIAS</b>	venas secundarias bien marcadas	5.47E-01	-8.63E-02	-1.91E-01	2.62E-01
	venas secundarias menos marcadas	-3.12E-01	2.54E-02	1.11E-01	-1.30E-01
	venas secundarias terminando en arcos casi rectos	4.51E-01	-1.67E-01	4.95E-01	-2.25E-01
	venas secundarias terminando en arcos inclinados hacia arriba	-2.33E-01	9.48E-02	-3.23E-01	1.34E-01
	ven 2rias se presentan op y alt en mas 50%	1.76E-01	4.51E-01	-2.43E-01	2.57E-01
	Ven.sec. todas alternas	1.63E-01	-2.21E-01	6.50E-01	-4.81E-01
	se presentan op y alt en menos 50%	-4.40E-01	-7.13E-01	-2.01E-01	-5.98E-02
	opuestas y se hacen alternas hacia la base	2.98E-01	-7.08E-02	4.97E-02	1.17E-01
	alternas en la parte central	2.50E-01	1.92E-01	-1.97E-02	4.96E-01
	opuestas y se hacen alternas hacia el apice	-2.44E-01	-1.94E-01	-1.34E-01	3.57E-01
	opuestas y alternas a la azar	-2.18E-01	4.09E-01	-3.15E-01	-6.83E-01
	espacio entre venas secundarias se incrementa hacia el apice	-6.04E-01	-2.59E-01	9.39E-02	2.95E-01
	ángulo entre venas secundarias es mayor en el centro	6.66E-01	-1.46E-01	1.76E-01	-8.67E-03
áng venas sec decrece hacia la base	-5.32E-01	9.00E-02	-1.49E-01	-3.02E-03	
<b>INTERSECUNDARIAS</b>	con venas intersecundarias	3.17E-01	3.33E-01	1.46E-02	9.98E-02
	venas intersecundarias debiles	-4.42E-01	5.36E-01	1.10E-03	-7.29E-02
	venas intersecundarias fuertes	6.66E-01	-1.46E-01	1.76E-01	-8.67E-03
	venas intersecundarias en la parte media	3.17E-01	3.33E-01	1.46E-02	9.98E-02
	venas intersecundarias en la parte apical	1.76E-01	4.51E-01	-2.43E-01	2.57E-01
<b>VENACIÓN 3ER ORDEN</b>	venación de 3er orden alternado- percurrente	2.09E-01	-9.33E-02	-5.37E-01	1.60E-02
	reticulado al azar	1.63E-01	-2.21E-01	6.50E-01	-4.81E-01
	poligonos regulares	-4.80E-01	2.43E-01	4.09E-01	3.86E-01
	marcada	5.47E-01	-8.63E-02	-1.91E-01	2.62E-01
	medianamente marcada	-3.27E-01	-2.47E-01	3.69E-01	4.50E-02
<b>VENACIÓN CUARTO ORDEN</b>	poco marcada	-2.45E-01	3.88E-01	-2.90E-01	-6.94E-01
	medianamente desarrolladas	2.09E-01	-9.33E-02	-5.37E-01	1.60E-02
	desarrolladas	-1.65E-01	7.29E-02	6.79E-01	6.21E-03
	alternadas	-2.45E-01	3.88E-01	-2.90E-01	-6.94E-01
<b>AREOLAS</b>	poligonos regulares	2.08E-01	-1.48E-01	6.32E-02	2.36E-01
	desarrolladas	2.46E-01	-4.63E-01	-2.65E-02	-7.17E-02
	poco desarrolladas	-4.04E-01	5.89E-01	-1.63E-02	-2.15E-02
	poligono regular-reticulado	2.46E-01	-2.32E-01	7.01E-01	-5.03E-01
	cuatro lados o meos	-2.37E-02	5.23E-01	-2.44E-01	1.98E-01
<b>ARCOS</b>	mas de cuatro lados	4.55E-02	-5.30E-01	-4.18E-01	1.53E-01
	forma de los arcos uniforme	5.39E-01	-1.81E-01	2.56E-01	-1.48E-01
	ángulo entre arcos menor a 90° en más des 50%	3.17E-01	3.33E-01	1.46E-02	9.98E-02
	ángulo entre arcos mayor a 90° en más del 50%	-6.04E-01	-2.59E-01	9.39E-02	2.95E-01
	se orientan hacia arriba fuertemente	-4.40E-01	-7.13E-01	-2.01E-01	-5.98E-02
	se orientan levemente hacia arriba	-1.12E-01	4.58E-01	-1.99E-01	1.20E-01
	se mantienen orientados de manera recta	2.98E-01	-7.08E-02	4.97E-02	1.17E-01
	ángulos tienden a ser rectos	5.16E-01	1.32E-01	-8.54E-02	-1.50E-01
	ángulos tienden a ser rectos y disminuye a la base	-2.45E-01	3.88E-01	-2.90E-01	-6.94E-01
	ángulos tienden rect. Obtuso. Recto	-4.80E-01	2.43E-01	4.09E-01	3.86E-01
	ángulos tienden a ser obtusos hacia la base	-4.40E-01	-7.13E-01	-2.01E-01	-5.98E-02
espacio entre arcos y margen menor a .5mm	2.82E-01	-4.09E-01	-3.81E-01	2.31E-01	
espacio entre arcos y margen mayor a .5mm	-3.12E-01	2.54E-02	1.11E-01	-1.30E-01	

**Cuadro 5.** Especies de *Hamelia*, comparados con el ejemplar fósil 11.

	1	40	9							
PARTE DE LA HOJA	CARÁCTER	Ejemplar 12	<i>Hamelia pottens</i>	<i>Hamelia axillaris</i>	<i>Hamelia barbata</i>	<i>Hamelia calycosa</i>	<i>Hamelia longipes</i>	<i>Hamelia rovirosae</i>	<i>Hamelilla versicolor</i>	<i>Hamelia xollurensis</i>
LAMINA	obovada	1	0	1	0	0	0	1	0	0
	elíptica	0	1	1	1	1	1	0	1	1
	ovada	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	mesofila mayor a 10 cm	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	mesofila menor a 10 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	1
BASE	base convexa	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	base cóncava	0	1	0	0	1	1	0	0	0
	base decurrente	1	0	1	1	0	0	1	1	0
	base aguda	1	1	1	0	0	1	0	0	0
	ángulo de la base obtuso	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	ángulo de la base agudo	1	1	1	1	1	1	1	1	0
VENA PRIMARIA	marcada	1	1	1	1	0	1	1	1	1
	medianamente marcada	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	menos de 1 mm	0	1	0	0	1	0	0	0	1
	de .1 a 2mm de ancho	1	0	1	1	0	1	1	1	0
VENAS SECUNDARIAS	de 8 a 9 venas	0	1	1	0	1	0	0	1	1
	10 o más de 10 venas	1	0	0	1	0	1	1	0	0
	espacio entre venas se mantiene uniforme	1	1	1	1	0	1	1	1	0
	espacio entre venas aumenta hacia la base	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	espacio entre venas disminuye hacia la base	0	0	1	1	0	0	1	1	1
	ángulo respecto a la primaria disminuye hacia arriba	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	ángulo respecto a la primaria se incrementa hacia arriba	1	0	0	0	1	0	1	0	0
	ángulo se mantiene uniforme	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	ángulo respecto a primaria es mayor en la parte media	0	1	1	1	1	0	0	0	0
	venación tiende a ser opuesta	1	0	0	0	0	1	1	0	1
	venación tiende a ser alterna alterna	0	0	0	1	1	0	0	1	0
	alterna y se hace opuesta hacia la base	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	opuesta se hace alterna hacia el ápice	99	1	1	0	0	1	1	0	1
venación mixta al azar	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
VENACIÓN ORDEN MAYOR	venación de tercer orden bien marcado	1	1	1	1	0	1	1	0	1
	venación de tercer orden medianamente marcado	0	0	0	0	1	0	0	1	0
	venas sinuosas	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	venación de cuarto orden bien marcado	0	0	0	1	0	1	0	0	1
	medianamente marcado	0	1	1	0	1	0	1	0	0
	venación de cuarto orden poco visible	1	0	0	0	1	0	0	1	0
ESPACIO INTRAMARGINAL Y HOJALES	de hasta 2 mm ancho	0	1	1	1	1	1	0	1	1
	mayor a 2 mm ancho	1	0	0	1	0	0	1	1	0
	forma arcos definidos	1	0	1	0	0	1	1	1	1
	forma arcos festonados	0	1	0	0	0	0	0	0	0

**Cuadro 6.** Coordenadas principales, los valores arriba de ocho, son los estados de carácter más determinantes en la afinidad del ejemplar BSM-11 Y *H.rovirosae*.

	1	40	4	0	
PARTE DE LA HOJA	CARACTERES	C1	C2	C3	C4
<b>LAMINA</b>	obovada	3.37E-01	3.83E-02	5.06E-03	3.34E-01
	elíptica	6.75E-02	-8.84E-02	3.01E-02	-5.09E-01
	ovada	-1.02E-01	1.91E-01	4.72E-01	5.16E-01
	mesofila mayor a 10 cm	4.32E-01	-2.03E-01	-1.94E-02	-1.62E-01
	mesofila menor a 10 cm	-5.75E-01	6.88E-01	-1.19E-01	-4.16E-02
<b>BASE</b>	base convexa	-5.75E-01	6.88E-01	-1.19E-01	-4.16E-02
	base concava	-1.90E-01	-2.23E-01	5.59E-01	-4.38E-02
	base decurrente	4.21E-01	-8.27E-02	-4.13E-01	1.66E-01
	base aguda	2.97E-01	6.29E-02	4.19E-01	1.01E-02
	ángulo de la base obtuso	-5.75E-01	6.88E-01	-1.19E-01	-4.16E-02
	ángulo de la base agudo	4.32E-01	-2.03E-01	-1.94E-02	-1.62E-01
<b>VENA PRIMARIA</b>	marcada	4.76E-01	1.29E-01	-8.77E-02	-2.04E-01
	medianamente marcada	-5.27E-01	-5.02E-01	1.92E-01	2.31E-01
	menos de 1 mm	-4.36E-01	-2.35E-02	2.87E-01	-3.17E-01
	de 0.1 a 2mm de ancho	5.26E-01	-2.20E-03	-2.47E-01	1.62E-01
<b>VENACIÓN SECUNDARIA</b>	de 8 a 9 venas	-1.82E-01	-1.25E-01	4.75E-02	-4.93E-01
	10 o mas de 10 venas secundarias	3.83E-01	9.52E-02	-4.48E-02	4.34E-01
	espacio entre venas se mantiene uniforme	5.51E-01	-2.93E-02	-7.04E-02	-6.67E-02
	espacio entre venas aumenta hacia la base	-5.27E-01	-5.02E-01	1.92E-01	2.31E-01
	espacio entre venas disminuye hacia la base	1.54E-01	1.34E-01	-4.08E-01	-1.53E-01
	ángulo respecto a la primaria disminuye hacia arriba	-4.31E-01	3.27E-01	-4.00E-01	-8.83E-02
	ángulo respecto a la primaria se incrementa hacia arriba	5.89E-03	-2.56E-01	2.39E-02	4.25E-01
	ángulo se mantiene uniforme	-1.02E-01	1.91E-01	4.72E-01	5.16E-01
	ángulo respecto a primaria es mayor en la parte media	-4.18E-02	-3.26E-01	2.11E-01	-3.65E-01
	venación tiende a ser opuesta	1.90E-01	3.79E-01	8.05E-02	3.36E-01
	venación tiende a ser alterna alterna	-3.02E-01	-4.90E-01	-4.11E-01	-7.06E-03
	alterna y se hace opuesta hacia la base	-2.62E-01	1.84E-01	-5.33E-01	-1.37E-01
	opuesta se hace alterna hacia el apice	2.98E-01	2.95E-01	3.24E-01	-1.89E-01
venación mixta al azar	-3.79E-02	2.14E-02	1.58E-01	5.07E-02	
<b>VENACIÓN TERCARIA</b>	venación de tercer orden bien marcado	4.63E-01	2.10E-01	1.17E-01	-1.46E-01
	venación de tercer orden medianamente marcado	-4.55E-01	-5.19E-01	-2.23E-01	1.05E-01
	venas sinuosas	3.58E-01	2.25E-02	1.57E-01	-2.36E-01
<b>VENACIÓN 4° ORDEN</b>	venación de cuarto orden bien marcado	-1.19E-01	3.84E-01	-1.88E-03	4.24E-02
	medianamente marcado	4.52E-02	-2.52E-01	3.33E-01	-1.91E-01
	venación de cuarto orden poco visible	-2.09E-01	-4.23E-01	-2.41E-01	2.54E-01
<b>ESPACIO INTRAMARGINAL Y ARCOS</b>	de hasta 2 mm ancho	6.75E-02	-8.84E-02	3.01E-02	-5.09E-01
	mayor a 2 mm ancho	2.74E-01	-9.79E-02	-4.92E-01	3.23E-01
	forma arcos definidos	3.57E-01	2.28E-01	-1.20E-01	7.83E-02
	forma arcos festonados	-1.85E-01	-2.61E-02	3.90E-01	-1.02E-01
	definidos y se hacen festonados hacia la base	-3.02E-01	-4.90E-01	-4.11E-01	-7.06E-03

**Cuadro 7.** Matriz básica de datos para el ejemplar 14, la observamos 40 caracteres y 6 OTUS que nos permitieron comparar los ejemplares.

	1	36	6				
PARTE DE LA HOJA	CARÁCTER	ejemplar 14	<i>urera elata</i>	<i>sparattant helium</i>	<i>miconia microcarpa</i>	<i>celtis schiippi</i>	<i>celtis iguananea</i>
<b>LAMINA</b>	asimétrica	1	1	1	0	1	0
	simétrica	1	0	1	1	0	1
	margen dentado	99	1	0	0	0	1
	presencia de margen entero	1	0	1	1	1	1
	mesofila menor a 5 cm	0	0	0	0	1	1
<b>BASE</b>	base redondeada	0	1	0	0	1	1
	base aguda	1	1	1	1	1	0
	menor de 3.5 cm de ancho en la base	1	1	1	1	1	0
	de 3.5 cm hasta 3.8	0	1	0	0	1	0
	de 3.8 cm a 4 cm de la base	0	0	0	0	1	1
	ángulo de la base obtuso	0	1	0	0	1	0
	ángulo de la base agudo	1	0	1	1	1	1
<b>VENA 1 RIA</b>	marcada	1	0	1	1	1	1
	medianamente marcada	0	1	0	1	0	0
	de .1a 1mm	0	0	0	0	1	1
	de 1.1a 2mm	1	1	1	0	0	0
	mas de 2 mm	0	0	0	1	0	0
<b>VENCION 2RIA</b>	ángulo respecto a la primaria de 20 a 30°	0	0	1	1	1	1
	ángulo respecto a la secundaria de 30 a 40°	1	1	0	0	1	1
	ambos ángulos simétricos respecto a la primaria	0	0	1	0	1	1
	las de la parte central incrementa el espacio hacia arriba	0	0	0	0	1	0
	las de la parte central mantienen espacio constante	1	1	1	1	0	1
	las de los costados el espacio entre venas se mantiene	0	0	0	1	1	1
	Las de los costados el espacio entre venas se incrementa	1	1	1	0	0	0
<b>VENACIÓN 4° ORDEN</b>	venación de cuarto orden bien marcado	1	1	0	1	1	0
	medianamente marcado	0	0	1	0	0	1
<b>AREOLAS</b>	bien desarrolladas (marcadas)	0	1	0	1	1	0
	medianamente desarrolladas	1	0	1	0	0	1
	poco desarrolladas (poco marcadas)	0	0	0	0	0	0
	sin forma, pero cerradas	0	0	0	0	1	0
	no se cierran	99	0	0	0	1	0
<b>ESPACIO INTRAMARGINAL Y ARCOS</b>	de hasta 1mm ancho	1	0	1	1	1	0
	mayor a 1mm ancho	0	1	0	0	1	1
	arcos muy inclinados hacia arriba	0	0	0	0	0	1
	arcos rectos	1	1	1	1	1	0
	tamaño de la vena que forma el arco de .5 a 1mm	1	0	1	0	0	0
sin venas en el espacio intramarginal.	99	1	0	0	0	0	

**Cuadro 8.** Coordenadas principales para el ejemplar fósil BSM 14. Los estados de carácter principales y sus valores se resaltan en gris.

	1	36	4	0	
PARTE DE LA HOJA	CARÁCTER	C1	C2	C3	C4
LAMINA	asimétrica	2,95E-01	3,14E-01	4,84E-02	3,58E-01
	simétrica	4,65E-01	-3,73E-01	-5,06E-02	-1,34E-01
	margen dentado	-1,54E-01	-3,01E-02	7,17E-01	-1,45E-01
	presencia de margen entero	3,04E-01	-3,00E-01	-3,21E-01	-1,25E-01
	mesofila menor a 5 cm	-6,04E-01	-3,44E-01	-7,02E-03	1,56E-02
BASE	base redondeada	-4,56E-01	7,55E-02	3,64E-01	-7,64E-02
	base aguda	4,17E-01	3,32E-01	-1,64E-01	-3,87E-02
	menor de 3.5 cm de ancho en la base	4,17E-01	3,32E-01	-1,64E-01	-3,87E-02
	de 3.5 cm hasta 3.8	-3,83E-01	5,60E-01	1,42E-01	9,40E-02
	de 3.8 cm a 4 cm de la base	-6,04E-01	-3,44E-01	-7,02E-03	1,56E-02
	ángulo de la base obtuso	-3,83E-01	5,60E-01	1,42E-01	9,40E-02
	ángulo de la base agudo	3,04E-01	-3,00E-01	-3,21E-01	-1,25E-01
VENA PRIMARIA	marcada	3,04E-01	-3,00E-01	-3,21E-01	-1,25E-01
	medianamente marcada	9,43E-02	4,49E-01	2,23E-01	-5,45E-01
	de .1a 1mm	-6,04E-01	-3,44E-01	-7,02E-03	1,56E-02
	de 1.1a 2mm	5,07E-01	2,22E-01	3,60E-01	3,82E-01
	mas de 2 mm	8,52E-02	1,28E-01	-9,45E-02	-5,91E-01
VENAS SECUNDARIAS	ángulo respecto a la primaria de 20 a 30°	3,47E-02	-3,39E-01	-2,83E-01	-2,67E-01
	ángulo respecto a la secundaria de 30 a 40°	-1,11E-01	7,91E-02	2,89E-01	5,75E-02
	ambos ángulos simétricos respecto a la primaria	-1,71E-01	-4,45E-01	-7,30E-02	1,26E-01
VENAS 3erORDEN	las de la parte central incrementa el espacio hacia arriba	-5,75E-01	2,18E-01	-4,17E-01	3,52E-01
	las de la parte central mantienen espacio constante	4,56E-01	-6,37E-02	1,88E-01	-1,43E-01
	las de los costados el espacio entre venas se mantiene constante	-2,81E-01	-2,23E-01	-2,12E-01	-4,24E-01
	Las de los costados el espacio entre venas se incrementa hacia arriba	5,07E-01	2,22E-01	3,60E-01	3,82E-01
VENAS 4to ORDEN	venación de cuarto orden bien marcado	1,62E-01	4,78E-01	-9,74E-02	-2,02E-01
	medianamente marcado	7,86E-02	-5,54E-01	2,73E-01	8,45E-02
AREOLAS	bien desarrolladas (marcadas)	-1,23E-01	5,37E-01	-5,26E-02	-3,86E-01
	medianamente desarrolladas	3,69E-01	-4,74E-01	2,09E-01	2,54E-01
	sin forma, pero cerradas	-5,75E-01	2,18E-01	-4,17E-01	3,52E-01
	no se cierran	-5,41E-01	2,30E-01	-4,52E-01	3,57E-01
ESPACIO IONTRAMARGINAL	espacio intamarginal presente poco visible	1,55E-01	-3,78E-01	-1,12E-01	2,48E-01
	espacio intamarginal presente visible	3,98E-01	3,85E-02	-4,45E-01	-8,93E-03
	de hasta 1mm ancho	-4,56E-01	7,55E-02	3,64E-01	-7,64E-02
	mayor a 1mm ancho	-2,67E-01	-4,75E-01	4,20E-01	-1,46E-01
ARCOS	arcos muy inclinados hacia arriba	4,17E-01	3,32E-01	-1,64E-01	-3,87E-02
	arcos rectos	5,18E-01	-1,13E-01	8,60E-02	4,50E-01

**Cuadro 9.** Matriz básica de datos del ejemplar 4 con 41 caracteres y 6 OTUS.

PARTE DE LA HOJA	CARÁCTER	40	6				
		<i>ejemplar4</i>	<i>Urera alabriuscula</i>	<i>Urera eggersii</i>	<i>Celtis iguaneana</i>	<i>Celtis schiippi</i>	<i>Abuta chiapensis</i>
<b>LÁMINA</b>	elíptica	99	1	0	1	1	0
	ovada	1	1	1	0	0	1
	simétrica	1	1	1	1	0	1
	margen entero	1	1	0	0	0	1
	margen dentado	99	0	1	1	0	0
	mesófila menor a 5 cm	0	0	0	1	1	1
<b>BASE</b>	base aguda	0	0	0	0	1	0
	menor de 3.5 cm de ancho en la base	0	0	1	1	1	0
	de 3.8 cm a 4 cm de la base	1	1	1	1	1	0
	ángulo de la base obtuso	1	1	1	1	0	1
	ángulo de la base agudo	0	0	0	1	1	0
<b>VENA PRIMARIA</b>	marcada	1	1	1	0	0	1
	medianamente marcada	0	0	1	1	1	0
	de .1 a 1 mm	0	1	1	1	1	1
	mas de 2 mm	1	0	0	0	0	0
<b>VENCION SECUNDARIA</b>	se originan de la base	0	1	0	1	1	0
	no originan en la base	1	0	1	0	0	1
	menos de 1 mm espesor	1	1	1	1	1	0
	ángulo respecto a la primaria mayor a 50	1	1	1	0	0	0
	ángulo respecto a la primaria menor a 50	0	1	1	1	1	1
<b>VENACIÓN TERCIARIA</b>	venación de tercer orden bien marcado	1	1	1	1	1	0
	venación de tercer orden medianamente marcado	0	0	0	0	0	1
	las de la parte central incrementa el espacio hacia arriba	1	1	1	0	1	1
	las de la parte central mantienen espacio constante	0	0	1	1	0	0
	las de los costados el espacio entre venas se mantienen cons	1	1	1	1	1	0
las de los costados el espacio entre venas se incrementa haci	99	1	1	0	0	0	
<b>VENACIÓN 4° ORDEN</b>	venación de cuarto orden bien marcado	1	1	0	1	1	0
	medianamente marcado	0	0	1	1	1	0
<b>AREOLAS</b>	bien desarrolladas (marcadas)	1	1	0	1	1	1
	medianamente desarrolladas	0	0	1	0	0	0
	sin forma, pero cerradas	0	0	0	0	1	0
<b>ESPACIO INTRAMARGINAL Y ARCOS</b>	presente, visible	1	1	0	1	1	0
	presente, poco visible	0	0	1	0	0	1
	de hasta 1 mm ancho	1	1	1	0	1	0
	mayor a 1 mm ancho	0	0	0	1	1	0
	Arcos medianamente inclinados hacia arriba	0	0	1	1	0	1
	arcos muy inclinados hacia arriba	0	0	0	1	0	1
	arcos rectos	1	1	0	0	1	0
	presencia de venas en el espacio intramarginal	1	1	1	1	1	0
	presencia poco notoria de venas en el espacio intamarginal	1	1	1	0	0	1

**Cuadro 10.** Los Valores altos para los caracteres del ejemplar 4 son mayores de nueve y ocho.

PARTE DE LA HOJA	CARÁCTER	40	4	0	
		C1	C2	C3	C4
<b>LÁMINA</b>	elíptica	4.67E-01	4.10E-01	8.56E-02	1.87E-01
	ovada	-6.58E-01	3.37E-02	7.15E-02	-1.44E-02
	simétrica	-3.83E-01	2.27E-02	-1.00E-01	2.95E-01
	margen entero	-5.10E-01	1.27E-01	4.26E-01	9.11E-02
	margen dentado	1.09E-01	-4.50E-01	-5.26E-01	-2.91E-02
	mesófila menor a 5 cm	3.69E-01	-2.97E-01	3.59E-01	3.19E-01
<b>BASE</b>	base aguda	4.55E-01	-8.50E-02	5.13E-01	-5.65E-01
	menor de 3.5 cm de ancho en la base	4.67E-01	-2.69E-01	-3.29E-01	-1.01E-01
	de 3.8 cm a 4 cm de la base	7.60E-02	3.84E-01	-2.94E-01	4.87E-02
	ángulo de la base obtuso	-3.83E-01	2.27E-02	-1.00E-01	2.95E-01
	ángulo de la base agudo	6.86E-01	-1.37E-01	1.94E-01	-3.46E-02
<b>VENA PRIMARIA</b>	marcada	-6.58E-01	3.37E-02	7.15E-02	-1.44E-02
	medianamente marcada	4.67E-01	-2.69E-01	-3.29E-01	-1.01E-01
	de .1 a 1 mm	6.11E-02	-4.55E-02	-8.94E-02	3.19E-01
	mas de 2 mm	-2.20E-01	4.28E-02	3.32E-01	-3.19E-01
<b>VENCION SECUNDARIA</b>	se originan de la base	4.72E-01	2.43E-01	1.14E-01	1.39E-01
	no originan en la base	-5.52E-01	-2.88E-01	1.15E-01	-8.08E-02
	menos de 1 mm espesor	7.60E-02	3.84E-01	-2.94E-01	4.87E-02
	ángulo respecto a la primaria mayor a 50	-5.03E-01	2.18E-01	-1.75E-01	-3.46E-01
	ángulo respecto a la primaria menor a 50	6.11E-02	-4.55E-02	-8.94E-02	3.19E-01
<b>VENACIÓN TERCIARIA</b>	venación de tercer orden bien marcado	7.60E-02	3.84E-01	-2.94E-01	4.87E-02
	venación de tercer orden medianamente marcado	-2.26E-01	-4.93E-01	5.55E-01	1.61E-01
	las de la parte central incrementa el espacio hacia arriba	-3.46E-01	2.05E-01	7.89E-02	-7.31E-03
	las de la parte central mantienen espacio constante	1.46E-01	-5.13E-01	-4.80E-01	-5.23E-02
	las de los costados el espacio entre venas se mantienen cons	7.60E-02	3.84E-01	-2.94E-01	4.87E-02
	las de los costados el espacio entre venas se incrementa haci	-4.21E-01	4.86E-02	-2.70E-01	-3.61E-01
<b>VENACIÓN 4° ORDEN</b>	venación de cuarto orden bien marcado	2.45E-01	5.07E-01	9.24E-02	1.37E-01
	medianamente marcado	4.67E-01	-2.69E-01	-3.29E-01	-1.01E-01
<b>AREOLAS</b>	bien desarrolladas (marcadas)	2.77E-02	2.86E-01	2.49E-01	3.66E-01
	medianamente desarrolladas	-1.72E-01	-4.68E-01	-2.85E-01	-4.66E-01
	sin forma, pero cerradas	4.55E-01	-8.50E-02	5.13E-01	-5.65E-01
<b>ESPACIO INTRAMARGINAL Y ARCOS</b>	presente, visible	2.45E-01	5.07E-01	9.24E-02	1.37E-01
	presente, poco visible	-3.76E-01	-6.03E-01	8.15E-02	-3.52E-02
	de hasta 1 mm ancho	-1.71E-01	3.98E-01	-1.17E-01	-2.94E-01
	mayor a 1 mm ancho	6.86E-01	-1.37E-01	1.94E-01	-3.46E-02
	Arcos medianamente inclinados hacia arriba	-8.83E-02	-6.10E-01	-1.22E-01	2.94E-01
	arcos muy inclinados hacia arriba	6.11E-02	-5.13E-01	3.18E-01	4.60E-01
	arcos rectos	1.73E-03	5.21E-01	2.86E-01	-2.25E-01
	presencia de venas en el espacio intramarginal	7.60E-02	3.84E-01	-2.94E-01	4.87E-02
	presencia poco notoria de venas en el espacio intamarginal	-6.58E-01	3.37E-02	7.15E-02	-1.44E-02



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Audesirk, T., Audesirk G. y Byers B. E., (1997). *Biología: la vida en la tierra* (4ª Ed.). Prentice Hall.
- Bailey, I.W. y Sinnott E. W., (1916). The climatic distribution of certain types of angiosperm leaves. *American Journal of Botany* 3:24-39.
- Borhidi, A., (2008). Rubiáceas (Dicotiledóneas), en S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets (coords.), Catálogo taxonómico de especies de México, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO. México, CD1.
- Cevallos-Ferriz, S R S, Calvillo-Canadell L. En: Morrone, J. J. P. Magaña (eds.), (2009). Fósiles de plantas con flores en México: Una visión histórica de su biodiversidad. Evolución biológica: Una versión actualizada desde la revista *Ciencias*, *Las prensas de Ciencias*, UNAM 445-464.
- CONABIO (2004 - actualizado continuamente), *Herbario de la CONABIO*. México, Revisado en Diciembre de 2010 en <http://www.conabio.gob.mx/otros/cgi-bin/herbario.cgi?>
- CONABIO, (2008). Dicotiledóneas, en S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets (coords.), Catálogo taxonómico de especies de México, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO. México, CD1.
- Diccionario de Ciencias de la Tierra, (2004). Madrid, España: Oxford University press.
- Ellis, B., Ash, A., Hickey, L., Johnson, K., Wilf, P., Wings S., (1999). *Manual of leaf architecture*. Washigton D. C., Estados Unidos: Smithsonian Institution. en <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>.

- García, E., (1979). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de köppen*. México D.F., México: Instituto de Geología UNAM.
- García, P., (1997). *Paleontología* (1era Ed.). México: Coordinación de servicios editoriales Facultad de ciencias UNAM.
- Givnish, T. J., (1979). *On the Adaptive significance of leaf form*. New York: Columbia University Press.
- Graham, A., (1976). Studies in Neotropical Paleobotany II. The Miocene communities of Veracruz, Mexico. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 83:787-842.
- Hickey, J. H., Wolf J. A., (1975). The bases of Angiosperm Phylogeny: Vegetative Morphology. *Ann. Missouri Bot. Gard*, 62: 538-589.
- Ibarra, M., (2007). *Árboles y Arbustos comunes de los Tuxtlas*. Estacion de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. UNAM. Guía de Plantas Tropicales. Consultada Diciembre de 2010 en [http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/guide\\_pdfs/215%20Los%20Tuxtlas-ARB%20v1.1.pdf](http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/guide_pdfs/215%20Los%20Tuxtlas-ARB%20v1.1.pdf)
- Ibarra, M., (2007). *Trepadoras, epífitas y hierbas comunes de los Tuxtlas*. Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. UNAM. Guía de Plantas Tropicales. Consultada Diciembre de 2010 en [http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/guide\\_pdfs/235%20Los%20Tuxtlas-VEH%20v1.1.pdf](http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/guide_pdfs/235%20Los%20Tuxtlas-VEH%20v1.1.pdf)
- JSTOR, (2009 - actualizada continuamente) *J stor Plant Science*. Consultado en Diciembre de 2010 en <http://plants.jstor.org/>

- Lozano G., M.S (1974). *El travertino de Apotla Edo. De Morelos y estudio paleobotánico y paleoecológico*, Tesis de Licenciatura (biólogo) UNAM, Facultad de ciencias., México D.F.
- Mosbrugger, V., y Chilling, H. D., (1992). Terrestrial paleoclimatology in the tertiary: a methodological critique: *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 99:17-29.
- Parada, R., (1998). *Bases Paleontológicas de la vida actual*, (1era Ed.). Colombia: UNIBIBLOS.
- Payne, W. W., (1969). A quick method for clearing leaves. *Ward's Bulletin new series* 8: 4-5
- Peña S, J. y Miranda, F., (2006). *Hallazgo de un perezoso gigante y fauna asociada del Pleistoceno Tardío en el municipio de Atoyac, Veracruz México* Carreño A. y Montellanos B. (eds.) X Congreso Nacional de Paleontología instituto de geología México, D.F.
- Peña S, J. y Miranda, F., (2006). *Informe reciente de restos de Cuveronious sp. (Gomphoteriidae), en la zona centro del estado de Veracruz, México* Carreño A. y Montellanos B. (eds.) X Congreso Nacional de Paleontología instituto de geología México, D.F.
- Peña S, J. y Miranda, F., (2009). *Presencia de restos de mastofauna pleistocénica en la región de las grandes montañas en el estado de Veracruz*. En Vega Vera (ed.) XI Congreso Nacional de Paleontología Juriquilla, Qro.
- Raunkier, C., (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography: Being the collected papers of C. Raunkier*. Oxford: Clarendon press.

- Raven, P. F., Evert R. y Eichhorn S., (1992). *Biología de las plantas*. Tomo 2, (4a Ed.) España: Reverte.
- Röpert, D. (Ed.) 2000 (actualizada continuamente): Digital specimen images at the herbarium Berolinense. Consultado Diciembre 2010 en <http://ww2.bgbm.org/herbarium/default.cfm>
- Silva, P. A., (1992). Presencia De Otozamites (Cycadophyta) Y Podozamites (Coniferophyta) En El Jurásico Tardío (Kimmeridgiano-Tithoniano) Del Sur Del Estado de Veracruz, México. *Revista del Instituto de Geología* 1: 94-97.
- Stewart, N.W., (1983). *Paleobotany and the evolution of plants*. (5 Ed.). Estados Unidos de América: Press indicate of the University of Cambridge.
- Taylor, N. T., Taylor E.L., (1993). *The Biology and Evolution of fossil plans*. México: Prentice- Hall.
- Taylor, C., (2000). *America Trópicol, Géneros comunes de Rubiaceae*, Missouri Botanical Garden. Guía de Plantas Tropicales. Consultada Diciembre de 2010 en [http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/guide\\_pdfs/013-01.pdf](http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/guide_pdfs/013-01.pdf)
- The Fieldmuseum, (1999-actualizado continuamente), *Neotropical herbarium specimens*, Chicago, E.U. Consultado en Diciembre 2010 en <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/index.php>
- The Fieldmuseum, (1999 - actualizada continuamente), *Neotropical Live Plants Photos*, Chicago, E.U. Revisado de Agosto a Diciembre de 2010 en [http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/color\\_images.asp](http://fm2.fieldmuseum.org/plantguides/color_images.asp)

- The Open University, (2010). *CLAMP online*, Consultada Marzo de 2011 en: <http://www.open.ac.uk/earth-research/spicer/CLAMP/Clampset1.html>
- Universidad de Panamá (2008), *Herbario de la Universidad de Panamá*, Panamá Revisado en Diciembre de 2010 en: <http://herbario.up.ac.pa/Herbario/index.php?valor=1&menu=1>
- Willis, K.J., McElwain, (2002) *The evolution of the plants*. Oxford University Press.
- Wolf, J. A., (1978). A paleobotanical interpretation of Tertiary climates in the Northern Hemisphere, *American Science*, 66:694-703.
- Wolf, J. A., (1979) Temperature Parameters of Humid to Mesic Forest of Eastern Asia and relation to forest of other regions of the Northern Hemisphere and Australasia. –United States Geological Survey Professional paper, 1106: 1-37.
- Wolf, J. A., (1993), A Method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages, *U.S. GEOLOGICAL SURVEY BULLETIN* 2040, pp 1, 22-25.
- Wolfe, J. A., (1994), An analysis of neogene climates in Beringia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 108: 195-205.
- Wolfe, J. A., (1995), Paleoclimatic estimates from tertiary leaf assemblages. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. 23: 119-142.