

74
Key



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESFENOFITAS FOSILES DE LA FORMACION
SANTA CLARA, TRIASICO TARDIO, SONORA.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

GENARO RODRIGO HERNANDEZ CASTILLO



MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

"ESFENOFITAS FOSILES DE LA FORMACION SANTA CLARA, TRIASICO TARDIO, SONORA"

realizado por GENARO RODRIGO HERNANDEZ CASTILLO

con número de cuenta 8621567-3 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

DR. Director de Tesis
Propietario
DR. Propietario
M. en C. Propietario
BIOL. Suplente
M. en C. Suplente

REINHARD

SERGIO RAFAEL SILVESTRE

AURORA

RUBEN

PEDRO

WEBER GOBEL

CEVALLOS FERRIZ

ZLOTNIK ESPINOSA

CASTELLANOS RAMIREZ

GARCIA BARBERA

Reinhard Weber

Sergio Rivalles

Aurora Zlotnik

[Signature]



COORDINACION GENERAL
DE BIOLOGIA

A MIS AMIGOS

AGRADECIMIENTOS

Se supone que en esta parte se agradece a todas aquellas personas que ayudaron a realizar y terminar esta tesis profesional, pero afortunada o desafortunadamente siempre falta algún personaje, por ello si comienzas a leer y no te encuentras o no entiendes en donde entras, lástima.

Quiero comenzar agradeciendo a toda mi familia y con especial cariño a Maria A. Castillo, mi mamá. También agradezco el apoyo del director de tesis que me introdujo al estudio de las Pflanzenfossilien, el Dr. Reinhard Weber. Se agradece a los sinodales que aparecen en la hoja de votos aprobatorios (al principio de la tesis) su apoyo y críticas al trabajo

Además, deseo darle las gracias a las personas que me ayudaron en la producción de las fotografías, Hector Hernández Campos ("El Negro") y su esposa Lupita, así como al Sr. Armando Altamira y al Dr. Weber por las fotografías que ellos habían producido anteriormente; al M. en C. Jaime Roldán Quintana, antes jefe de la ERNO del Instituto de Geología, por las facilidades prestadas durante las estancias en la Cd. de Hermosillo y a Elena Lounejeva Baturina por su ayuda en la traducción de uno de los artículos en ruso.

De la misma manera, agradezco la amistad de todos los cuates del Instituto de Geología y del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, desde los jarritos de Tlaquepaque hasta los crazys, pasando por los Panchitos y en especial a una de mis mejores amigas, Itzia. Y por último, a toda la banda por los buenos momentos y experiencias que hemos pasado a lo largo de varios años.

Este trabajo fue apoyado por la DGAPA, por medio del proyecto IN-205392.

INDICE

Agradecimientos.....	3
Resumen.....	5
Introducción.....	6
Sphenophyta Triásicas de Norteamérica.....	7
Sphenophyta Triásicas de México.....	9
Objetivo	11
Marco Geológico	
El Grupo Barranca.....	11
La Formación Santa Clara	13
Area de Trabajo, Localidades y Material.....	16
Método y Técnicas	
Trabajo de Laboratorio.....	18
Método Estadístico.....	18
Método Taxonómico.....	21
Paleobotánica Sistemática	
<i>Asinisetum sonorensis</i> gen. et sp. nov.....	23
Equisetaceae	
<i>Claroctrobis echinostachyoides</i> gen. et sp. nov.....	42
<i>Equisetites</i> aff. <i>arenaceus</i> (Jaeger) Schenk 1864.....	50
Conclusiones.....	55
Bibliografía.....	56
Indice de Figuras.....	60
Indice de Gráficas.....	61
Indice de Tablas.....	61
Explicación de Láminas.....	62

RESUMEN

Se describen tres especies de esfenofitas de la Formación Santa Clara, Triásico Tardío (Cárnico ¿y/oNórico?), Sonora, México: *Asinisetum sonorensis* gen. et sp. nov., *Clarostrabus echinostachyoides* gen. et sp. nov. y *Equisettes* aff. *arenaceus* (Jaeger) Schenk. Las descripciones se basan en aproximadamente 300 ejemplares fósiles. En la primera, *Asinisetum sonorensis*, se realizaron mediciones en gran escala que se utilizaron para elaborar polígonos de frecuencia y análisis de grupos y se comprobó que se trata de una sola especie. A pesar de su gran semejanza con algunos representantes de *Phyllothea*, relacionados con las Tchernoviaceae, el material sonorensis, por su asociación con los estróbilos de la siguiente especie, y a falta de ejemplares que muestran la conexión orgánica, se describió como género forma nuevo. La segunda especie, *Clarostrabus echinostachyoides*, esta basada en estróbilos, los cuales probablemente corresponden a *Asinisetum sonorensis*. Este material fértil se ha encontrado repetidas veces, y siempre en asociación con los tallos de *Asinisetum*, en las localidades estudiadas. Dichos estróbilos se asignan a las Equisetaceae. La última especie, de la cual se describen ejes y estróbilos, también pertenece a las Equisetaceae, y es más similar a la especie euroasiática *Equisettes arenaceus* (Jaeger) Schenk, que a *Equisettes rogersii* (Bunbury) Bock del Triásico Tardío de Estados Unidos de América.

INTRODUCCION

La división Sphenophyta, limitada en cuanto a plantas actuales al género *Equisetum*, tuvo su máximo auge en el Paleozoico Tardío. La investigación sobre sus representantes paleozoicos, que sentó las bases para su clasificación e historia evolutiva, se vio favorecida por dos circunstancias. Primero, a través de la minería de carbón se obtuvieron colecciones inmensas y especímenes de dimensiones grandes. Estos son de mucha ayuda en la reconstrucción de las plantas enteras, sobre todo cuando muestran diferentes partes de una sola planta en conexión orgánica. Segundo, las bolas de carbón ("coal-balls") pensilvánicas, de diferentes partes del hemisferio norte, permitieron y siguen permitiendo investigaciones anatómicas detalladas que son indispensables para la reconstrucción morfológica integral, la clasificación y la interpretación ecológica de estas plantas.

En el Mesozoico, la diversidad de las esfenofitas se vio reducida drásticamente, y el estudio de las formas correspondientes a esta era se ha desarrollado en condiciones menos favorables. Como en el Paleozoico, las especies de gran talla muestran con frecuencia heteromorfismo en sus partes vegetativas. Aunado esto a la diversidad baja y la cantidad menor de materiales, la reconstrucción de estas plantas se convierte por lo normal en un rompecabezas. Una de las causas de ello es que los órganos reproductivos, que en sí escasean en el registro fósil, sólo rara vez se encuentran en conexión orgánica con los vegetativos, lo cual desde luego, repercute en dificultades de identificación y clasificación.

Un ejemplo, aunque no el más complicado, es el equiseto de gran talla *Equisetites arenaceus* (Jaeger) Schenk, descrito en 1827 como *Calamites arenaceus*, que es frecuente en las floras del Triásico Tardío de Europa. Más de 100 años tuvieron que transcurrir después de Jaeger (1827), hasta que Frentzen (1934) pudiera aclarar la relación entre los ejes vegetativos y los órganos de reproducción (estróbilos) y reconstruir la planta completa. No obstante, otro medio siglo después, Kelber (1990, 1991) aportó información morfológica nueva sobre las hojas y las ramas fértiles de *Equisetites arenaceus*, que obligó a modificar en detalles la reconstrucción anterior, y que conllevó cambios en la taxonomía del grupo. Mientras que en el caso anterior ya se ha llegado a una

comprensión satisfactoria de la planta entera y de su posición sistemática, en muchas especies de *Phyllothea* Brongniart y de *Neocalamites* Halle persisten notables lagunas en cuanto a la reconstrucción e importantes fluctuaciones en la interpretación taxonómica, aunque algunas especies ya se conocen bastante bien.

Por primera vez en México se contó para este trabajo con material numeroso de varias especies de esfenofitas fósiles, que incluye tanto órganos vegetativos como reproductivos y que en cantidad y calidad rebasa lo que se ha referido hasta la fecha del Mesozoico norteamericano. Sin embargo, precisamente debido a la riqueza de este material, se llega a apreciar las dificultades metodológicas que encierra el estudio de dichas plantas.

SPHENOPHYTA TRIASICAS DE NORTEAMERICA

El registro de esfenofitas fósiles para el Triásico de Norteamérica se inició hace unos 150 años con las descripciones publicadas por Rogers (1843). La mayoría de las especies descubiertas por él y autores posteriores provienen de varias cuencas del Supergrupo Newark, localizadas en los estados de la costa oriental de los Estados Unidos de América (Rogers, 1843; Bunbury, 1847; Emmons, 1856; Fontaine, 1883; Newberry, 1888; Bock, 1969; y otros). Descripciones adicionales del resto de Norteamérica fueron publicadas sobre todo por Daugherty (1941), Bock (1969), Ash (1978) y Weber y col. (1980-82a). Las principales localidades fosilíferas se muestran en la Figura 1, y un listado de las especies se presenta en la Tabla 1. Los casi 30 taxa diferentes encontrados en la recopilación, dan la impresión de que la diversidad es alta; sin embargo, el número de especies reales es mucho menor, pues los registros dudosos o erróneos, así como los sinónimos, no se eliminaron del listado. En la Tabla 1 se hizo un intento de aclarar esta situación, mas no se pudo realizar una revisión a fondo, en este trabajo. El uso del nombre *Calamites* para plantas triásicas es obviamente obsoleto. El género *Schizoneura* ha sido referido erróneamente en varias ocasiones, antes del primer hallazgo convincente de Ash (1985). Sin embargo, este género no es un elemento gondwanense, en el Triásico.

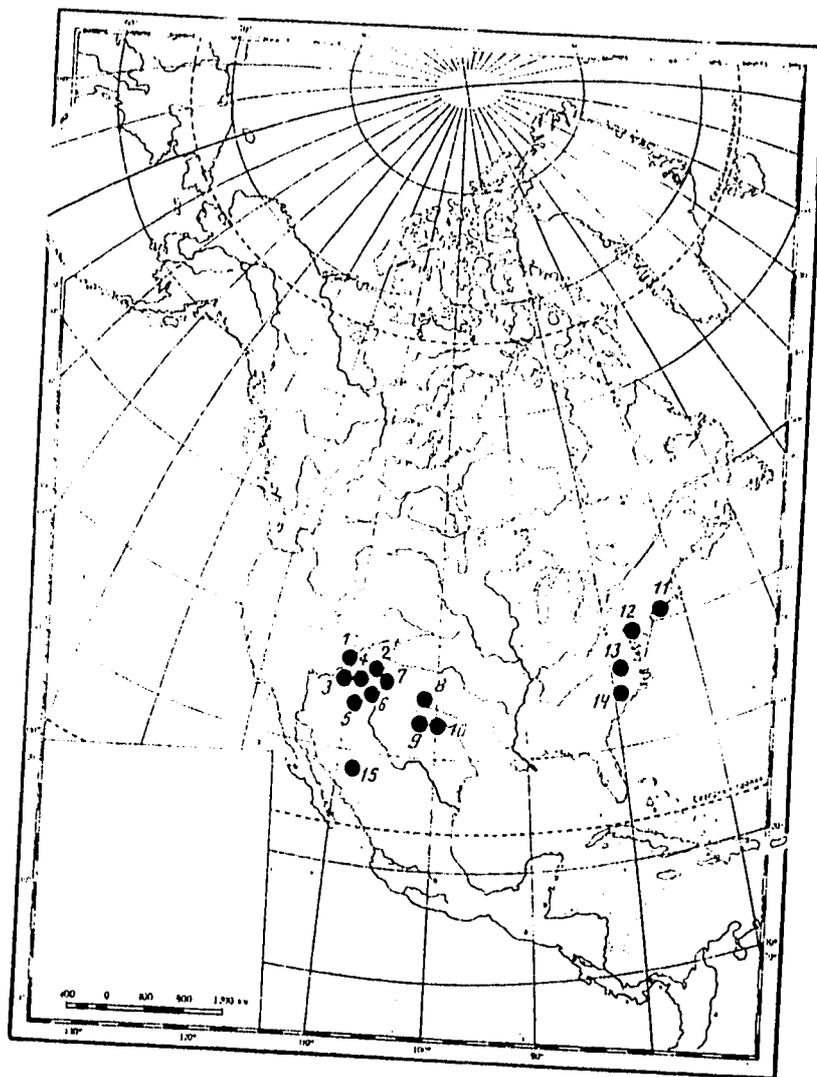


Figura 1. Localidades de plantas triásicas en Norteamérica. (Tomado de Dobruskina, 1994).
 1.- Sureste de Utah, 2.- Río San Miguel, Colorado, Arizona, 3.- Gap, 4.- Chinle wash, 5.- Petrified
 Forest National Park, Nuevo México, 6.- Montañas Zuni, 7.- Arroyo del Cobre, Texas, 8.- Amarillo,
 área de Panhandle, 9.- Alrededores de Lubbock, 10.- Crosbyton, Connecticut y Massachusetts,
 11.- Valle de Connecticut, 12.- New Jersey - Pennsylvania - Maryland, 13.- Alrededores de
 Richmond, Virginia, 14.- Cuenca Deep River, Carolina del Norte, 15.- Sonora, México.

Tabla 1. Listado bibliográfico de especies del orden Equisetales para el Triásico de América del Norte.

- 1.- Rogers, 1843. 2.- Bunbury, 1847. 3.- Emmons, 1856. 4.- Fontaine, 1883. 5.- Newberry, 1888. 6.- Fontaine y Knowlton, 1890. 7.- Fontaine, 1900. 8.- Daugherty, 1941. 9.- Bock, 1969. 10.- Hope y Patterson, 1969. 11.- Ash, 1978. 12.- Weber y col., 1980-82a. 13.- Weber y col., 1985. 14.- Ash, 1985. 15.- Humphreys, 1916.

ESPECIES CONSIDERADAS VALIDAS		SINONIMOS (B) Y ESPECIES DUDOSAS (E)		
<i>Equisetites bradyi</i> Daugherty	8			
<i>Equisetites milleri</i> Bock	9			
<i>Equisetites placervillensis</i> Bock	9			
<i>Equisetites richmondensis</i> Bock	9			
<i>Equisetites rogersii</i> (Bunbury) Bock	9	B	<i>Calamites arenaceus</i> Jaeger	1,2,3,4
		B	<i>Calamites rogersii</i> Bunbury 1851 *	9
		B	<i>Equisetum rogersii</i> (Bunbury) Schimper	4,5,7
		B	<i>Equisetites</i> sp.: Daugherty	8
		B o E	<i>Equisetum columnare</i> Brongniart	1,2,3
		B o E	<i>Equisetum columnaroides</i> Emmons	3
		E	<i>Equisetites</i> aff. <i>rogersii</i> (Bunbury) Bock	13
<i>Equisetites</i> sp. A Ash	11			
<i>Equisetites</i> sp.: Weber <i>et al.</i>	12			
<i>Neocalamites delawarensis</i> Bock	9			
<i>Neocalamites virginicensis</i> (Fontaine) Berry	8,9,10	B,E	<i>Calamites planicostatus</i> Rogers	1
		B,E	<i>Calamites disjunctus</i> Emmons	3
		B,E	<i>Equisetites abiquiense</i> Fontaine y Knowlton	6
		H	<i>Schizoneura virginicensis</i> Fontaine	4
<i>Neocalamites</i> sp.: Ash	11			
<i>Neocalamites?</i> : Ash	14	B	<i>Schizoneura planicostata</i> (Rogers) Fontaine	5,7
<i>Neocalamites</i> sp.: Daugherty	8			
<i>Schizoneura harrisi</i> Ash	14			
		E	<i>Calamites punctatus</i>	3
		E	<i>Equisetum knowltonii</i> Fontaine	6
		E	<i>Equisetum merianii</i> Brongniart	5
		E	<i>Equisetum arundiniforme</i> Rogers	1,4
		E	<i>Neocalamites carrerei</i> Zeiller	15
		E	<i>Neocalamites knowltoni</i> Berry	10

* Aparece citado en Bock (1969), pero no se encontró la cita completa del trabajo de Bunbury de 1851.

SPHENOPHYTA TRIASICAS DE MEXICO

Las primeras descripciones de plantas fósiles de México (Newberry, 1876) corresponden a material descubierto en la Fm. Santa Clara del Triásico Tardío de Sonora. Aguilera y Ordóñez (1893) mencionaron *Equisetum* aff. *muensteri* en un listado de la misma flora, siendo éste el primer

registro de una esfenofita fósil en México (*nomen nudum*), retomado por última vez por Silva-Pineda (1979) con el nombre *Equisetites* aff. *E. muensteri* (Sternberg) Brongniart (*sic*). Como segunda especie de la división en la misma formación se refirió a *Neocalamites carrerei* (Zeiller) Halle (Humphreys, 1916); este registro, también repetido por Silva-Pineda (1979), fue descartado por Weber y col. (1980-1982 a).

Desde 1973 hasta 1984, Weber y estudiantes colectaron numerosos especímenes de esfenofitas en la Formación Santa Clara. Se dieron a conocer hallazgos nuevos de ejes con y sin hojas de la especie identificada por Humphreys (1916) como *Neocalamites carrerei*. Debido a la presencia de vainas foliares en algunos ejemplares, el material se designó tentativamente como "Phyllotheceae o Equisetaceae, ¿gen. et sp. nov.?" (Weber *et al.*, 1980-1982a) y posteriormente como *Phyllothea* Brongniart, sp. A? (Weber, 1985), mencionándose que las vainas no siempre se observan, lo cual explica la identificación errónea por Humphreys (1916). Este material se describe aquí como *Asinisetum sonorensis* gen. nov., sp. nov. Además, con base en una vaina foliar fragmentaria se registró *Equisettes* sp., (Weber *et al.*, 1980-1982 a), el cual con base en material adicional, se asignó después a *Equisetites* aff. *rogersi* (Bunbury) Bock (Weber, 1985). Aquí, este mismo material se describe como *E. aff. arenaceus*.

Equisetites muensteri que es una especie muy diferente de *E. arenaceus*, y también de *Asinisetum*, no se encontró durante dichas recolecciones, ni se confirmó el registro de *E. aff. muensteri* de Aguilera y Ordóñez (1893) en las publicaciones citadas, puesto que el material original de esos autores no se ha localizado.

Además se cuenta en las colecciones de la Formación Santa Clara con varios especímenes correspondientes a otras especies de Sphenophyta, mismos que debido a su preservación pésima no se incluyen en este estudio. Una de ellas parece pertenecer a *Schizoneura*.

OBJETIVO

El objetivo de esta tesis ha sido formalizar las descripciones e identificaciones de aquellas Sphenophyta fósiles de la Formación Santa Clara, Triásico Tardío, Sonora, que están representadas por material suficientemente numeroso y bien preservado. El trabajo se orienta hacia un ejercicio metodológico enfocado a la problemática morfológica y taxonómica que ofrece el material asignado aquí a *Asinisetum sonorensis* y a *Clarostrobis echinostachyoides*. Además se describe *Equisetites aff. arenaceus*.

MARCO GEOLOGICO

EL GRUPO BARRANCA

Los primeros investigadores en estudiar las rocas del Triásico de Sonora central y en coleccionar plantas fósiles de varias de sus localidades fueron Rémond (*in* Newberry, 1876) y Aguilera (*in* Aguilera y Ordóñez, 1893, 1896). Desde principios del siglo, esta secuencia sedimentaria, dividida en tres miembros, es conocida con el nombre de División Barranca (Dumble, 1900) o Formación Barranca (King, 1939). Alencáster (1961 a) la subió de categoría, asignándole el nombre de Grupo Barranca. Este grupo se propuso para incluir las formaciones del Mesozoico Inferior (Triásico) que afloran en la parte central del Estado de Sonora (Figura 2).

El Grupo Barranca descansa con discordancia angular sobre calizas masivas con abundantes fragmentos de crinoideos y fusulinidos de edad paleozoica (*¿Pérmico?*), (King, 1939; Alencáster, 1961 a). Por encima, se encuentra cubierto por la Formación Tarahumara (*¿Cretácico Inferior?*), constituida por una serie vulcano-sedimentaria metamorfizada, y que presenta un conglomerado basal compuesto por cuarcitas, que según Vassallo (1985), es evidencia clara de una discordancia angular (Tabla 2).

Los tres miembros de la antigua Formación Barranca fueron descritos como formaciones nuevas por Alencáster (1961 a): El más antiguo recibió el nombre de Fm. Arrayanes; el medio, que

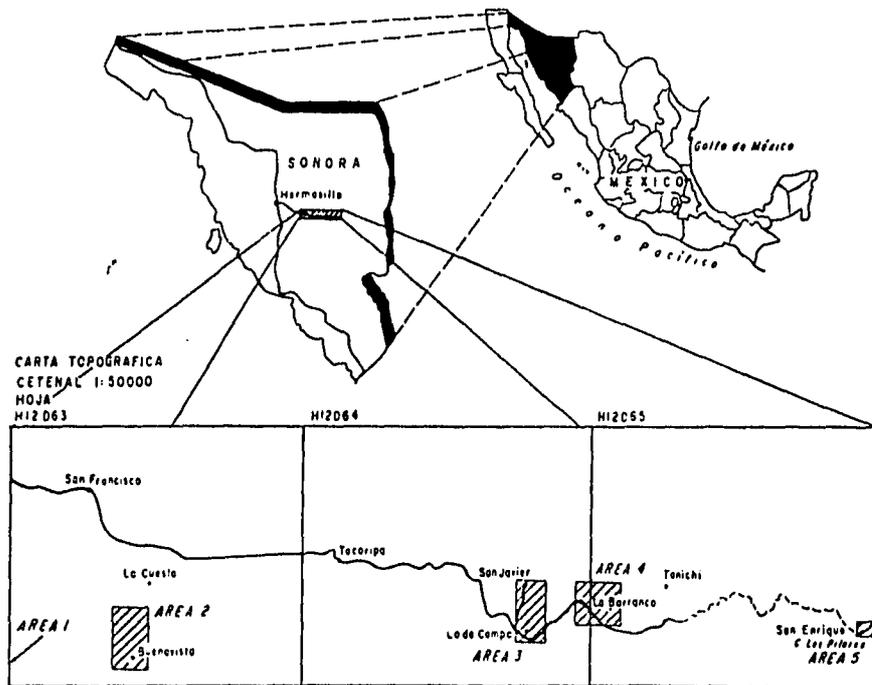


Figura 2. Mapa de ubicación de las áreas y localidades fosilíferas de la Fm. Santa Clara (Triásico Tardío), Sonora, México. (Tomado de Weber, 1985).

contiene mantos de grafito y carbón y la flora mencionada, el de Fm. Santa Clara; y el más joven se denominó Fm. Coyotes. Estas designaciones no fueron aceptadas de inmediato en el medio geológico regional, de manera que, por ejemplo, Potter y col. (1980) en el informe inédito que contiene la descripción de la sección tipo, hablaron todavía de la Formación Barranca. En un trabajo posterior (Potter y Cojan, 1985) la publicaron como "sección tipo del Grupo Barranca", aunque corresponde en su totalidad a la Formación Santa Clara.

La Formación Arrayanes, que subyace a la Fm. Santa Clara, está constituida por areniscas cuarcíticas y metaconglomerados en estratos gruesos. Las areniscas cuarcíticas se encuentran cementadas por sílice y arcillas y son de color gris claro (King, 1939; Wilson y Rocha, 1946; Alencáster, 1961 a; Beutelspacher y López, 1980; Vassallo, 1985).

La Formación Coyotes, suprayacente a la Fm. Santa Clara, está constituida por areniscas cuarcíticas con intercalaciones de capas delgadas de lutitas y conglomerados (Wilson y Rocha, 1946; Alencaster, 1961 a; Beutelspacher y López, 1980; Vassallo, 1985). Las superficies de contacto entre estas tres unidades no se definen claramente y las divisiones pasan gradualmente de una a otra (Wilson y Rocha, 1946).

LA FORMACION SANTA CLARA

Los mejores afloramientos de la Formación Santa Clara se localizan en una serie de cortes de carretera, entre los kilómetros 157.5 y 163, en los alrededores del Rancho La Barranca, sobre la carretera estatal 16 (Potter *et al.*, 1980; Potter y Cojan, 1985). Potter y Cojan (1985) publicaron la columna estratigráfica de la sección La Barranca 1, que fue propuesta con anterioridad como la sección tipo por Potter y col. (1980) ya que ella contiene los mejores carbones aflorantes a lo largo de dicha carretera y, porque en esta sección se presentan solamente pocas y pequeñas fallas e intrusiones ígneas. La sección tipo (Potter *et al.*, 1980) tiene un espesor de 260 m (Figura 3) y se localiza a una distancia de 2.8 km. al Sur del rancho La Barranca.

La Formación Santa Clara está constituida por una secuencia de rocas sedimentarias fluviales, y sólo muy ocasionalmente lacustres o de ambiente salobre (Weber 1985) y que se caracteriza litológicamente por lutitas carbonosas, de colores que van del gris al negro, cuarcitas de grano y coloración muy variables y algunos horizontes de conglomerados cuarcíticos, carbón antracítico y grafito, así como de algunos horizontes de calizas marmolizadas en su parte alta (Vassallo, 1985). Las areniscas son en general de grano fino y menos cuarcíticas que las de los otros dos miembros (Wilson y Rocha, 1946).

La Formación Santa Clara fue asignada al Triásico por Newberry (1876), con base en las plantas fósiles descritas por él. Este alcance fue ampliado por King (1939) al Jurásico Inferior, debido a la presencia de "*Panope*" *remondit* Gabb, invertebrado fósil considerado por él de edad

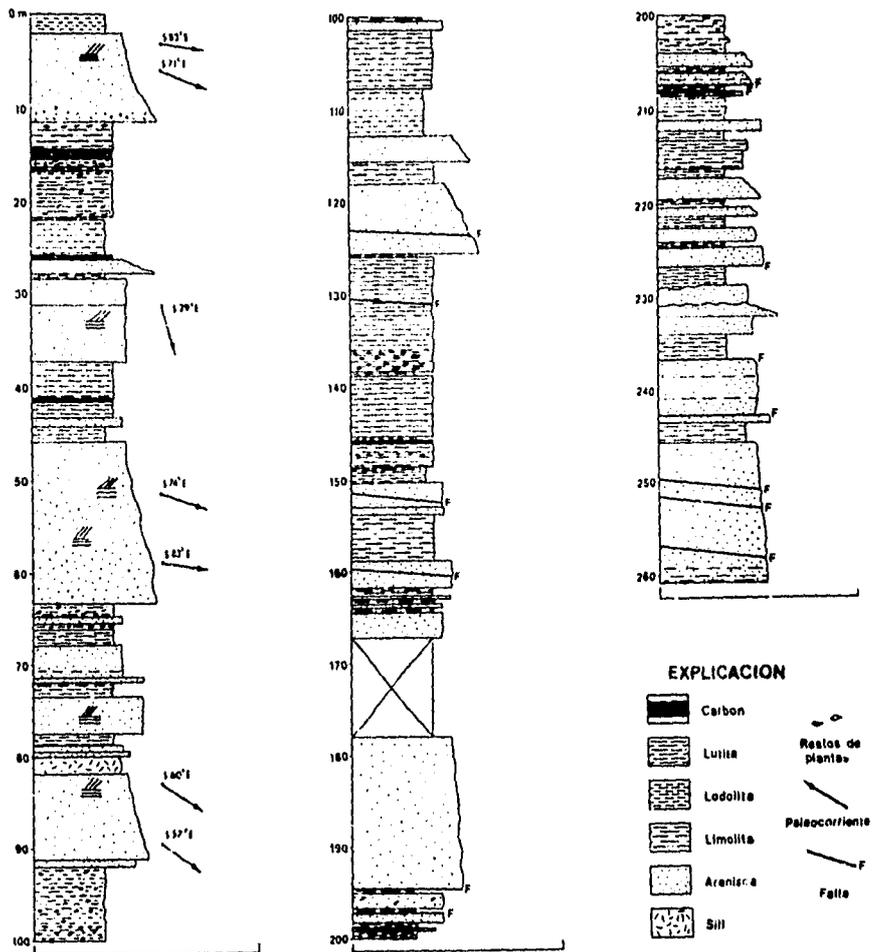


Figura 3. Columna estratigráfica de la sección tipo de la Fm. Santa Clara, La Barranca 1. Según Potter y Cojan, 1985.

rética; además de *Pecten pradoanus* Verneuil y Collomb y *Pecten textorius* Schlotheim, referidos por Flores (1929) y que, según Burckhardt (1930) pertenecen al Liásico Inferior o Medio. Alencáster (1961 b) asignó esta formación al Triásico Tardío (Cárnico), debido a la presencia de invertebrados fósiles marinos de esta edad, entre ellos *Anodontophora remondi* (Gabb). Con base en la flora fósil, Silva-Pineda (1961) y Weber (*et al.* 1980-1982 a) apoyaron la edad propuesta por Alencáster. Sin embargo, posteriormente Martínez-Jiménez (1984) refirió el hallazgo de *Acanthinites* Mojsisovics sp.

Tabla 2. Estratigrafía del Grupo Barranca, evolución geológica de la parte Central de Sonora. (Tomado de Vassallo, 1985).

Discordancia angular		Sierra de San Antonio (Moradillas) y San Marcial
Jurásico Superior		
Oxfordiano	Serie vulcano-sedimentaria metamorfozada, Rangin (1977)	Cucurpe-Sinoquipe (norte de Sonora)
	Grupo Barranca, Alencáster (1961 a)	
Triásico Superior-Jurásico?	F. Coyotes-cuarcitas F. Santa Clara-lutitas carbonosas o hornfels de andalusita, cuarcitas, metaconglomerados y antracita o grafito y escasas calizas. F. Arrayanes-metaconglomerado y cuarcitas, Vassallo (1983)	La Barranca, San Marcial, San José de Moradillas, Mina San Francisco (al SW de Moradillas) y El Aigame
Triásico Superior	F. Santa Clara-hornfels de andalusita y grafito, Martínez-Jiménez (1984)	Cerro Colorado a 53 Km. al norte de Alamos (parte sur de Sonora)
Triásico Medio?-Superior	Secuencia de calizas brechoides y cuarcitas con pelecípodos, Rodríguez-Castañeda (1981), Roldán-Quintana y González-León (1985)	Sierra La Flojera, Cerro Prieto y Cerro Las Hilachas (SE de Hermosillo)
	Discordancia Angular	Cobachi, San José de Moradillas, Sierra de la Flojera

(identificado por Alencáster in Martínez-Jiménez, 1984) proveniente de rocas correspondientes a la Formación Santa Clara de la región de Los Alamos, en el extremo sur de Sonora. Este amonita, según los autores citados, indica edad nórica. Por otra parte, entre los fósiles colectados por Weber y colaboradores (Weber, 1985), se encuentran *Phleboteris angustiloba* (Presl. in Sternberg)

Hirmer & Hörhammer y *Scoresbya dentata* Harris, que en numerosas localidades del hemisferio norte se refirieron del Liásico Inferior.

Sin embargo, en vista del predominio de géneros y especies de plantas características del Cárnico, la presencia de aquellas dos especies no es suficiente para postular que la Formación Santa Clara tenga un alcance del Cárnico al Jurásico Inferior. Por otro lado, el amonite mencionado (el material original no se ha localizado) sugiere que la Fm. Santa Clara puede abarcar al menos localmente estratos de edad nórica. Desde 1985, Weber (1985, y siguientes) da la edad como del Cárnico (¿y/o Nórico?).

AREA DE TRABAJO, LOCALIDADES Y MATERIAL

El material fósil que se utilizó para este trabajo, proviene de una serie de afloramientos de la Formación Santa Clara, ubicadas al Este-Sureste de la ciudad de Hermosillo, entre los 28° y 29° de latitud N, y entre los 109° y 110° 30' de longitud W (Figura 2), en los alrededores de la carretera Hermosillo-Yécora-Chihuahua (carretera estatal Sonora No. 16). Se ubican en las áreas 2 a 5 diferenciadas por Weber (1985, tab.1, fig. 1-5) Las localidades que presentan ejemplares de esfenofitas fósiles se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Listado y ubicación de localidades de la Fm. Santa Clara en las que se encuentran esfenofitas fósiles

Localidades	Area	Coordenadas geográficas	
		28° N	109° W
504	4	35' 08''	38' 04''
511A	2	33' 29''	12' 00''
522	4	34' 40''	40' 06''
523A	4	34' 40''	40' 06''
524	4	34' 40''	40' 06''
528A	4	34' 40''	40' 06''
530	3	34' 25''	44' 50''
535A	5	33' 11''	21' 15''
536	5	33' 35''	20' 37''
541	5	33' 10''	20' 35''
543	2	33' 25''	12' 00''
543C	2	33' 25''	12' 00''
544	4	34' 45''	40' 00''

El material utilizado en esta investigación fue colectado por Weber y col. entre 1973 y 1994. En febrero y marzo de 1993 y 1994, el autor de esta tesis participó en dos temporadas de campo; en 1994 se puso énfasis en coleccionar material de esfenofitas, y sobre todo se encontraron numerosos especímenes de *Clarostrabus*. El número de ejemplares utilizados para este trabajo es de 300 aproximadamente.

Los fósiles están preservados como impresiones, en areniscas de grano fino, limolitas o lutitas a veces carbonosas de diferentes coloraciones. La ausencia de las cutículas se debe al metamorfismo de contacto que afectó la formación en varias etapas de emplazamiento de cuerpos intrusivos. Por lo normal, las rocas que contienen las esfenofitas son de colores bastante claros, a diferencia de las que contienen la mayoría de las demás especies de la flora. Ello se debe a que de origen tienen un contenido bajo de materia orgánica dispersa, o bien a que se sedimentaron en aguas fluviales o lacustres bien oxigenadas.

Todo el material utilizado en esta investigación se encuentra depositado en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los ejemplares están colocados de acuerdo a los números del catálogo de localidades fosilíferas del Museo de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM (CLP-IG-UNAM) y llevan números de ejemplar para uso interno.

Los especímenes ilustrados, incluyendo los tipos, recibieron números de espécimen oficiales. Debido a un cambio del sistema de numeración, los especímenes ilustrados por Weber y col. (1980-1982 a y b) recibieron posteriormente números nuevos. Los que no se vuelven a ilustrar aquí tienen ahora los siguientes números: Weber y col. (1980-1982 a): Figura 1 a: IGM-PB-509-492; b, c: IGM-PB-543-492 B. Weber y col. (1980-1982 b): Figura 9 b: IGM-PB-543-513.

METODO Y TECNICAS

TRABAJO DE LABORATORIO

La preparación (limpieza) del material, se realizó con un percutor o lápiz neumático (Air Scribe de Chicago Pneumatic), descubriendo poco a poco el fósil y tratando de evitar su fragmentación. La duración de este proceso depende de factores como el tamaño del ejemplar, la preservación del mismo y la dureza de la roca. En algunas ocasiones la limpieza de un solo ejemplar puede tardar varios días. La preparación de detalles finos se llevó a cabo con agujas de disección.

Las observaciones se efectuaron con la ayuda de un microscopio estereoscópico Olympus SZH-10, equipado con cámara lúcida. Debido a la preservación pobre de muchos de los ejemplares, la observación al microscopio tuvo que ser auxiliada con diferentes técnicas de iluminación y el uso de xilol o agua para resaltar las características de los ejemplares. En los ejemplares mejor preservados se obtuvieron buenos resultados observándolos bajo luz rasante. Para los ejemplares con una preservación más pobre fué necesario utilizar luz directa, auxiliada con la inmersión en agua o xilol. La segunda técnica dió un resultado muy bueno en aquellos fósiles preservados en lutitas de color rojizo y gris.

La fotografía de los ejemplares se llevó a cabo con los mismos tipos de iluminación que en algunos casos se complementaron con la inmersión en alcohol industrial, para resaltar los contrastes de los fósiles.

METODOS ESTADISTICOS

Más allá de las mediciones de rutina para el trabajo descriptivo tradicional, se realizaron otras para conocer por medio de pruebas estadísticas el número de especies (o tipos de ejes) presentes en el material de *Asinisetum*. Para este fin, en 290 fragmentos de tallo (que se encuentran en un número menor de especímenes), se midieron los siguientes parámetros: 1. la anchura de los tallos (en la impresión); 2. la longitud de los entrenudos; 3. el número de costillas en cada tallo (expuestas en la impresión); 4. la densidad de costillas de los tallos (número de costillas por cm de anchura en la parte central de la impresión); 5. el número aproximado de hojas (del lado expuesto en

la impresión); 6. la longitud de la vaina foliar; 7. la longitud de la parte libre de las hojas (que jamás están completamente preservadas) y 8. la anchura de las partes libres de las hojas (Figura 4).

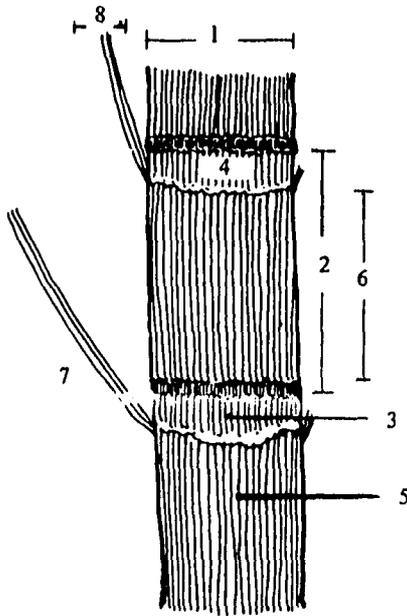


Figura 4. *Asinisetum sonorensis*, parámetros medidos para el análisis estadístico.

Los resultados de las mediciones se graficaron en polígonos de frecuencia relativa, utilizando uno para cada característica.

El análisis estadístico fue un análisis de disimilitud de promedio no ponderado (UPGMA), mediante el programa para computadora "Multivar Statistical ver. 2.1", elaborado por ecólogos de la Escuela Superior de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Esta prueba se aplica en varios campos, como lo son la taxonomía y la ecología de comunidades, y se basa en los métodos de agrupamiento jerárquicos o reticulados (Krebs, 1989; Sokal, 1979; Zar, 1983). Estos métodos utilizan índices cuantitativos, como son los índices de similitud o disimilitud. Dichos índices estandarizan las muestras mediante porcentajes; su uso no se ve afectado, ni por el tamaño de

muestra, ni por la diversidad, lo cual da mayor confiabilidad al comparar diferentes muestras dentro de una población. De esta manera los coeficientes o índices de similitud tienen valores de 0 a 1, o bien, de 0 a 100%. Los índices se aplican en la comparación de grupos que comparten características o variables. Ejemplo de lo anterior es el promedio de linajes o promedio no ponderado (Krebs, 1989; Zar, 1983), conocido por sus siglas en inglés como UPGMA (Unweighted Pair Group using Arithmetic Averages). El promedio no ponderado parte de la siguiente suposición: la similitud entre una muestra y un grupo existente es igual al promedio de las similitudes entre la muestra y todos los miembros del grupo. El UPGMA fué modificado en el programa Multivar con la finalidad de poder aplicar los índices de similitud o disimilitud y elaborar así dendrogramas.

En general, el programa utiliza matrices de comparación, colocando por un lado, los diferentes tipos de ejes y por el otro las diferentes variables que se midieron y que comparten cada uno de los ejes. Se debe tener cuidado en colocar variables que se puedan hacer corresponder entre sí, para evitar que los resultados sean incorrectos. Las diferentes casillas de la matriz se llenan con las medias aritméticas de cada variable, dependiendo del tipo de eje que corresponda. El cuadro siguiente muestra un ejemplo de como se realizaron las matrices de comparación:

Tabla 4 . Modelo de matriz de comparación utilizado en Multivar Statistical.

Ejes de <i>Asinisetum</i>	Anchura	Long. del entrenudo	Long. de la vaina	No. de Hojas	No. de hojas/cm
Tipo 1	2.53	3.58	0.00	0.00	0.00
Tipo 2	0.87	2.02	2.02	14.44	16.75
Tipo 3	1.34	2.8	2.41	17.6	13.00
Tipo 4	2.03	3.95	2.64	21.1	12.18

El análisis estadístico de *Asinisetum* se llevó a cabo sin perder de vista que se exige mucho a una técnica de análisis multivariado, cuando se trata de diferenciar especies en plantas con tallos de varios tipos, al menos anisomórficos, que al fosilizarse por supuesto estaban en diferentes fases de crecimiento, y donde se dispone de un número relativamente bajo de caracteres cuantificables.

METODO TAXONOMICO

Saldría sobrando comentar las peculiaridades metodológicas de la taxonomía paleobotánica si no resultase de ellas una complicación mayor en el caso particular. Los géneros forma, de acuerdo con el Código Internacional de la Nomenclatura Botánica (Greuter *et al.*, 1988) son géneros de plantas fósiles, basados en fragmentos que no pueden ser asignados a una familia determinada, por falta de caracteres diagnósticos. De acuerdo con la clasificación de las esfenofitas de Meyen (1987), aceptada en la segunda versión del Fossil Record (Cleal, 1993) y que también aquí se acepta, las especies de tallos con hojas asignables a *Phyllothea*, pueden corresponder a dos familias diferenciadas con base en órganos reproductivos, las Gondwanostachyaceae y las Tchernoviaceae, del Pérmico de Gondwana y de Angara. En consecuencia, aquellas especies de *Phyllothea*, cuyas estructuras reproductivas se han encontrado en conexión orgánica, deberían asignarse a los géneros *Gondwanostachys* y *Tchernovia*, respectivamente, lo que hasta la fecha no se ha formalizado por completo. Desafortunadamente, el procedimiento de Meyen (1987) dejó sin lugar en familia alguna un gran número de especies sin órganos reproductivos, asignadas antes a diversos géneros de las *Phyllotheaceae sensu Bourcau* (1964) y que hoy son géneros forma.

En vista de las dudas que sugiere la delimitación y el manejo de los caracteres diagnósticos de dichos géneros forma, y teniendo en mente las grandes fluctuaciones en las clasificaciones supragenéricas alternativas para las esfenofitas pérmicas y mesozoicas, aquí se optó por la descripción de un género forma nuevo de tallos, *Asinisetum*, que semeja a *Phyllothea*, pero que está asociado (sin conexión orgánica) con un tipo de estróbilos, *Clarostrabus*, perteneciente a las *Equisetaceae*. Dicha asociación evidencia con probabilidad razonable (del grado 3 a 4 en el sentido de Anderson y Anderson, 1985), que los tallos y los estróbilos corresponden a la misma planta. Si se hubiese optado por describir dichos tallos como una especie nueva de *Phyllothea*, se hubiera establecido con igual probabilidad, que el género forma *Phyllothea* pueda aparecer también en las *Equisetaceae*, lo cual parece indeseable e incongruente con el espíritu la clasificación actual. Además, se describe un género nuevo para los estróbilos, *Clarostrabus*, que semeja a *Equisetostachys*. La asignación de los estróbilos de Sonora a este último género, que no es género forma, hubiera llevado

a incoherencias similares a las anteriormente señaladas; pues poca duda cabe de que la gran mayoría de las especies de *Equisetostachys* corresponden a plantas que pertenecen a otros géneros de las Equisetaceae, como *Equisetites* o *Neocalamites*.

La solución hubiera sido fácil con el hallazgo de tallos y estróbilos en conexión orgánica. Entonces hubiera desaparecido el problema de la asignación genérica de los tallos, el nombre genérico correspondiente a la planta sería *Clarostrabus*, y resultaría fácil encontrar suficientes caracteres diagnósticos para este género. Mas este hallazgo no se dió. Otra alternativa, muy inconveniente, hubiese sido la de abolir las familias de Meyen y de volver a colocar todas las plantas de éstas y de la familia Phyllotheaceae *sensu* Boureau (1964) en las Equisetaceae (cf. Melchior y Werdermann, 1954). A falta del abandonado concepto de género-órgano (organ-genus), *Phyllothea* hubiera adquirido así el estatus de un género normal (ya no de género forma), pero ésto hubiera generado nuevos obstáculos para compaginar *Phyllothea* con los géneros *Gondwanostachys* y *Tchernovia*, entre otros, que están basados en órganos reproductores.

Para contrarrestar una expansión excesiva de *Phyllothea* y la pérdida progresiva de significado de este nombre genérico para la clasificación natural de las Sphenophyta (y con miras a los estudios stratigráficos y fitogeográficos), se buscó la manera de combinar el espíritu de la sistemática de plantas enteras con el formalismo de uso en la paleobotánica, según el cual se mantiene separados en taxa distintos los diferentes órganos pertenecientes supuestamente a una sola planta, cuando su reconstrucción no está confirmada por especímenes que muestran la conexión orgánica.

El procedimiento que lleva a esta meta es el siguiente: en primer lugar, tanto los estróbilos como los tallos se aíslan como géneros nuevos que por lo pronto son monotípicos, aunque los caracteres diagnósticos que se aportan no son del todo fuertes. Sin embargo, esta decisión se justifica también porque el material sonorense ni es pérmico, ni gondwanense, ni angarense. Como holotipo para las especies de los dos géneros se escoge un solo espécimen, que muestra en asociación estrecha tanto fragmentos de tallo, *Asintsetum*, como un estróbilo, *Clarostrabus*. Por lo tanto, ambas especies tienen la misma localidad tipo. Dado que no hay certeza absoluta de que en vida pertenecían

a la misma planta, se establecen paleodemos tipo separados, uno de ellos constituido unicamente por tallos, y el otro por los estróbilos asociados. Los géneros nuevos se tienen por mancomunados ("géneros engrapados"). *Asinisetum* se considera como género forma, y *Clarostrabus* se asigna a las Equisetaceae.

El concepto de paleodemo proviene de Anderson (1977) y Anderson y Anderson (1983, 1985, 1989); su definición fue modificada por Weber y Zamudio-Varela (en prensa): "un paleodemo es un conjunto sin límite de número de restos fósiles (de un sólo tipo de órganos, de varios tipos de órganos siempre cuando están en conexión orgánica, o de plantas o animales enteros) recolectado de un solo litosoma en una sola localidad (sitio) y que puede ser asignado más allá de toda duda razonable a una sola especie o a un taxon infraespecífico". Esta definición modificada se propuso porque la original y su aplicación práctica han llevado a Anderson y Anderson a conflictos con el Código Internacional de la Nomenclatura Botánica (Greuter *et al.*, 1988).

Los nombres propuestos en esta tesis no son válidos, según el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (Greuter *et al.*, 1988) y deben ser considerados como un ensayo.

PALEOBOTANICA SISTEMATICA

DIVISION: SPHENOPHYTA

CLASE: EQUISETOPSIDA

ORDEN: Equisetales

Asinisetum sonorensense gen. nov., sp. nov.

Registros previos:

- 1916 *Neocalamites carrerei* (Zeiller) Halle.- Humphreys, E. W.: New York Bot. Gard. Mem., 6: 77, pl. 5 (identificación errónea).
1982 *Phyllotheceae* o *Equisetaceae* *gen. nov.*, sp. nov.? - Weber, R. *et al.*, 1980-1982 a: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, 4 (2): 127-128, fig. 1 b-c.
1985 *Phyllotheceae* Brongniart?, sp. A. - Weber, 1985: III Congr. Latinoamericano Paleont. México. Simposio floras Triásico Tardío, etc., Mem.: 120, tab. 3 (*nomen nudum*).

Diagnosis. Planta herbácea de talla grande, escasamente ramificada, con ejes de cuatro tipos.

Ejes del tipo I, o tallos principales, de hasta 6.5 cm de anchura, y con entrenudos hasta de 5.5 cm de longitud, entrenudos con un máximo de 36 costillas en la impresión; costillas de dos entrenudos

contiguos normalmente continuas y no interrumpidas en el nudo, rara vez alternas; vainas foliares rara vez presentes, con surcos comisurales en toda su extensión.

Ejes del tipo 2, de hasta 3 cm de anchura, con entrenudos lisos o poco ornamentados de hasta 6 cm de longitud, cubiertos por vainas foliares cilíndricas adpresas, que cubren alrededor de la mitad de la longitud del entrenudo, compuestas por un máximo de 35 hojas en la impresión, partes libres de las hojas de más de 7 cm de longitud.

Ejes del tipo 3, de hasta 2 cm de anchura y con entrenudos acostillados de una longitud máxima de 2.3 cm, cubiertos por vainas foliares cilíndricas adpresas al tallo, que cubren alrededor de 2/3 partes de la longitud del entrenudo, constituidas por hasta 25 hojas en la impresión, con partes libres por arriba de 6 cm de longitud y anchura máxima de 0.5 mm, lineares, planas, con márgenes enteros.

Ejes del tipo 4, o partes apicales de los tallos, de hasta 1.3 cm de anchura, entrenudos completamente cubiertos por las vainas foliares. Vainas foliares ligeramente cónicas, con longitud máxima de 3 cm y compuestas por un máximo de 22 hojas en la impresión, con una longitud superior a 10 cm.

Holotipo: IGM-PB-530-720 A, Lám. 3, Fig. 4.

Paleodemo tipo: Todos los especímenes con tallos asignados a *Asinisetum sonorensis* de la localidad 543.

Localidad tipo: San Javier Sección 2. Corte de carretera (localidad 530 CLP-IG-UNAM, área de colecta 3 de Weber, 1985, fig. 4. 28°34'25"N/109°44'50"W, Sonora, México.

Estrato tipo y edad: Formación Santa Clara, Cámico (¿y/o Nórico?), Triásico Tardío.

Derivación del nombre: *Asinisetum*: nombre formado en analogía con *Equisetum*; de *asinus* (lat.): asno; y *setum* (lat.): caña. El epíteto, *sonorensis*, alude al Estado de Sonora, México.

Material. Colectado en cinco temporadas de campo desde 1979, por Weber y col., y material adicional de dos temporadas de campo en 1993 y 1994, colectado por el autor y R. Weber.

Descripción. Los vástagos (tallos con o sin hojas, a continuación: tallos o ejes) incluidos en esta especie (Láminas 1-3) son tan variables, que al comienzo de esta investigación se planteó hipotéticamente la presencia de varias y posteriormente la de dos especies en el material. Esta hipótesis se abandonó en el transcurso del estudio por tres motivos:

1.- El material incluye un ejemplar de un tallo ramificado (Lámina 1, Figura 7) el cual demuestra que la(s) especie(s) tenía(n) diferentes tipos de ejes, tales como rizomas, ejes aéreos principales y ramas quizás de diferentes órdenes (No se obtuvieron ejemplares con raíces, y es posible que el material contenga únicamente tallos aéreos. La ramificación debe haber sido escasa, pues en ningún espécimen se observaron cicatrices de ramas). Ya se mencionó antes que la reconstrucción de las estenofitas grandes y ramificadas se dificulta por el heteromorfismo de los diferentes ejes relacionado con su posición en las plantas enteras. Harris (1931) se enfrentó a tal situación en el caso de *Neocalamites carcinoides* Harris (asignado posteriormente a *Schizoneura* por Weber, 1968) del Jurásico Inferior de Groenlandia, y agrupó los tallos, *grosso modo*, en tres tipos: tallos principales "tipo A" y ramas "tipos B y C" (type A, B, and C stems) los cuales describió por separado en su diagnosis de aquella especie.

2.- El análisis estadístico de los ejes de *Asinisetum* de diferentes localidades, cuyos resultados se presentan más adelante, no corroboró la hipótesis.

3.- Debido a las condiciones tafonómicas y de fosilización desiguales, los materiales de distintas localidades presentan diferencias de preservación más o menos drásticas.

Con miras a los análisis estadísticos, entre los ejes de *Asinisetum*, se diferenciaron con base en sus dimensiones y algunas características morfológicas, cuatro tipos. A diferencia de Harris (1931), estos tipos no se interpretaron de antemano como ejes principales o ramas.

Las dimensiones y números de costillas (haces vasculares) de los tallos y vainas foliares se midieron o contaron en las impresiones. No se calcularon números totales de costillas u hojas para la

circunferencia de los tallos, y tampoco se hicieron intentos de corregir los valores de las anchuras, para obtener diámetros reales, pues no hay base objetiva para estimar los efectos de la compresión vertical de los ejes previa a la sepultación.

El tipo 1 (Figura 8 a) incluye tallos sin hojas (defoliados) con costillas longitudinales bien marcadas en casi todos los casos, con un número promedio de 22 y mínimo de 14 (Lámina 1, Figuras 2 y 6); anchura promedio de 2.5 cm y mínima de 1 cm y una longitud de los entrenudos promedio de 3.6 cm.

El tipo 2 (Figura 8 b) está constituido por ejes con entrenudos lisos o poco ornamentados que tienen de 1 a 3 cm de anchura por 2 a 6 cm de longitud; excepcionalmente presenta entrenudos de hasta 7.3 cm, con vainas de 7 cm de longitud. Las vainas cubren la mitad de la longitud del entrenudo (de 1.0 a 4.0 cm). Las partes libres de las hojas faltan frecuentemente (Lámina 2, Figuras 1, 2, 7; Lámina 3, Figura 1).

El tipo 3 (Figura 8 c) abarca ejes con entrenudos marcadamente acostillados de menores dimensiones, tanto en la anchura (de 0.7 a 2 cm) como en la longitud de sus entrenudos (de 1.4 a 3.2 cms) y vainas foliares bien definidas, las cuales cubren 2/3 partes de la longitud total del entrenudo. Las partes libres de las hojas están presentes con frecuencia (Lámina 1, Figuras 1, 3; Lámina 2, Figuras 3, 6).

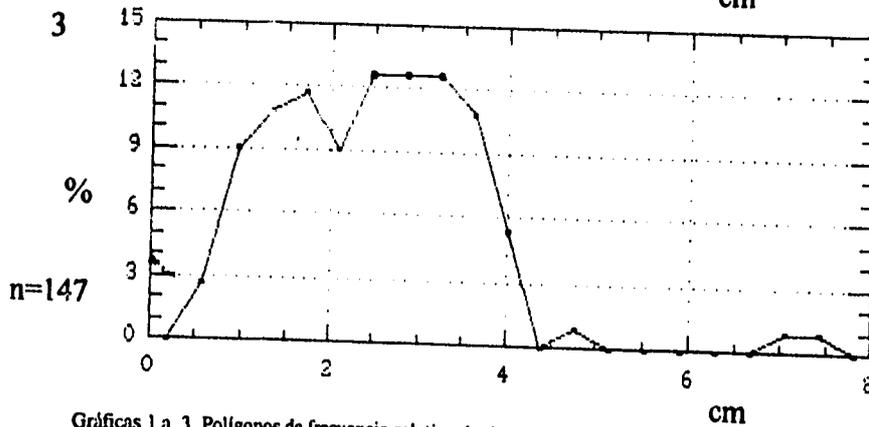
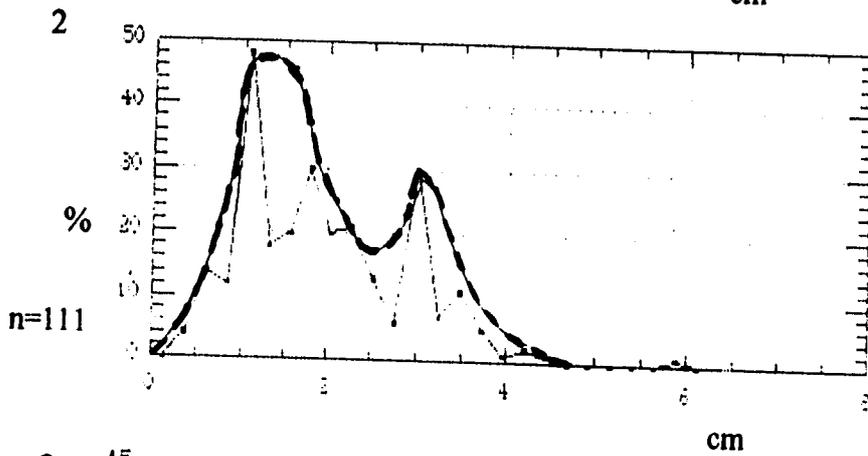
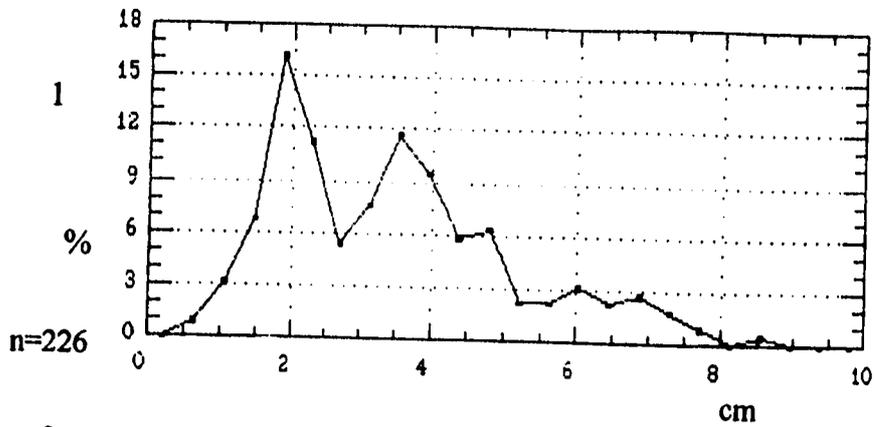
El tipo 4 (Figura 8 d) corresponde a ejes muy pequeños en todas sus dimensiones (anchura de 0.45 a 1.3 cm en la impresión) con vainas foliares de una longitud mayor a la de los entrenudos (de 1.2 a 3 cm), razón por la cual no se aprecia, ni se midió, la longitud de los entrenudos. Las vainas foliares son adpresas, cilíndricas o ligeramente obcónicas. La forma ligeramente cónica de las vainas en este tipo de ejes obedece a que el diámetro de estos tallos no decrece en la medida necesaria para que pueda darse un arreglo de telescopio, o bien, para que en una vaina foliar exactamente cilíndrica se acomodara el entrenudo siguiente con la base de la vaina siguiente. Las continuaciones libres distales de las hojas prácticamente siempre están presentes (Lámina 1, Figura 5). Lo anterior es importante, ya que se puede cometer el error de pensar que no existe una vaina foliar; ésto cuando

se llega a confundir el extremo distal de la vaina con la línea nodal. Las partes libres de las hojas son siempre muy largas y extremadamente angostas y están frecuentemente unidas en fascículos de varias hojas, aunque también existen hojas solas.

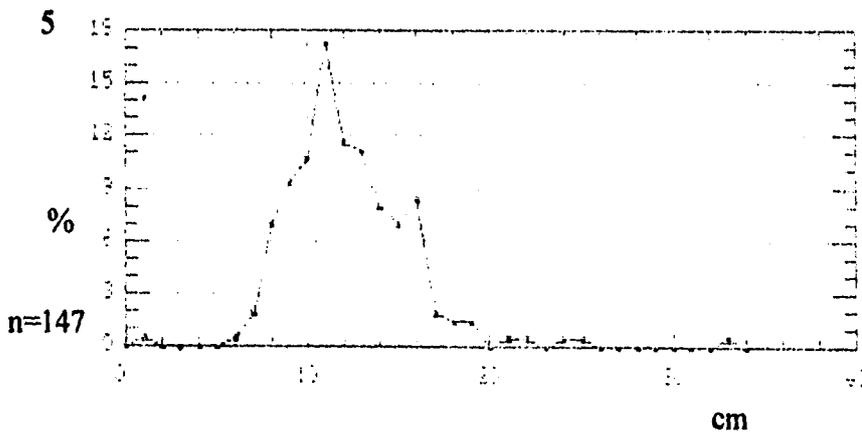
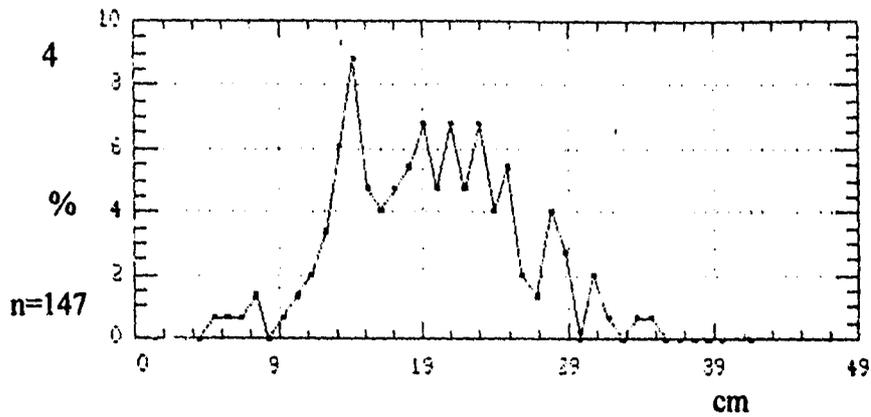
El número de hojas por vaina foliar en cada tipo es muy similar y va desde 7 a 28 visibles en la impresión. Las partes libres de las hojas son muy largas y en ningún caso se pudieron observar hojas indudablemente completas.

Análisis estadístico. Una vez caracterizados los cuatro tipos de tallos se analizaron con el método ya mencionado. Los polígonos de frecuencia relativa muestran una tendencia a formar dos grupos de valores (Gráficas 1, 2, 3), los cuales pueden deberse al número de datos obtenidos por variable o a la presencia de dos grupos de dimensiones. La única gráfica en la que estos picos no se observan claramente es la 2; sin embargo, en ésta se puede trazar una curva a ojo sobre la gráfica, con la cual podemos agrupar todos los picos menores y formar así dos grupos de mediciones en forma similar a lo que aparece en las gráficas anteriores. Algunas de las gráficas pueden parecer típicas de una distribución normal (Gráfica 5), pero esto en otros casos (Gráficas 1, 2, 3, 4) no se puede asegurar totalmente, ya que no se aumentó el tamaño de la muestra y por otro lado, hay especies similares a *Asinisetum* que se separan por tener una diferencia mínima en sus dimensiones (Gorelova y Radchenko, 1962). Así, la presencia más o menos llamativa de estos dos grupos en todos los polígonos, en su momento hizo pensar en la presencia de dos especies diferentes en el material.

Para determinar si se trata de dos especies diferentes o de partes de una misma, se relacionaron los resultados de las gráficas con la información existente sobre el desarrollo de las esfenofitas de gran tamaño y ramificadas del tipo *Phyllothea* (y, *mutatis mutandis*, *Equisetum*). En la gran mayoría aquéllas, los ejes principales alcanzan anchuras marcadamente mayores que las ramas. (Los rizomas pueden ser de una anchura similar a los ejes principales, pero pueden diferir de



Gráficas 1 a 3. Polígonos de frecuencia relativa de *Asinisetum sonorense*. 1) Longitud de entrenudos, 2) Anchura de ejes, y 3) Longitud de las vainas foliares. Mediciones en cm.



Gráficas 4 y 5. Polígonos de frecuencia relativa de *Asinisetum sonorensis*. 4) Número de hojas, 5) Número de hojas por cm. Todas las mediciones en cm.

ellos en otros aspectos morfológicos. Ya se dijo que, con rigor, no se pudieron reconocer rizomas en el material). La longitud de los entrenudos en los ejes aéreos sigue un patrón similar al de las anchuras: ésta se incrementa de los extremos, sean basales o apicales, a las partes intermedias y las longitudes máximas se observan en los ejes de gran tamaño. Otra característica importante aunada a la longitud de los entrenudos, es la longitud absoluta de las vainas foliares, la cual es mayor en las

partes medias y distales de los ejes. Esta diferencia es aún más llamativa, si se considera la longitud relativa de las vainas, comparada con los entrenudos. En las partes medias de los ejes, esta longitud relativa de las vainas es baja (Láminas 2 y 3). Hacia los extremos de los ejes se incrementa marcadamente y en las partes distales, la longitud de las vainas por lo normal es superior a la de los entrenudos. En las partes más viejas de los tallos principales, ya no se observan las vainas (Lámina 1, Figuras 2 y 6). Esta última característica ha sido observada por diversos autores (Surange, 1955; Townrow, 1955; Pant y Nautiyal, 1967; Meyen, 1971; Singh *et al.*, 1986).

Teóricamente, las variables que nos pueden ayudar a diferenciar los ejes por medio de sus dimensiones, son la anchura, la longitud de los entrenudos y la longitud de las vainas foliares. Los ejemplares con anchuras muy pequeñas, entrenudos muy cortos y vainas foliares largas pueden ser

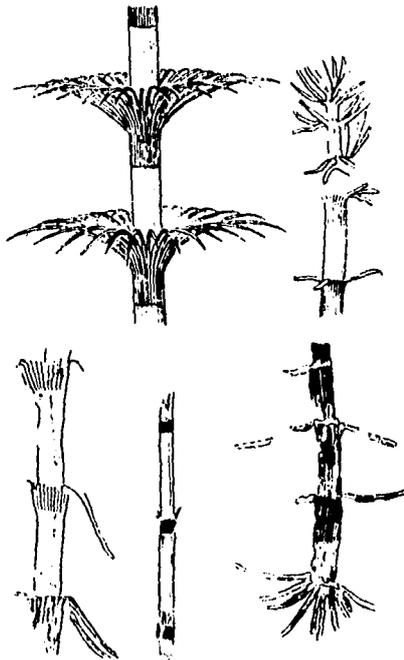


Figura 5. *Equisetina laevis* Rasskazova (arriba) y *Phyllothea turnaensis* Gorelova (abajo al centro e izq), que semejan a los ejes de tipo 2 de *Asinisetum sonorensis*, y *Phyllothea* aff. *stellifera* Schmallhausen (abajo der) que semeja los ejes del tipo 3.

partes apicales de ramas o también de ejes principales; mientras que aquéllos con anchuras grandes, entrenudos largos y sin hojas, pertenecen a ejes principales, teniendo entre estas dos categorías una serie de especímenes transicionales. Entonces, los ejes del tipo 1 y 3 podrían pertenecer a una sola especie y, por otro lado, los tipos 1 y 2 a otra diferente, mientras que, el tipo 4 correspondería a las partes apicales de cualquiera de estas dos especies. Esta interpretación encontraría apoyo en la existencia de especies similares a los ejes sonorenses de los tipos 2 y 3, referidas en el género *Phyllothea* del Pérmico de Angara (Rusia), p. ej. *P. aff. stellifera* Schmalhausen que semeja los ejes del tipo 3 y *P. turnaensis* Gorelova, parecida a los ejes del tipo 2 (Figura 5).

No obstante, esta manera de asignar a los cuatro tipos de ejes diferenciados una determinada ubicación en las plantas reconstruidas completas, quizás de dos especies, no es del todo convincente cuando se presenta gran variabilidad de formas y tamaños. El ejemplo más claro dentro del material sonorense se da con los tallos grandes del tipo 2, de hasta de 4 cm de anchura, que son comparables en dimensiones a los ejes sin hojas del tipo 1, pero que presentan vainas foliares (Lámina 2, Figura 2). La presencia de las hojas podría indicar, que no se trata de tallos principales (Lámina 1, Figura 6) y que las dimensiones (anchuras, longitudes de entrenudos y vainas foliares) de los diferentes tipos de ejes se pueden sobrelapar. También es posible, que el tallo principal no necesariamente carecía de hojas, y que se trata de una sola especie con ejes de dos tamaños muy característicos (Gráficas 1, 2, 3 y 4).

Para confirmar esta última posibilidad se sometió a todos los datos obtenidos al análisis de disimilitud de promedio no ponderado y los resultados arrojados por esta prueba estadística se colocaron en dendrogramas. El primer análisis se realizó entre los cuatro diferentes tipos de ejes con todas las variables relacionadas; mientras que, el segundo se realizó con los cuatro tipos de ejes, más los datos de todo el conjunto, con la finalidad de comparar qué tanto se relacionan con dicho conjunto. Los resultados de ambos análisis se muestran en los dendrogramas 1 y 2 (Figuras 6 y 7).

El primer dendrograma (Figura 6) muestra que los ejes de los tipos 2 y 3 son iguales con una probabilidad de un 99.9932 %. Los mismos dos tipos están relacionados con el tipo 4 en un 99.8802

por ciento y los ejes del tipo 1 se relacionan con todos los demás en un 98.0811 %. Por lo tanto, los cuatro tipos de ejes pertenecen a un sólo conjunto o bien, a una misma especie, a pesar de que el tipo 1 carece de hojas y entonces las diferencias que se observan a simple vista se deben al desarrollo de la planta y/o al proceso de fosilización que se relaciona con ellas.

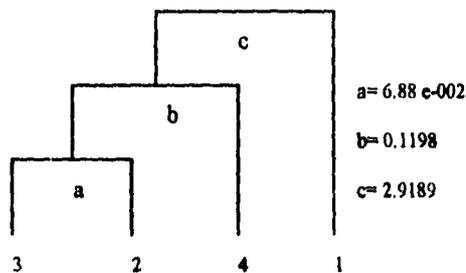


Figura 6. Dendrograma 1. Análisis de grupo de los ejes 1 al 4 de *Asinisetum sonorensis*. Los índices de disimilitud corresponden a las letras a, b y c, mientras que los números corresponden al tipo de eje.

Como una prueba adicional para ver como se comportan los tipos de ejes en relación con toda la población, se realizó el mismo análisis pero con la inclusión de las medias aritméticas poblacionales para cada variable. Los resultados están representadas en el dendrograma de la Figura 7. Aquí el tipo 2 es el que se relaciona más con toda la población, con un índice de similitud de 99.99453 %. Por tanto, este tipo de ejes es el más representativo de la población. A su vez, estos dos grupos se relacionan más con el grupo formado por los ejes de los tipos 3 y 4; mientras que el tipo 1, se relaciona con ambos grupos en menor medida, 96.4 %, lo cual es de esperarse ya que el número de ejemplares con hojas aumenta y con ello aumenta la diferencia entre éstos.

Con el análisis de grupos y los índices de disimilitud se concluye que todos los ejes pertenecen a una sola especie (*Asinisetum sonorensis*), que se caracteriza por tener ejes morfológicamente muy variables.

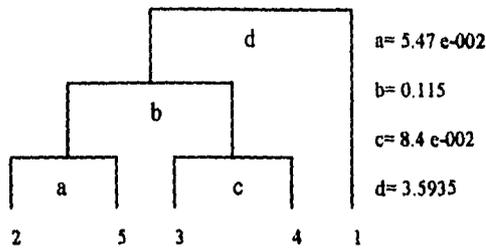


Figura 7. Dendrograma 2. Análisis de grupo de los ejes 1 al 4 de *Asinisetum sonorensis*, comparandose con el total de ejes. Los índices de disimilitud corresponden a las letras a, b, c, y d, mientras que, los números corresponden al tipo de eje, con la adición del número 5 que corresponde al total de la población.

Hasta este momento solamente sabemos que se trata de una sola especie y las partes que conforman a sus ejes aéreos se pueden caracterizar con base en características como: la anchura de sus ejes, la longitud de sus entrenudos, la presencia o ausencia de vaina foliar y la longitud de la vaina foliar con respecto a la longitud del entrenudo. Con esta información se propone la reconstrucción de *Asinisetum sonorensis* (Figura 9) partiendo de su zona basal a la apical, de la siguiente manera:

a) partes basales o intermedias (ejes del tipo 1) con gran anchura, entrenudos largos, sin vainas foliares (Figura 9 a).

b) Partes basales o intermedias (ejes del tipo 2) con gran anchura, entrenudos largos y vainas que cubren poco menos de la mitad del entrenudo (Figura 9 b);

c) Partes intermedias (ejes del tipo 2) con anchuras medias, entrenudos grandes y vainas que cubren la mitad del entrenudo (Figura 9 c);

d) Partes intermedias (ejes del tipo 3) con anchuras medias y longitudes de entrenudos grandes, con vainas que cubren 2/3 partes del entrenudo (Figura 9 d);

e) Partes cercanas al ápice (ejes del tipo 3) con anchuras pequeñas a medias, entrenudos medios y vainas que cubren casi todo el entrenudo (Figura 9 e);

f) Partes apicales (ejes del tipo 4) con vainas más largas que los entrenudos, partes libres de las hojas numerosas y muy largas, de hasta más que 10 cm (Figura 9 f);

Obviamente, las partes más jóvenes del tallo se localizan en la parte apical y las más viejas en las bases. En un conjunto de tallos fósiles, pueden coexistir especímenes que representan a estas partes en estados de desarrollo ontogenético distintos, además de que pueden corresponder a un eje principal o alguna rama. Esto explica la enorme variabilidad de dimensiones en los cuatro tipos de

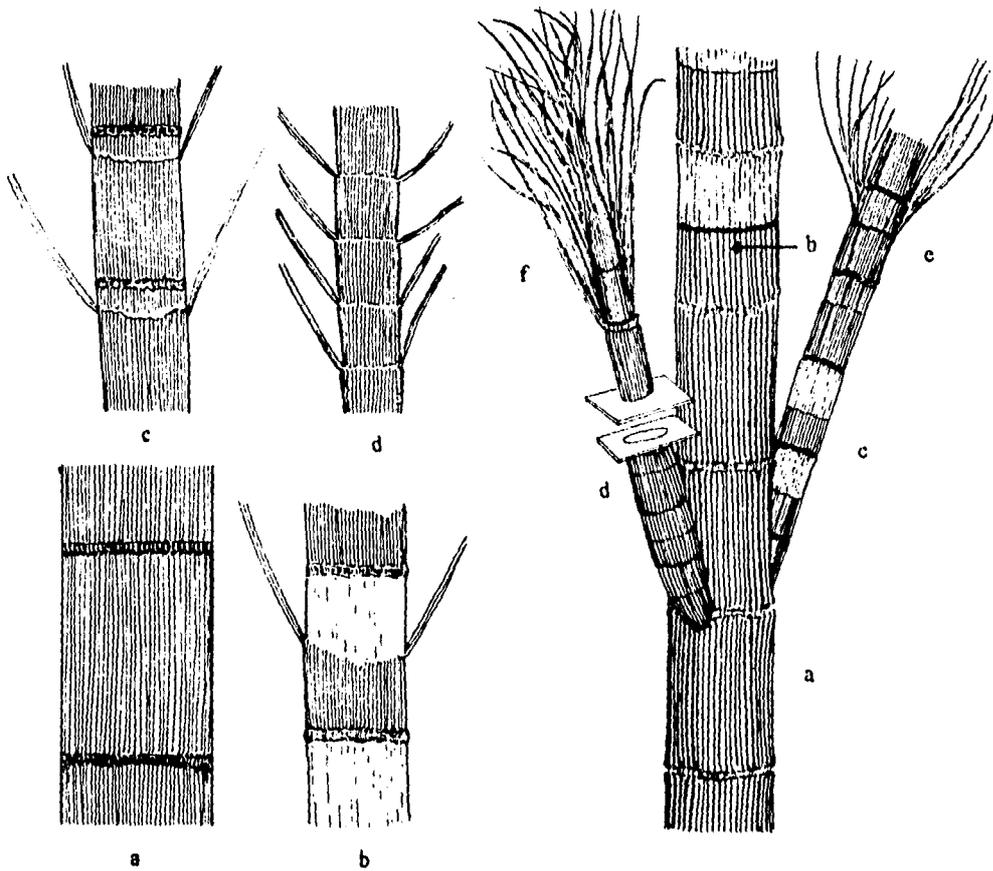


Figura 8. Tipos de ejes presentes en *Asinisetum sonorense*. a= eje tipo 1, b= eje tipo 2 c= eje tipo 3 y d= eje tipo 4.

Figura 9. Reconstrucción de *Asinisetum sonorense*.

ejes diferenciados, así como en particular la presencia de ejes muy anchos con entrenudos largos y vainas foliares (Lámina 2, Figuras 2, 7), los cuales pueden considerarse como ejes principales de poca edad o crecimiento no concluido, mientras que aquéllos que ya no presentan hojas se consideran como ejes principales viejos (Lámina 1, Figuras 2 y 6).

Por cierto, una variabilidad comparable de los ejes y verticilos foliares se puede observar en el material de Africa del Sur, perteneciente a *Phyllothea australis* Brong. (Anderson y Anderson, 1985; Rayner, 1992).

Aún con este análisis de los datos, la prueba más contundente de que todo el material pertenece a una misma especie sería encontrar más ejes ramificados, pero por el momento la decisión de asignar todo el material a una sola especie es lo más apropiado.

Comparaciones. En el marco de referencia de la familia Phyllotheaceae *sensu* Boureau (1964), aceptada todavía por Rayner (1992), mas reemplazada con las Tchemoviaceae (Meyen, 1967) y Gondwanostachyaceae (Meyen, 1987; *fide* Cleal, 1993) se realizó una recopilación amplia de *Phyllothea*, género forma descrito originalmente con base en tallos y follaje provenientes del Pérmico del Rio Hawkesbury, cerca de Port Jackson, Australia, por Brongniart (1828).

En las familias Gondwanostachyaceae, esencialmente del Pérmico de Gondwana, y Tchemoviaceae, de Angara, hasta donde se sabe, los estróbilos son intercalares o terminales con verticilos foliares intercalados, mientras que el material de Sonora evidencia, aunque no contundentemente, que los estróbilos correspondientes a *Asinisetum* son terminales o laterales y que carecen de hojas intercalares (véase abajo: *Claroctrobis echinostachyoides*). Por lo tanto, parece poco razonable buscar formas emparentadas con *Asinisetum*, entre las Gondwanostachyaceae y Tchemoviaceae incuestionables, es decir, aquéllas en que se conocen los estróbilos.

Las especies de *Phyllothea* del Pérmico de Gondwana, presentan vainas foliares en forma de cono, copa, plato o plato extendido (Saksena, 1952, 1954; Townrow, 1955; Surange y Prakash, 1962; Pant y Kidwai, 1968; etc.), y su semejanza con el material de Sonora es lejana (Figura 10). Los géneros emparentados *Raniganjia* Rigby y *Lelstotheca* Maheshwari del Pérmico de la India, y

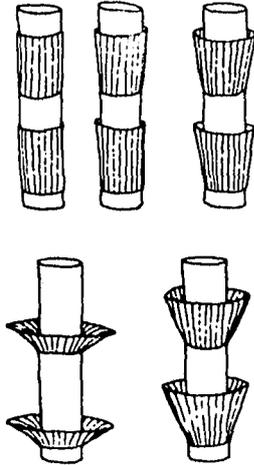


Figura 10. Tipos de vainas foliares dentro del género *Phyllothea*, mostrando los tipos para Gondwana, arriba, y Angara, abajo (según Surange y Kulkarni, 1967; Pant y Kidwai, 1968 y Meyen, 1971).

que supuestamente pertenecen a las Gondwanostachyaceae, se caracterizan por verticilos foliares con forma de sombrilla, al menos en las ramas, y pudieron excluirse de antemano de esta discusión. Lo mismo se refiere a *Annulina* Neuburg y *Umbellaphyllites* Rasskazova, Tchernoviaceae de Angara.

En particular, se han cotejado 13 especies de *Koretrophyllites* Radchenko, dos de *Gamophyllites* Radchenko, cuatro de *Equisetina* Zalessky, y 47 de *Phyllothea*, que sumadas representan como dos tercios de todas las especies de la familia Phyllothecaceae *sensu* Boureau. Los primeros tres géneros fueron puestos en sinonimia con *Phyllothea* por Meyen (1971). Por ello nos orientamos aquí de manera paralela en las clasificaciones de Boureau (1964) y Meyen (1987), ya que este último autor sólo en algunos casos formalizó las combinaciones nuevas necesarias a consecuencia de su clasificación.

Además se compararon algunas Equisetaceae, particularmente 12 especies de *Equisetites* Sternberg del Triásico de Japón (Kon'no, 1962) y 10 especies de *Neocalamites* Halle.

Koretrophyllites Radchenko (1956) fue puesto en sinonimia con *Phyllothea* por Meyen (1987); pues Radchenko había confundido el final de la vaina foliar con la línea nodal y habló en su diagnóstico de la presencia de hojas libres o a veces soldadas. En *Koretrophyllites* se incluyeron especies (*K. grandis*, *K. linearis* y *K. typicus*) que semejan los tallos del tipo 3 de *Asinisetum* (Figuras 8 c y 11; Lámina 1, Figura 1) en la parte libre de las hojas, la forma de la vaina (cilíndrica y adpresa al tallo), la ornamentación del entrenudo y las dimensiones en general. Sin embargo, *Asinisetum* con su patrón polimórfico particular no cabe dentro de este género o grupo de especies de *Phyllothea*, en el cual además se han encontrado estructuras reproductoras del tipo *Tchernovia*.



Figura 11. *Koretrophylites linearis* Rasskazova (tomado de Boureau, 1964)

Gamophyllites, género del Pérmico de Siberia, tiene una especie *G. stenophylloides* Verbitskaja, parecida a los ejes del tipo 2 de *Asinisetum*. Ambos poseen vainas cilíndricas adpresas al tallo, con hojas lineares, planas, uninervas y entrenudos lisos o ligeramente ornamentados; pero difieren en la ornamentación de la parte distal de la vaina foliar, la cual en *G. stenophylloides* es

muy marcada debido a las líneas o surcos comisurales. Los surcos son muy claros en la parte distal de la vaina. En la parte basal se van perdiendo conforme se acercan a la línea nodal. En la especie sonorense no hay comisuras y se observan surcos de anchura mucho mayor que en *G. stenophylloides*, que separan a las hojas en toda la longitud de la vaina foliar. Además *G. stenophylloides* presenta una estructura reproductora del tipo *Tchernovia*.

Equisetina Zalessky (1939) originalmente se describió del Pérmico Inferior de los Urales. *Equisetina*, sensu Radchenko (Gorelova y Radchenko, 1962), se ha diferenciado de *Phyllothea* por sus entrenudos lisos o finamente estriados y por la presencia de líneas de "sutura sinuosas" en vez de comisuras, características que, según Meyen (1971) carecen de valor diagnóstico. Varias especies del género (*E. brevifolia* Radchenko, *E. laevis* Rasskazova y *E. leninkiensis* Gorelova) semejan *P. turnaensis* Gorelova (Figura 5), que a su vez difiere de *Asinisetum* en las características finas de la vaina foliar (ver abajo). Por otro lado, *E. magnivaginata* difiere de *Asinisetum*, en que las líneas de sutura se van perdiendo hacia la parte superior de la vaina, mientras que en *Asinisetum* son claras a todo lo largo de la vaina. Además, en *E. magnivaginata* las vainas foliares son notablemente mayores y las hojas más anchas (2 mm) que en el material sonorense. Estas similitudes y diferencias solamente se presentan en un tipo de eje perteneciente a *Asinisetum*, el tipo 2 (Lámina 2, Figuras 1, 2, 7). La estructura reproductora correspondiente a *Equisetina*, *Equisetinostachys* Rasskazova, es un estróbilo intercalar y, según Meyen (1971) debe incluirse en *Tchernovia*.

Phyllothea, de acuerdo con la diagnosis emendada por Townrow (1955), posee tallos principales de hasta 2 cm de diámetro en la impresión, con costillas longitudinales poco lignificadas y nudos marcados por surcos transversales, y que son poco ramificados. Las ramas son similares al eje principal, dispuestas en verticilos y más pequeñas que aquéllos; su diámetro es inferior a 1 cm. Todos los ejes portan hojas no persistentes (Townrow, 1955) mas los ejes principales se encuentran frecuentemente defoliados. Las hojas de cada verticilo están basalmente fusionadas en una vaina, y distalmente se separan; las partes libres de las hojas son angostas, lineares, planas, lisas, con márgenes enteros, y tienen una sola vena. La vaina foliar cubre el entrenudo correspondiente parcial

o totalmente y es rara vez mayor que la mitad de la longitud total de la hoja. En su porción distal, las vainas presentan surcos comisurales. Dichos surcos no llegan hasta la base de la vaina, obviamente a diferencia de las venas medias foliares, las cuales a la altura de las vainas se observan como costillas (Townrow, 1955; Boureau, 1964). La cutícula es conocida al menos en tres especies (Townrow, 1955; Surange y Kulkarni, 1967).

Phyllothea se ha referido sobre todo del Pérmico aunque también se tienen registros mesozoicos. Así en el Triásico de Gondwana se refiere, entre otras, *P. brookvalensis* Townrow (1955) y material de la Fm. Molteno (Anderson y Anderson, 1985) y en el Triásico de Laurasia *P. oligophylla* Vladimirovich (1980) y *P. kryshlofovichii* Mogucheva (1984). En el Jurásico se ha registrado *P. asterophyllina* Saporta (1891) y *P. ammoni* Schuster (Boureau, 1964), y en el Cretácico Temprano *P. whittsi* Seward (1907). Las especies mesozoicas mencionadas están basadas sobre materiales fragmentarios y son francamente distintas de *Asinisetum*, excepto una de la Formación Molteno que aún no está descrita formalmente (Anderson y Anderson, 1991, com. pers.). Por otro lado, en América se conocen muy pocas especies. En Suramérica, entre otros, se tiene registro de *P. leptophylla* Kurtz (Archangelsky, 1973) del Pérmico de Argentina, *P. australis* Brongniart (Millan y Dolianiti, 1979) del Pérmico de Brasil y *P. gracilis* Frenguelli (Frenguelli, 1949) del Jurásico Superior de Argentina, pero ninguna de ellas se relaciona con el material de *Asinisetum sonorensis*. En América del Norte, el registro es aún más limitado, pues sólo se ha descrito a *P. paulinensis* Mamay y Read (1956), del Pensilvánico de Oregon.

Phyllothea presenta vainas foliares con formas muy variables, y que definen dos grandes grupos dentro del género. Antes ya se excluyeron de estas comparaciones los representantes del Pérmico de Gondwana. Los que provienen de la provincia de Angara y que hoy se asignan a las Tchernoviaceae, en general presentan vainas cilíndricas adpresas al tallo; en algunas especies hay vainas ligeramente cónicas en las partes apicales de estos tallos (Gorelova y Radchenko, 1962; Boureau, 1964; Meyen, 1971). Los tipos de vainas se pueden observar en la Figura 10. Sin embargo, *Asinisetum* con sus vainas cilíndricas adpresas al tallo, y sólo en el caso de los ejes del tipo 4 ligeramente cónicas, es muy semejante a algunas especies.

P. stenophylloides f. *magnifica* Zalessky (1939) semeja las partes apicales (ejes del tipo 4, Figura 12) de *Asinisetum*, pero difiere de éstas en la anchura de las hojas y la forma de la parte terminal de la vaina foliar, ya que en *Asinisetum* ésta es ligeramente cónica, mientras que en *P. stenophylloides* f. *magnifica* es estrictamente adpresa al tallo. La segunda especie, *P. turnaensis* Gorelova (Meyen, 1971), es muy similar a los ejes tipo 2 de *Asinisetum* (Figura 5). Presenta surcos comisurales muy angostos y profundos, que abarcan solamente la parte distal de la vaina, lo que da la apariencia de hojas con bordes muy marcados, mientras que, en el material sonoreense resaltan mucho más las líneas centrales de las hojas, y los surcos son marcados a lo largo de toda la vaina. *P. turnaensis* se ha encontrado en asociación con *Tchernovia* sp. A, en la localidad "Kerbo" de la cuenca de Kuznetsk.

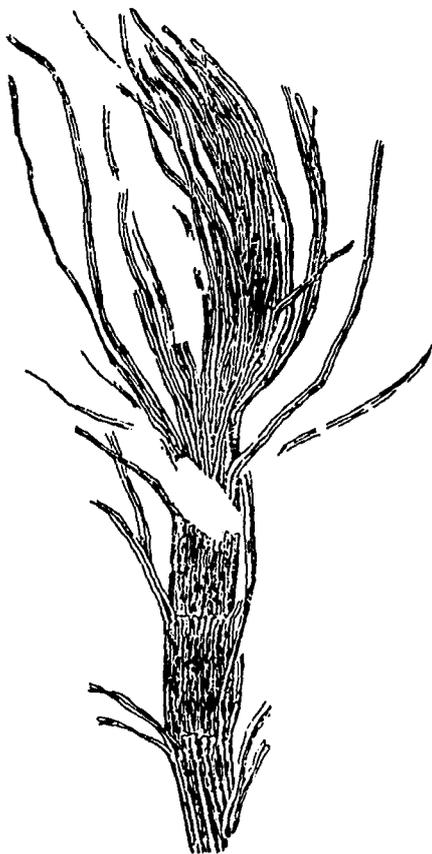


Figura 12. *Phyllothea stenophylloides* f. *magnifica* (tomado de Zalessky, 1939).

Finalmente hay que resaltar que *Asinisetum* tiene hojas de una longitud mayor (arriba de 10 cm) que prácticamente todas las *Phyllothecaceae sensu* Boureau (1964) del Hemisferio Norte. El único representante de esta familia con hojas muy largas es *P. stenophylloides f. magnifica* (Figura 12) que posee hojas más anchas (2 mm) que el género sonoreense (0.5 mm). Además, en comparación con el promedio de las *Phyllothecaceae*, *Asinisetum sonorensis* es una especie de dimensiones muy grandes, comparable por ejemplo con *P. rallii* Zeiller pero las dimensiones de anchuras de los ejes siempre se encuentran muy por encima de las mencionadas en la diagnosis del género *Phyllothea*. Otra diferencia marcada con *Phyllothea* es la presencia de surcos comisurales claros a todo lo largo de la vaina foliar, mientras que, en la diagnosis de *Phyllothea* se menciona la presencia de tales surcos únicamente en la porción distal de la vaina foliar (Townrow, 1955). Estas características, junto con la mencionada asociación de *Asinisetum* con un estróbilo asignable a las *Equisetaceae*, llevaron a la decisión taxonómica tomada aquí.

Por otra parte, *Asinisetum* semeja al género *Neocalamites* Halle en sus dimensiones. Sin embargo, *Neocalamites* carece de una vaina foliar, y tiene hojas siempre de mayor anchura (más de 1 mm). A pesar de estas características, algunas especies a simple vista se parecen al material sonorensis, lo que llevó a Humphreys (1916) a identificar su material con *N. carrerei* (Zeiller) Halle (Lámina 2, Figura 6). Por otro lado, en *Neocalamites* las hojas juveniles pueden estar unidas en vainas o por fascículos. *Asinisetum* parece relacionarse más bien con *Neocalamites* que con *Phyllothea*; sin embargo, las vainas foliares muy bien definidas y presentes aún en tallos viejos impiden la asignación a *Neocalamites*.

Los *Equisetites* del Triásico Tardío de Japón estudiadas por Kon'no (1962) semejan *Asinisetum* sólo en sus dientes foliares, mismos que pueden medir hasta un 80 % (más de 5 cm) de la longitud total de las hojas (p. ej. *E. paotensis*) siendo muy largos para el común del género; pero esta característica no es suficiente para relacionar los dos géneros. Además, en *Equisetites* existen diafragmas nodales y los dientes foliares se encuentran por lo general ornamentados, lo que no se ha observado en *Asinisetum*. A nuestro juicio, el material de Sonora con todas sus características

queda fuera del límite de tolerancia de la diagnosis de *Equisettes*, que tradicionalmente se maneja de manera bastante laxa.

FAMILIA: EQUISETACEAE

Clarostrobos echinostachyoides gen. nov., sp. nov.

Registros previos de Sonora

1982 Estróbilo no identificado.- Weber, R. *et al.*, 1980-1982 a: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, 4 (2): 128, fig. 1 f.

Diagnosis. Estróbilo sésil, cilíndrico, con base y ápice redondeados, de hasta 8 cm de longitud y 1.5 cm de anchura. Eje central de hasta 3 mm de anchura. Esporangióforos dispuestos en verticilos a equidistancias de 3 mm máximo, pedicelados-peltados; pedicelos de 2.5 mm de longitud máxima y anchura menor a 0.5 mm; escudos distales en vista lateral triangulares de hasta 2 mm de anchura y con una prolongación espiniforme en su parte central, de hasta 1 mm de longitud sin la prolongación, de 3 mm con ella. Borde interior del escudo con dos ornamentaciones curvas dirigidas hacia el pedicelo, dando la apariencia de dos ganchos. Cada esporangióforo con esporangios grandes, de hasta 2.3 mm de longitud, insertos en la cara interna del escudo.

Holotipo: Espécimen IGM-PB-530-720 A (Lámina 3, Fig. 4).

Paleodemo tipo: Todos los especímenes asignados a *Clarostrobos echinostachyoides* de la localidad 530.

Localidad tipo: San Javier Sección 2. Corte de carretera (localidad 530 CLP-IG-UNAM, área de colecta 3 de Weber, 1985, fig. 4. 28°34'25"N/109°44'50"W, Sonora, México.

Estrato tipo y edad: Formación Santa Clara, Cárnico (¿y/o Nórico?), Triásico Tardío.

Derivación del nombre: *Claro*strobos, alude a la Formación Santa Clara y *-strobos*: cono; *echinostachyoides*: similar a *Echinostachys* Grauvogel-Stamm.

Material: La mayoría de los ejemplares, fueron encontrados por el autor y R. Weber en 1993, en la localidad San Javier, Sección 2 (loc. 530 CLP-IG-UNAM). Ejemplares adicionales se coleccionaron en el mismo año en la localidad La Barranca, Sección 2, Unidad 30 o LB-4 (loc. 522, CLP-IG-UNAM). El resto de los ejemplares, de mejor preservación, fueron colectados por Weber, Herrera-Gil y col. entre 1979 y 1981, en la localidad Chamina, Costado Sur (Loc. 543, especialmente 543 C, CLP-IG-UNAM).

Descripción. Con el material obtenido se pueden observar, tanto la forma general del estróbilo, como las partes internas del mismo (Lámina 3, Figuras 2-9). Éstos están fragmentados casi sin excepción y el ejemplar más grande alcanza 8 cm de longitud; en promedio miden 2.5 cm y, entre los completos, el más largo tiene 3.1 cm de longitud. La anchura va de 0.4 a 1.5 cm, con un promedio de 0.76 cm. A pesar de lo fragmentario del material, se colectaron suficientes estróbilos con base preservada, para afirmar que eran sésiles. Base y ápice son redondeados. Los verticilos de esporangióforos por lo general no se observan con claridad (Lámina 3, Figuras 3, 8, 9). En el espécimen ilustrado en Lámina 3, Figura 6, se nota que en las zonas de inserción de los esporangióforos (nudos), el eje central es más ancho que entre ellas, quizás a consecuencia de la desecación. Los esporangióforos presentan un escudo distal, que en vista lateral es triangular, ornamentado con una protuberancia en forma de espina frecuentemente curva hacia el ápice del estróbilo y que mide de 1.0 a 2.0 mm. Estas protuberancias podían romperse (Lámina 3, Figura 6), pero en general están preservadas (Lámina 3, Figuras 2, 5, 7). Además, los bordes de los escudos muestran del lado interior una ornamentación fina y rara vez observable con claridad, que en las impresiones tiene apariencia de ganchos muy pequeños orientados hacia el pedicelo del esporangióforo (Lámina 3, Figura 6). Los esporangios se observan sólo en muy pocos ejemplares, y están insertos al lado interno del escudo y tienen casi de la misma longitud que los pedicelos (Lámina 3, Figura 6). Debido a la preservación del material no fué

posible observar el número real de esporangios que existe por esporangióforo; por tal razón en la diagnosis se da a entender que existen por lo menos dos de ellos (Lámina 3, Figura 6). Las ornamentaciones marginales del escudo, antes descritas, podrían ser restos de esporangios desintegrados.

Todos los estróbilos asignados a esta especie se encontraron dispersos, desprendidos de la planta que los portaba, lo cual sugiere que eran caedizos. El material de *Asinisetum* asociado no presenta evidencia del modo de inserción. Al parecer, después de caerse, los estróbilos estaban todavía flexibles y relativamente delicados, ya que están fragmentados con mucha frecuencia. El gran margen de las dimensiones puede ser debido a su posición original en la planta o también a la edad de los estróbilos que, al parecer podían desprenderse en diferentes etapas de su desarrollo, de manera que se tienen ejemplares jóvenes, pequeños y compactos, y otros más grandes, en los cuales se observan los esporangióforos separados y que, por lo general, ya no presentan esporangios (Lámina 3, Figuras 2, 3, 6, 8, 9).

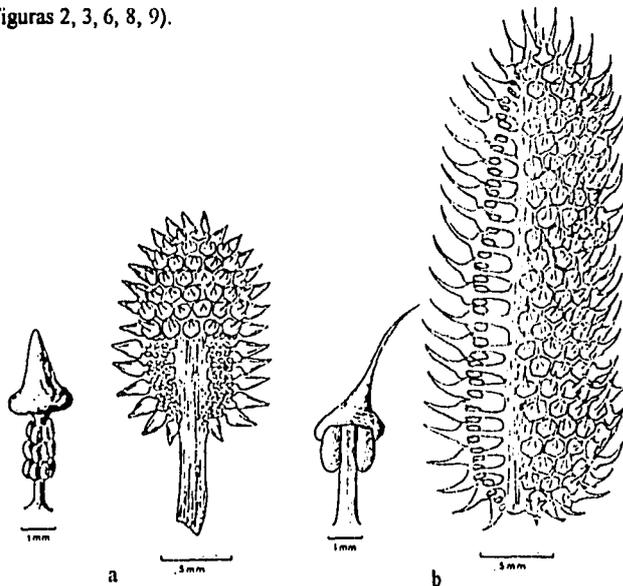


Figura 13. a) *Echinostachys oblonga* Brongniart (tomado de Grauvogel-Stamm, 1978) y b) *Clastrostobus echinostachyoides*.

Comparaciones. Los estróbilos de *Clarostrabus* poseen verticilos de esporangióforos dispuestos a lo largo de un eje central que no se alternan con verticilos intercalados de brácteas, al igual que prácticamente todos los estróbilos de la familia Equisetaceae (Boureau, 1964).

En contraste, las estructuras fértiles de las Gondwanostachyaceae y Tchernoviaceae son regularmente intercalares, o si presentan estróbilos terminales, éstos muestran verticilos foliares en alternancia con aquéllos de los esporangióforos (Rayner, 1992). Por tanto, *Clarostrabus* no pertenece a estas dos familias.

Otras estructuras reproductoras del orden Equisetales, similares a *Clarostrabus* incluyen a: *Angarotheca originalis* Chachlov, ciertas especies de *Neocalamites* Halle, los estróbilos de *Equisettes* Sternberg, que a veces se han asignado a *Equisetostachys* Jongmans y *Echinostachys* Grauvogel-Stamm; así como *Dichophyllites pachystachya* Bureau. Las especies mencionadas, cuando se tienen estróbilos con inserción lateral, comparten la presencia de un pedúnculo que los une al tallo, a diferencia de *Clarostrabus*, que es sésil. Este pedúnculo, es una característica importante taxonómicamente, e inclusive, sirve para diferenciar géneros, por ejemplo en los casos de *Angarotheca* y *Neocalamites*. Desde luego, no da sentido hablar de un pedúnculo en el caso de estróbilos terminales que son característicos de muchas especies de *Equisetum* y *Equisettes*.

Angarotheca originalis presenta un pedúnculo corto, inserto en las axilas foliares, con esporangióforos numerosos, y escudos parecidos a los de *Equisetum*. *Angarotheca originalis* difiere de *Clarostrabus* en la forma de los esporangióforos (Figuras 13 y 14), en que posee brácteas tanto en la base como en el ápice del estróbilo, y en la presencia de un pedúnculo (Figura 14; Lámina 3, Figuras 2, 6, 9). *Angarotheca originalis* se ha asociado a material vegetativo del género *Autophyllites*, que tiene ejes de tipo *Paracalamites* y follaje de tipo *Annulina*, *Annularia* o *Lobatannularia*, follaje bastante distinto al de *Asinisetum sonorensis*.

Los estróbilos de *Neocalamites* Halle son similares a *Angarotheca originalis*; mas difieren en que carecen de brácteas basales y terminales, y en la longitud mayor del pedúnculo que los une a los tallos vegetativos (Boureau, 1964). Compárese por ejemplo *N. aff. carrerei* (Vladimirovich, 1958). El género *Neocalamostachys* Kon'no incluye estróbilos con esporangióforos

dispuestos en verticilos, sin alternancia con verticilos de brácteas, al igual que *Clarostrabus*, pero sólo una especie semeja al material de Sonora. *Neocalamostachys pedunculatus* (Kon'no) Bourcau (1964) o *Equisetostachys* (*Neocalamostachys* ?) *pedunculatus* (Kon'no, 1962), tiene esporangióforos peltados con escudo hexagonal que difiere del material sonorenses en que carece de una protuberancia espiniforme (Lámina 3, Figuras 2, 3 y 9); además, la especie japonesa tiene un pedúnculo largo con un diafragma nodal en su base (Figura 15), ausentes en *Clarostrabus*.

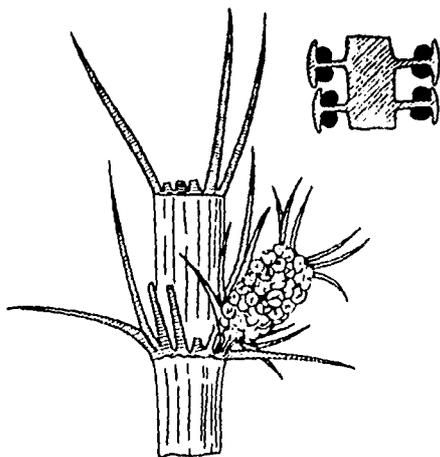


Fig. 14. *Angarotheca originalis* Chachlov. (Tomado de Bourcau, 1964). a) Inserción en un eje de *Apocalamites* sp., b) Esporangióforos en vista longitudinal y esporangios.

Las especies del género *Equisetostachys* y los estróbilos del género *Equisetites*, presentan la misma construcción general que *Clarostrabus*. Sin embargo, a consecuencia de que *Asinisetum*, el material asociado en Sonora con *Clarostrabus*, no tiene cabida dentro de *Equisetites*, y menos en *Equisetum*, no se realizó una recopilación exhaustiva de los estróbilos correspondientes a estos géneros. *Clarostrabus* es fundamentalmente diferente de *Equisetites* (*Equisetostachys*) *bracteosus* Kon'no, el cual presenta brácteas intercaladas con los verticilos de esporangióforos y además difiere de *E. nagatensis* Kon'no, *E. naitoi* Kon'no, *E. naitoi* ssp. *minor* Kon'no (1962), pues estas

especies presentan un pedúnculo y tienen forma externa oval. *Equisettes arenaceus* (Jaeger) Schenk difiere sobradamente de *Clarostrabus* en el tamaño, forma general (oval) e inserción de los estróbilos, así como en la forma de los esporangióforos (Frentzen, 1933).

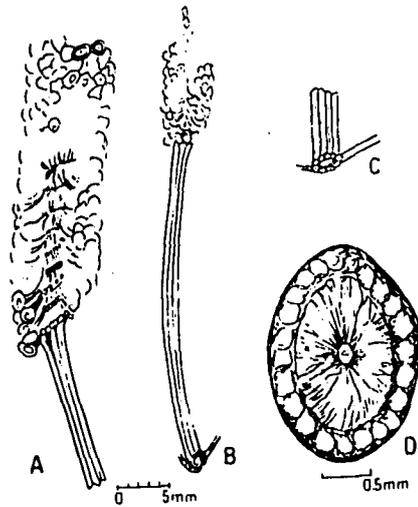


Figura 15. *Equisettes pedunculatus* Kon'no (tomado de Kon'no, 1962).

Echinostachys Grauvogel-Stamm (1978) y *Clarostrabus* son semejantes a primera vista; sin embargo, *Echinostachys* presenta un pedúnculo en la base del estróbilo y esporangios insertos a lo largo del pedicelo y no al escudo (Figura 13). Grauvogel-Stamm dió a esta última característica la importancia suficiente para erigir un familia nueva, Echinostachyaceae. La apariencia general de los esporangióforos de *Echinostachys* es igual a la de *Clarostrabus*, sólo que en el género sonorene las protuberancias espiniformes de los escudos son mucho más largas (Figura 13 izq.; Lámina 3, Figuras 2, 3, 6, 9). *Echinostachys* con sus dos únicas especies, se asocia con *Schizoneura* y ha sido encontrado solamente en el Triásico Inferior de Francia. Por tanto, no hay afinidad estrecha entre *Echinostachys* y *Clarostrabus*.

Tabla 5. Cuadro comparativo de las diferentes especies de los géneros *Echinostachys* y *Clarostrabus*.

ESPECIE	Estróbilos		E sporangióforos				
			Pedicelo		Escudo	Ornamentación del escudo	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Diámetro	Tipo de diente	Long. diente
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		mm.
<i>E. cylindrica</i>	17-35	10-27	3.0-5.0	0.5	2.5-4.0	redondeado	0.5*
<i>E. oblonga</i>	12-30	10-19	2.0-3.0	0.2	1.0-2.0	puntiagudo	1.5*
<i>C. echinostachyoides</i>	17-80	4-15	2.0-2.5	0.3	0.5-1.0	puntiagudo	1.0-1.5

* La longitud del diente fué tomada de las ilustraciones y fotografías de Grauvogel-Stamm, 1978.

En resumen, *Clarostrabus*, a diferencia de todas estas especies se caracteriza por la ausencia de un pedúnculo, así como la forma y la ornamentación de los esporangióforos. Además, los estróbilos de todas estas especies se han encontrado unidos o asociados con ejes vegetativos distintos de *Asinisetum sonorensis*.

Discusión. A pesar de que *Asinisetum sonorensis* y *Clarostrabus echinostachyoides* no se han localizado en conexión orgánica, hay evidencia circunstancial y certeza aceptable de que pertenecían a la misma planta, pues en las localidades donde se encuentra *C. echinostachyoides*, la especie dominante es *A. sonorensis*, y donde falta esta última, tampoco se ha encontrado *Clarostrabus*.

Clarostrabus es la única estructura reproductora de las Equisetaceae, presente en las localidades con *Asinisetum* (Tabla 6). Evidencia fuerte de que esta asociación no es accidental, sino al contrario, se debe a que ambas especies pertenecen a una sola planta, aportó su localidad tipo, San Javier, Sección 2 (loc. 530, CLP-IG-UNAM), en donde se localizó un estrato repleto de *A. sonorensis* y *C. echinostachyoides*, acompañados solamente con un espécimen de una conífera (*Elatocladus* sp.) y cinco ejemplares de *Laurozamites* ex gr. *fragilis*. Casi tan fuerte es la evidencia en la localidad La Barranca, Unidad 30 o LB 4 (loc. 522, CLP-IG-UNAM). Además, en la loc. 532 (CLP-IG-UNAM), en la misma Sección San Javier 2, hay otro estrato donde también se encontró *Asinisetum* (predominante) y *Clarostrabus*, acompañados por *Macroiaenopteris* (frecuente),

Macropterygium y *Bennettitales* no identificadas. Este punto de colecta no se tomó en cuenta en la Tabla 6, porque la recolección fue insuficiente.

Tabla 6. Distribución de unidades taxonómicas de la Formación Santa Clara.

Localidad	<i>Claroctrobus</i>	<i>Cladophlebis</i> ? spp.	<i>Asinisetum</i> <i>sonorense</i>	<i>Laurozamites</i> <i>pima</i>	<i>Desmiophyllum</i> sp. A
535B					A
508					A
538C					A
532A					A
538A					B
1001					A
543D					A
538B					B
521C					B
509				A	A
530	X		A	A	A
549		C	A	C	C
511		B	D		A
543C	X		B		D
541			B		
535A			B		
522	X		B		
524			B		
504			B	A	
523A		A	D	B	
531			C	C	
516				B	
526A				A	
550				C	
526B				C	
521B		D			

Las letras simbolizan las frecuencias relativas por especie en cada localidad.
 A= <10% , B= >10-25% , C= > 25-50% , D= >50% , X= Presencia, sin frec. rel.

Zambrano y Weber (1985) realizaron un ensayo sobre la paleoecología de comunidades de la taoflora de la Fm. Santa Clara, con base en presencia y ausencia de taxa en 37 puntos de colecta, y reconocieron cuatro grupos recurrentes de especies, ligados en su mayoría a determinados tipos de paleoambientes. *Asinisetum*, denominado en ese entonces como *Phyllothea*?, pertenece al grupo II, junto con *Cladophlebis* spp., *Desmiophyllum* sp. A, y *Laurozamites pima* Weber y Zamudio-Varela, antes *Zamites* aff. *powellii* (tab. 2 y 4 de Zambrano y Weber, 1985). Las estructuras reproductoras de los helechos y la bennettital distan de parecerse a las de una equisetal. Sin embargo, a *Desmiophyllum* sp. A podrían asociarse estróbilos masculinos un tanto semejantes a *Claroctrobus*, como los del género *Aethophyllum* (Brongniart) Grauvogel-Stamm (1975), o los *Masculoctrobus*

Seward asociados con otras coníferas mesozoicas. De hecho, en el material de Sonora hay un número importante de conos probablemente masculinos, relativamente grandes, que no pueden asignarse a *Claroctrobus*, y que se colectaron en la localidad Chamina Sur (loc. 543, CLP-IG-UNAM) junto con *Asinisetum* y *Claroctrobus*. En la localidad Chinitas (538, CLP-IG-UNAM), donde falta *Asinisetum*, estos mismos conos se encontraron en asociación con abundante *Desmiophyllum* sp. A. Los dos tipos de estróbilos o conos, respectivamente, son lo suficientemente diferentes, para no confundirlos, a pesar de que están mal preservados.

Además, dentro del conjunto de localidades con las especies del grupo II, la abundancia de *Desmiophyllum* sp. A y *Laurozamites pima*, tiende a ser mayor, en donde *Asinisetum* está ausente. Lo importante es que en dichas localidades no existen registros de *Claroctrobus*, lo cual corrobora que este género no corresponde a *Desmiophyllum*.

Finalmente, parece muy poco probable, que *Claroctrobus* pertenezca a alguna planta no representada en el registro de hojas y tallos con hojas.

Equisetites Sternberg, 1833.

Equisetites aff. *arenaceus* (Jaeger) Schenk, 1864.

Registros previos de Sonora

- 1982 *Equisetites* Sternberg, sp.- Weber, R. et al., 1980-1982 a: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, 4 (2): 127, fig. 1 a.
1985 *Equisetites* aff. *rogersi* (Bunbury) Bock.- Weber, 1985 a: III Congr. Latinoamericano Paleont. México. Simposio floras Triásico Tardío, etc., Mem.: 117, tab2; 120, tab 3.

Descripción. Los fragmentos de tallo en el material de la localidad tipo representan únicamente las partes más inferiores de la planta, ya sea los rizomas o las bases de los ejes aéreos, lo cual denotan los entrenudos relativamente muy cortos y los cambios de su longitud muy marcados (Lámina 4, Figura 1). Los tallos van de 6.0 (Lámina 4, Figuras 2 izq., x 3/4) a 16.6 cm de anchura (Lámina 4, Figuras 1, 2, izquierda), con entrenudos de 1.2 a 2.0 cm de longitud en los ejemplares menores (Lámina 4, Figura 2, derecha) y de 2.3 a 5.6 cm en los mayores (Lámina 4, Figura 1). Los

entrenudos son más largos, conforme con la distancia de los extremos de los ejes, o en caso de rizomas, con la distancia de zonas de crecimiento retardado (Lámina 4, Figuras 1 izq. y 2 der.). No hay especímenes que muestren la ramificación claramente. Sin embargo, el fragmento grande de la Lámina 4, Figura 2, muestra una cicatriz profunda, con forma de charola, en la mitad distal del entrenudo correspondiente, y de un diámetro de 3 cm. Cicatrices de este tipo se interpretan en la literatura como cicatrices ramales o de raíces. Al lado derecho del mismo tallo se observa un órgano apendicular, de naturaleza dudosa (¿estolón o raíz?), inserto en el tallo principal en la misma posición que la cicatriz mencionada. Este órgano apendicular se observa bien, aunque su anchura total no es muy clara (Lámina 4, Figura 2). Un órgano del mismo tipo de 2 cm de anchura se nota también en la Lámina 4, Figura 1, en el margen izquierdo. Todos los tallos mencionados carecen de vainas foliares, excepto el fragmento de la lámina 4, Figura 2, el cual representa un ápice. Las vainas foliares son muy escasas en el material y están constituidas por hojas unidas en sus bordes, uninervas. Cada hoja está dividida en un diente dorso-distal, libre, lo cual se observa sólo en dos especímenes, el ápice ya mencionado y en el fragmento de vaina de la Lámina 4, Figura 3, y una parte basal fusionada casi por completo con las hojas vecinas, y que tiene entre 8 y 12 mm de longitud por 3 mm de anchura (Lámina 4, Figura 3; x 2). Los dientes tienen forma linear-triangular, con base ensanchada, y alcanzan más que 8 mm de longitud. A partir de la base del diente, en la vaina, la porción basal de cada hoja muestra dos pliegues longitudinales, que delimitan una franja elevada central. En las líneas de fusión de las hojas vecinas, se encuentran surcos comisurales (Figura 16). Estos surcos en corte transversal son triangulares, se angostan hacia la base de la vaina y continúan debajo de línea nodal en la superficie del entrenudo inmediato inferior, donde se desvanecen (Lámina 4, Figuras 1,2). En el material disponible, estos surcos alcanzan la misma longitud que los entrenudos. A la altura de la línea nodal, los surcos tienen, en promedio, la mitad de la anchura de las hojas (Lámina 4, Figuras 1, 2).

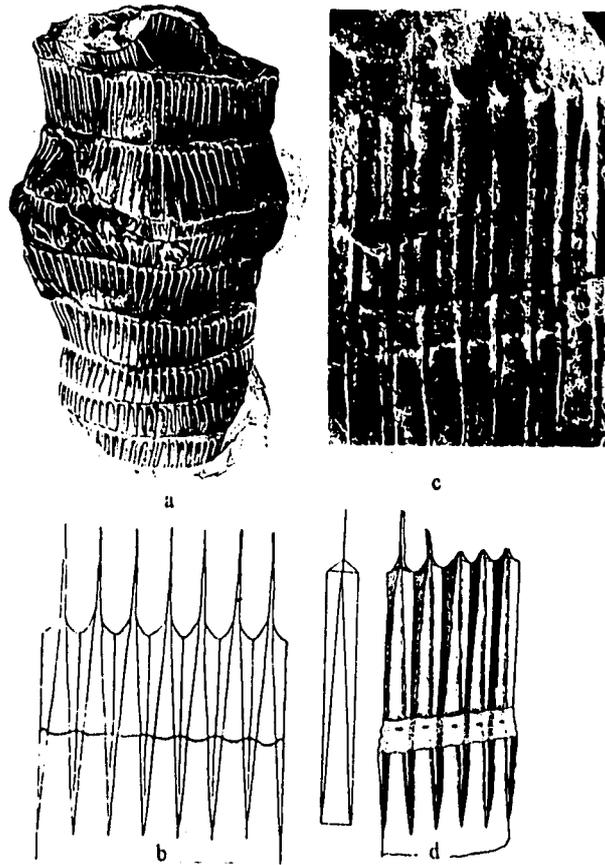


Figura 16. *Equisetites arenaceus* (Jaeger) Schenk (Schönlein, 1865 y Frentzen, 1922), a y b, y *Equisetites rogersii* (Bunbury) Schimper (Bock, 1969), c y d. a.- porción de tallo; b.- dientes foliares, vaina foliar, línea nodal y surcos angulares (abajo); c.- porción de tallo y d.- dientes foliares, vaina foliar, línea nodal y surcos angulares.

La Lámina 5, Figura 1, muestra un conjunto de estróbilos, tres de ellos completos y otros cuatro incompletos. Se encuentran formando dos grupos de tres cada uno y un estróbilo está desprendido. Tienen forma elipsoidal un poco curva, su longitud va de 31 a 45 mm y la anchura

alcanza 23 mm. Los ápices y las bases son redondeados (Lámina 5, Figuras 1, 2). En los ápices de tres estróbilos se notan brácteas de 6 mm de longitud, semejantes a los dientes foliares antes descritos. Su inserción no se observa. Los esporangióforos están dispuestos en verticilos, con discos peltados hexagonales de 5 mm de diámetro (Lámina 5, Figura 2).

Localidad principal. El arroyo La Barranca 1 (Loc. 544, CLP-IG-UNAM).

Material. El material fue colectado por estudiantes de la Facultad de Ciencias junto con Weber, en el verano de 1981, y consta de 15 ejemplares de tallos con buena preservación de la ornamentación cortical y un espécimen con los estróbilos correspondientes. El ejemplar ilustrado por Weber y col. (1980-1982 a, fig. 1 a) proviene de la localidad Camino Tule-Chamina (loc. 509 CLP-IG-UNAM) y no representa una vaina foliar, como escribieron aquellos autores, sino un fragmento de entrenudo. Además la especie se observó en las localidades 511 y 532, esta última en la Sección 3 de San Javier.

Comparaciones. El material pertenece indudablemente al grupo de las especies de talla muy grande de *Equisettes*, que es frecuente en el Triásico Tardío, y cuyo representante mejor conocido es *E. arenaceus* (Jaeger) Schenk (véase Introducción). Esta especie se ha registrado del Triásico Medio al Jurásico de Europa y Asia. Sin embargo, aquí se hace referencia solamente al material de varias localidades de Europa Central (Jaeger, 1827; Schenk, 1864; Leuthardt, 1904; Frentzen, 1933; Kräusel, 1959; Kelber, 1991). Muy similar es también *E. rogersii* (Bunbury) Schimper del Triásico de Norteamérica (Bunbury, 1847; Fontaine, 1883; Bock, 1969).

Las características de mayor importancia taxonómica de estas especies se encuentran en: a) la escultura externa de las hojas y la forma del diente foliar; b) la escultura del entrenudo, representada por surcos angulares y c) las estructuras reproductoras.

El material sonorensis no presenta una preservación muy buena de los dientes foliares, por lo cual no se pueden hacer comparaciones a este respecto. No obstante, las otras características

muestran claramente la afinidad de nuestro material con especies ya descritas para el Triásico, tanto de Norteamérica, como de Europa.

La presencia de los surcos angulares es una de las características más notorias dentro de este tipo de *Equisettes* y existen varias especies triásicas que las comparten, además de las dos ya mencionadas. Por ejemplo: *E. mytharum* Heer, *E. platyodon* Schenk, *E. conicus* Sternberg, de Europa y *E. columnare* Brongniart, de Norteamérica.

Equisetum mytharum Heer (1877), y *Equisetum platyodon* Schenk (Brongniart, 1828; Schenk, 1864; Schönlein, 1865; Frentzen, 1922), difieren con nuestro material en la longitud de los surcos, pues en éstos, la longitud es de 1/3 de la longitud total de los entrenudos, mientras que, en el material sonoreense la longitud de los surcos es igual a la del entrenudo. Por otro lado, *E. platyodon*, en opinión de Kelber (1990) se encuentra en sinonimia con *Equisettes conicus* Sternberg (Kräusel, 1959), lo cual es muy dudoso debido a su vaina foliar y a la forma y tamaño de sus surcos (Schönlein, 1865; Schimper, 1869; Heer, 1877). *Equisetum columnare* Brongniart (1847) fue descrito con base en ejemplares de poca calidad y al parecer guarda relación con *E. rogersii* (Fontaine, 1883), lo cual nos acercaría al material de Sonora, pero dada la calidad del material es difícil su comparación.

Al parecer, *E. rogersii* y *E. arenaceus* difieren solamente en sus líneas nodales (Figura 16; Lámina 4, Figura 3). Según Bock (1969), en *E. rogersii* la línea nodal posee ornamentaciones que no se observan en la especie alemana y puede presentar una anchura mayor (2 mm) que en *E. arenaceus* (0.25 mm) (Kräusel, 1959). Los ejemplares sonorenses concuerdan más con *E. arenaceus* (Figura 16), y se distingue de *E. rogersii* por las características de su línea nodal, ya que en nuestro material esta línea es mucho menos marcada. Por otro lado, los estróbilos encontrados en Sonora semejan en forma los de *E. arenaceus*, aunque en esta especie son de tamaño mayor, con una longitud de 2 a 8 cm y anchura de 1.5 a 6 cm (Frentzen, 1933, 1934). Las brácteas observadas en los ápices de los estróbilos sonorenses no se conocen de *E. arenaceus*, pero esto puede ser debido a la preservación.

No se puede asignar el material de la Fm. Santa Clara directamente a *E. arenaceus* debido a la preservación pésima de los dientes foliares (Lámina 4, Figura 3) y es por ello que se denomina como afín a *E. arenaceus*.

CONCLUSIONES

La información más importante de este trabajo se refiere a la presencia de por lo menos tres especies de esfenofitas en la Formación Santa Clara, dos de las cuales pertenecen a una misma planta, pero se describen como géneros y especies separados (*Asinisetum sonorensis* y *Claroastrobus echinostachyoides*) debido a que no existe conexión orgánica. Se supone que estas dos especies son de la misma planta gracias a la asociación por localidades que se da entre ambas, hallándose siempre juntas en las localidades más representativas. La tercera especie, *Equisetites* aff. *arenaceus* es una de las especies de mayor talla en el Triásico y se relaciona con el material de la parte central de Europa.

Asinisetum sonorensis es un claro ejemplo de la variabilidad de tipos de ejes que se pueden presentar dentro de una misma especie en las Sphenophyta. La asociación de esta especie con *Claroastrobus echinostachyoides*, estróbilo perteneciente a la familia Equisetaceae, abre una opción más para reconsiderar la evolución de este grupo de plantas.

Es importante mencionar que este es el primer trabajo a fondo sobre Sphenophyta fósiles en México y que contribuye a completar el conocimiento general de la flora fósil de la Formación Santa Clara, para que de esta manera se puedan llevar a cabo comparaciones fitogeográficas con otras floras fósiles triásicas del mundo y ver qué relación guardan entre sí.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, José G. y Ordóñez, Ezequiel, 1893. Datos para la Geología de México. Tacubaya, México, D.F. 88 p.
- Aguilera, José G. y Ordóñez Ezequiel, 1896. Bosquejo Geológico de México. Inst. Geol. Mex., Bol. 4-6. 270 p.
- Alencáster, Gloria, 1961 a. Paleontología del Triásico Superior de Sonora. Parte I. Estratigrafía del Triásico Superior de la parte central de Sonora. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana, v. 11, p.1-18.
- Alencáster, Gloria, 1961 b. Paleontología del Triásico Superior de Sonora. Parte III. Fauna fósil de la Formación Santa Clara (Cárnico) del Estado de Sonora. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana, v.1, p.1-45.
- Anderson, John M., 1977. The biostratigraphy of the Permian and Triassic. Part 3. A review of Gondwana Permian Palynology with particular reference to the Northern Karoo Basin, South Africa. Mem. Bot. Survey South Africa, v.41, 67 p.
- Anderson, John M. y Anderson, Heidi M., 1983. Palaeoflora of Southern Africa. Molteno Formation (Triassic) Vol. 1. Part 1. Introduction. Part 2. *Dicroidium*. Bot. Res. Inst., Balkema, Rotterdam. 227 p., 223 pl.
- Anderson, John M. y Anderson, Heidi M., 1985. Palaeoflora of Southern Africa. Prodrumus of South African Megaflores. Devonian to Lower Cretaceous. Bot. Res. Inst. Balkema, Rotterdam. 423 p, 226 pl.
- Anderson, John M. y Anderson, Heidi M., 1989. Palaeoflora of Southern Africa. Molteno Formation (Triassic) Vol. 2. Gymnosperms (excluding *Dicroidium*). Bot. Res. Inst., Balkema, Rotterdam. 567 p, 331 pl.
- Archangelsky, Sergio y Arrondo, Oscar G., 1973. Palaeophytologia Kurtziana. III 10. La Tafloflora Pérmica de Sierra de los Llanos provincia de la Rioja. Ameghiniana, v.10, núm. 3, p. 201-228.
- Ash, Sidney R., 1978. Plant Megafossils. In: S. R. Ash (ed.) Geology, paleontology and paleoecology of a late Triassic lake in western N. México. Brigham Young University Geol. Studies, v.25, núm. 2, p. 21-26.
- Ash, Sidney R., 1985. First record of the Gondwana plant *Schizoneura* (Equisetales) in the Upper Triassic of North America. In: R. Weber (ed.) III Congr. Latinoamericano Paleont. México. Simposio sobre floras del Triásico Tardío, su fitogeografía y paleoecología. Mem., p. 59-65.
- Beutelspacher, S. Roberto e Islas-López, Jaime, 1980. Exploración geológico-minera por carbón en el Estado de Sonora. Mem. III Reunión Nal. de Geotecnia y Geotermia, C.F.E., Tomo I, p.166-169.
- Bock, Wilhelm, 1969. The American Triassic flora and global distribution. Geol. Center Res. Ser., v.3-4, 406 p.
- Boureau, Edouard, 1964. Traité de Paléobotanique III. Sphenophyta Noeggerathiphyta. Paris, Masson. 544 p.
- Brongniart, Adolphe de, 1828. Histoire des végétaux fossiles. Paris. 488 p.
- Bunbury, C.J.F., 1847. Description of fossil plants from the coal field near Richmond. Va. Quart. Jour. Geol. London, v.3, p. 283-285.
- Bunbury, C.J.F., 1851. Título no localizado. Quart. Jour. Geol. Soc. London, Proc., 1851 (no visto).
- Burckhardt, C. 1930. Étude synthétique sur le Mésozoïque mexicain. Mém. Soc. Paléont. Suisse, v. 41-50, 280 p.
- Cleal, C.J, 1993. Pteridophyta In: M. J. Benton (ed.) The Fossil Record 2 : 779-794. Chapman and Hall, London, New York.

- Daugherty, Lyman H., 1941. The Upper Triassic flora of Arizona. Carnegie Inst. Washington Publ., v. 526, 108 p.
- Dobruskina, Inna A., 1994. Triassic floras of Eurasia. Wien-New York, Springer-Verlag. 421 p.
- Dumble, E.T., 1900. Notes on the Geology of Sonora, México. Amer. Inst. Mining Engs., Transactions, v.29, p.122-152.
- Emmons, Ebenezer, 1856. Geological Report of the Midland Counties of North Carolina. North Carolina Geol. Survey, New York, Putnam. 352 p.
- Flores, T. 1929. Reconocimientos geológicos de la región central del Estado de Sonora. Inst. Geol. México Bol., v. 49, 253 p.
- Fontaine, William M., 1883. Contributions to the knowledge of the Older Mesozoic flora of Virginia. U.S. Geol. Surv., Monogr. 6, 144 p.
- Fontaine, William M., 1900. Notes on fossil plants collected by Dr. Ebenzer Emmons from the older Mesozoic rocks of North Carolina. In: L.F. Ward (ed.). Status of the Mesozoic floras of the United States: US. Geol. Survey Ann. Rept. 20, p. 241-289.
- Fontaine, William M. y Knowlton, Frank H. 1890. Notes on Triassic plants from New Mexico. Proc.US. Nat.Mus., v 13, p. 281-285.
- Freguelli, Joaquín., 1949. Addenda a la flora del Gondwana Superior en la Argentina. Physis, v. 20 num. 57, p.139-158.
- Frentzen, Karl, 1922. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora des südwestlichen Deutschlands. Letten-Kohle und Schilfsandsteinflora. Jahresber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N.F, v. 11, p. 8-18.
- Frentzen, Karl, 1933. Equisetaceen des Germanischen Keupers. Pal. Zeitschr., v.15, núm. 1, p.31-37.
- Frentzen, Karl, 1934. Über die Schachtelhalmgewächse des Keupers. Aus der Heimat, v. 47, p. 48-151.
- Gorelova, S.G. y Radchenko, G.P., 1962. Las plantas más importantes de los sedimentos del Pérmico Superior del Distrito montañoso de Altai-Saïansk. Vses. Nauchno-issledovatel'ski.Geol.Inst. (VSEGEI) v.79, p. 39-93; pl. II-VII, X, XI (en ruso).
- Grauvogel-Stamm, Léa y Grauvogel, Louis, 1975. *Aethophyllum* Brongniart 1828, conifère (non équisétales) du Grès à Voltzia (Buntsandstein Supérieur) des Vosges (France), note préliminaire. Géobios, v. 8, núm.2, p.143-146.
- Grauvogel-Stamm, Léa, 1978. La flore du grès à Voltzia (Buntsandstein Supérieur) des Vosges du Nord (France). Morphologie, anatomie, interprétations phylogénique et paléogeographique. Univ. L. Pasteur de Strasbourg, Inst. Géol., Mém. 50. 225 p.
- Greuter, Werner, et al., 1988. International Code of Botanical Nomenclature. Koeltz Sci. Books, Koenigstein, Koeltz. v. 118, 328 p.
- Harris, Thomas M., 1931. The fossil Flora of Scoresby Sound, East Greenland. Part I. Cryptogams (exclusive of Lycopodiales). Medd. om Groenland, v. 85, núm. 2, p.1-104, pl.1-18.
- Heer, Oswald, 1877. Flora fossilis Helvetiae. Zürich, Wurster. 182 p., 70 pl.
- Hope, Robert.C. y Patterson III, O.F., 1969. Triassic flora from the Deep River Basin, North Carolina. North Carolina Dept. Conserv. Dev., Spec. Publ. v. 2, p. 5-7.
- Humphreys, E.W., 1916. Triassic plants from Sonora, México, including a *Neocalamites* not previously reported from North America. Mem. N.Y. Bot. Garden, v. 6., p. 75-78.
- Jaeger, Georg Friedrich, 1827. Über die Pflanzen-Versteinerungen, welche in dem Bausandstein von Stuttgart vorkommen. Stuttgart, 46 p., 8 lam.
- Kelber, Klaus-Peter, 1990. Die versunkene Pflanzenwelt. Würzburg. 1-99 p.
- Kelber, Klaus-Peter, 1991. Der dreidimensionale Bau der Blattspitzen bei *Equisetites arenaceus* (Equisetopsida, Equisetales) aus dem Unteren Keuper (Trias, Ladin). In: J. Kovar-Eder (ed.): Palaeovegetational development in Europe: Proc. Pan-European Paleobot. Conf. Viena (PEPC 1991), p. 289-296.

- King, R.E., 1939. Geological reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of México. Geol. Asoc. Amer. Bull., v. 50, p.1625-1722.
- Kon'no, Enzo, 1962. Some species of *Neocalamites* and *Equisettes* in Japan and Korea. Tohoku Univ. Sci. Rep. Spec. Vol. 5, p. 21-47.
- Kräusel, Richard, 1959. Keuperflora von Neuwelt bei Basel. III: Equisetaceen. Schweiz. Paläont. Abh., v. 77, p. 1-19, 7 lám.
- Krebs, Charles, 1989. Ecological methodology. New York, Harper y Row. 654 p.
- Leuthardt, F., 1904. Die Keuperflora von Neue Welt bei Basel. Abh. Schweizerische Pal. Ges. v. 30/31, p. 1-42.
- Mamay, Sergius H. y Read, Charles B., 1956. Additions to the flora of the Spotted Ridge Formation of Central Oregon. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. v. 274-I, p. 211-226.
- Martínez-Jiménez, R., 1984. Prospección geológica del grafito microcristalino del Triásico de la porción Norte del Municipio de Alamos, Sonora. Tesis Prof. ESIA "Ciencias de la Tierra", I.P.N., México, D.F. 199 p. (inédita).
- Melchior, Hans y Werdermann, Erich, 1954. A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien. Berlin, Borntraeger. 367 p.
- Meyen, Sergei V., 1967. New data on relationship between Angara and Gondwana Late Paleozoic floras. I Sympos. Estratigr. Paleont. Gondwana Res. de Trab., Mar del Plata, Argentina, 13-14 p.
- Meyen, Sergei V., 1971. *Phyllothea*-like plants from the Upper Palaeozoic flora of Angaraland. Palaeontographica, Abt. B., v. 133, núms. 1-3, p.1-33; pl. 1-12.
- Meyen, Sergei V., 1987. Fundamentals of Palaeobotany. New York, Chapman and Hall, 432 p.
- Millan, José H. y Dolianiti, Elias, 1979. Esfenófitas do Eogondwana de Cerquiliho, Sao Paulo (Bacia do Parana). 3- Género *Phyllothea*. Bol. Asoc. Latinoam. Paleobot. y Palinol., v. 6, p. 1-4.
- Mogucheva, N.K., 1984. Flora del Triásico Temprano en el Norte de Verkhoyansk. Ezh. Vses. Paleont. Obsh., v. 27, p. 88-102 (en ruso).
- Newberry, John Strong, 1876. Descriptions of fossils. In: J. N. Macomb, 1859. Report of the exploring expedition from Santa Fe, New Mexico, to the junction of the Grand and Green Rivers... Washington, D.C., 137-148.
- Newberry, John Strong, 1888. Fauna and Flora-Trias of New Jersey and Connect. Valley. US. Geol. Survey Monogr. 14, p. 85-87.
- Pant, Divya D. y Nautiyal, Devendra D., 1967. On the structure of *Raniganjia bengalensis* (Feistmantel) Rigby with a discussion of its affinities. Palaeontographica, Abt. B, v. 121, núm. 1-3, p. 52-64.
- Pant, Divya D. y Kidwai, Parveen F., 1968. On the structure of stems and leaves of *Phyllothea indica* Bunbury, and its affinities. Palaeontographica, Abt. B, v. 121, núms. 4-6, p.102-121.
- Potter, Paul E., et al., 1980. Breve informe de actividades... Dir. Min. Geol. Energ., Gobierno Edo. Sonora. Hermosillo. 6 p. y anexos (informe inédito).
- Potter, Paul E. y Cojan Isabel, 1985. Description and interpretation of the Section of the Barranca Group east of Rancho La Barranca, Municipio de San Javier, Sonora. In: R. Weber (ed.). III Congr. Latinoamericano Paleont. México. Simposio sobre floras del TriásicoTardío, su fitogeografía y paleoecología Mem. p. 101-105.
- Radchenko, G. P., 1956. Familias y géneros nuevos de plantas. Material de Paleontología. n. s., VSEGEI, serie 12, p. 206-216 (en ruso).
- Rangin, Claude, 1977. Sobre la presencia del Jurásico Superior con Amonitas en Sonora septentrional. Geol. Bol., 1, p. 14.
- Rayner, R. J., 1992. The Upper Permian articulate *Phyllothea australis* from South Africa. Bot. Jour. Linn. Soc., v. 108, p. 321-332.

- Rodríguez-Castañeda, José Luis, 1981. Notas sobre la geología del área de Hermosillo, Sonora. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, vol. 8, p. 30-36.
- Rogers, William B., 1843. On the Age of the Coal Rocks of Eastern Virginia. Rept. Assoc. Amer. Geol. Nat., Boston, p. 298-316.
- Roldán-Quintana, Jaime, y González-León, Carlos, 1985. Notas sobre el Triásico Superior de la Sierra de la Flojera, Sonora. In: R. Weber (ed.). III Congr. Latinoamericano Paleont. México. Simposio sobre floras del Triásico Tardío, su fitogeografía y paleoecología Mem. p. 83-85.
- Saksena, S., 1952. On a new species of *Phyllothea* (*P. sahnii*) from the South Rewah Gondwana Basin, Central India and its comparison with *P. etheridgei* from the Newcastle series. New South Wales, Australia. The Palaeobotanist, v. 1, p. 409-416.
- Saksena, S. 1954. Reconstruction of the vegetative branches of *Phyllothea etheridgei* Arber and *Phyllothea sahnii* Saksena. The Palaeobotanist, v. 3, p. 51-53.
- Saporta, Louis C.J. Gaston, Marquis de, 1891. Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Plantes Jurassiques IV. Paris. 548 p.
- Schenk, August, 1864. Beiträge zur Flora des Keupers und der rhätischen Formation. Ber. Naturforsch. Ges. Bamberg, v. 7, p. 58-74.
- Schenk, August, 1865. Über die Flora der schwarzen Schiefer von Raibl. Würzburger Naturwiss. Zeitschr., v. 6, p. 13-15.
- Schimper, Wilhelm Ph., 1869. Traité de Paléontologie végétale où la flore du monde primitif. vol. I. Cryptogames où acotylédonées. Paris, Baillière. 740 p., 56 lám.
- Schönlein, Johann Lucas, 1865. In: August Schenk, 1865. Abbildungen von fossilen Pflanzen aus dem Keuper Frankens. Wiesbaden, 22 p., 13 lám.
- Seward, Albert Charles, 1907. Notes on fossil plants from South Africa. Geological Magazine New Ser. Dec. X, v. 4, núm. 11, p. 31; pl. 20.
- Silva-Pineda, Alicia, 1961. Paleontología del Triásico Superior de Sonora. Parte II. Flora fósil de la Formación Santa Clara (Cárnico) del Estado de Sonora. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana, v. 11, p. 1-36.
- Silva-Pineda, Alicia, 1979. La flora triásica de México. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, v. 3, núm. 2, p. 138-145.
- Singh, V.K., Srivastava, A.K. y Maheswari, Hari K., 1986. Sphenopsids from the Barakar Formation of Hura tract, Rajmahal Hills, Bihar. The Palaeobotanist, v. 35, núm. 3, p. 236-241.
- Sokal, Robert, 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Madrid, Blume. 832 p.
- Stemberg, Kaspar, M., 1833. Versuch einer geognostischen. Bot. Darst. Flora d. Vorwelt, v.2, nums. 5-6, 43 p.
- Stewart, Wilson N. y Rothwell, Gar W., 1993. Paleobotany and the evolution of plants. New York, Cambridge Univ. Press. 521 p.
- Surange, K.R. y Kulkarni, S., 1967. On two new species of *Phyllothea* from the south Karanpura coalfield, Bihar. The Palaeobotanist, v. 16, núm. 1, p. 95-100.
- Surange, K.R. y Prakash, Uttam, 1962. Studies in the Glossopteris flora of India. 12. *Stellothea robusta* nov. comb., a new Equisetaceae. The Palaeobotanist, v. 9, núms. 1-2, p. 49-52.
- Surange, K.R., 1955. Studies in the Glossopteris flora of India. 2. Equisetales from the Raniganj Coalfields. The Palaeobotanist, v. 4, p. 83-88.
- Townrow, J.A., 1955. On some species of *Phyllothea*. Journ. Proc. Roy. Soc. N.S.W., v. 89, núm. 1, p. 39-63.
- Vassallo, Luis F., 1983. Geología y génesis de los depósitos de grafito del Estado de Sonora. Informe de actividades, Inst. Geología, UNAM., México (inérito).

- Vassallo, Luis.F., 1985. Sobre la evolución geológica de la parte central del Estado de Sonora, México y su relación con los depósitos de grafito. *In* : R. Weber (ed.). III Congr. Latinoamericano Paleont. México. Simposio sobre floras del Triásico Tardío, su fitogeografía y paleoecología Mem. p. 87-100.
- Vladimirovich, V.P., 1958. Sobre el hallazgo de restos de *Neocalamites* con sus estróbilos conservados. Dokl. Akad. Nauk. CCP, v. 122, núm. 4, p. 695-698 (en ruso).
- Vladimirovich, V.P., 1980. Nuevos tallos segmentados del Triásico Inferior de la Cuenca del Kuznets. Vses. Nauk. Issledovatel. Geol. Inst. Trudy, v. 204, p.32-34 (en ruso).
- Weber, Reinhard, 1968. Die fossile Flora der Rhät-Lias-Übergangsschichten von Bayreuth (Oberfranken) unter besonderer Berücksichtigung der Coenologie. Erlanger Geol. Abh. v. 73, 73 p., 17 lám.
- Weber, Reinhard, 1985. Las plantas fósiles de la Formación Santa Clara (Triásico Tardío, Sonora, México). Estado actual de las investigaciones. *In* : R. Weber (ed.). III Congr. Latinoamericano Paleont. México. Simposio sobre floras del Triásico Tardío, su fitogeografía y paleoecología Mem. p. 107-124.
- Weber, Reinhard, Trejo-Cruz, Ricardo, Torres-Romo, Alfonso y García-Padilla, Antonio, 1980-1982b: Hipótesis de trabajo acerca de la paleoecología de comunidades de la taoflora Santa Clara del Triásico Tardío de Sonora. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, v. 4, núm. 2, p. 138-154.
- Weber, Reinhard, Zambrano-García, Angel y Amozurrutia-Silva, Flor, 1980-1982a. Nuevas contribuciones al conocimiento de la Taoflora de la Formación Santa Clara (Triásico Tardío) de Sonora. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, v. 4, núm. 2, p.125-137.
- Weber, Reinhard y Zamudio-Varela, Graciela, en prensa. *Laurozamites*, a new genus and new species of bennettitalean leaves from the Late of North America. Rev. Mexicana Ciencias Geol.
- Wilson, Ivan F. y Rocha, U.S., 1946. Los yacimientos de carbón de la región de Santa Clara, Municipio de San Javier, Estado de Sonora: Cons. Rec. Nat. No Renov. Bol., v. 9. 108 p.
- Zalensky, M.D., 1939. Végétaux permians de Bardien de l'Oural: Lab. Paleont. Univ. Moscou, Publ. Probl. Paleont., v. 5, p. 329-335.
- Zambrano-García, Angel y Weber, Reinhard, 1985. Nuevo ensayo de un panorama de la paleoecología de comunidades de la Taoflora Santa Clara (Triásico Tardío, Sonora). *In* : R. Weber (ed.). III Congr. Latinoamericano Paleont. México. Simposio sobre floras del Triásico Tardío, su fitogeografía y paleoecología Mem. p. 153-163.
- Zar, Jerrold H., 1983. Biostatistical analysis. N. Jersey, Englewood Cliffs. 718 p.

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Localidades con plantas triásicas en Norteamérica, según Dobruskina (1994).....	8
Fig. 2. Mapa de ubicación de las áreas y localidades fosilíferas de la Formación Santa Clara (Triásico Tardío), Sonora, México (tomado de Weber, 1985).....	12
Fig. 3. Columna estratigráfica de la sección tipo de la Fm. Santa Clara, ubicada a 2.5 km. de la Barranca, según Potter y Cojan (1985).....	14
Fig. 4. <i>Asinisetum sonorene</i> , parámetros medidos para análisis estadístico.....	19
Fig. 5. <i>Phyllothea turnaensis</i> Gorelova, <i>Equisetina laevis</i> Rasskazova y <i>Phyllothea</i> aff. <i>stellifera</i> Schmalhausen (tomado de Meyen, 1971 y Boureau, 1964).....	30

Fig. 6. Dendrograma 1. Análisis de grupos de los cuatro tipos de ejes pertenecientes a <i>Asinisetum sonorensis</i>	32
Fig. 7. Dendrograma 2. Análisis de grupos de los cuatro tipos de ejes de <i>Asinisetum sonorensis</i> con el total de ejes.....	33
Fig. 8. Tipos de ejes presentes en <i>Asinisetum sonorensis</i> , mostrando las anchuras y longitudes de los entrenudos y las vainas características.....	34
Fig. 9. Reconstrucción de <i>Asinisetum sonorensis</i>	34
Fig.10. Tipos de vainas foliares en el género <i>Phyllothea</i> , mostrando los tipos para Gondwana, arriba, y Angara, abajo (según Surange y Kulkarni, 1968; Pant y Kidwai, 1968 y Meyen, 1971).....	36
Fig.11. <i>Koretrophyllites linearis</i> Raskassova (tomado de Boureau, 1964).....	37
Fig.12. <i>Phyllothea stenophyllotides f. magnifica</i> Zalesky (tomado de Zalesky, 1939).....	39
Fig.13. <i>Echinostachys oblonga</i> Brongniart (tomado de Grauvogel-Stamm, 1978) y <i>Clarostrobusechinostachyoides</i> , dibujo comparativo.....	44
Fig.14. <i>Angarotheca originalis</i> Chachlov (tomado de Boureau, 1964).....	46
Fig.15. <i>Equisetites pedunculatus</i> Kon'no (tomado de Kon'no, 1962).....	47
Fig.16. <i>Equisetites arenaceus</i> (Jaeger) Schenk y <i>E. rogersi</i> (Bunbury) Schimper.....	52

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Longitud de los entrenudos de <i>Asinisetum sonorensis</i>	28
Gráfica 2. Número de hojas de <i>Asinisetum sonorensis</i>	28
Gráfica 3. Longitud de las vainas de <i>Asinisetum sonorensis</i>	28
Gráfica 4. Número de hojas por cm de <i>Asinisetum sonorensis</i>	29
Gráfica 5. Anchura de ejes de <i>Asinisetum sonorensis</i>	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de especies del orden Equisetales para Norteamérica.....	9
Tabla 2. Estratigrafía del Grupo Barranca, según Vassallo, 1985.....	15
Tabla 3. Listado y ubicación de localidades fosilíferas de la Fm. Santa Clara en las que se encuentran esfenofitas fósiles.....	16
Tabla 4. Modelo de matriz de comparación utilizado en Multivar Statistical.....	20
Tabla 5. Cuadro comparativo de las diferentes especies de los géneros <i>Echinostachys</i> y <i>Clarostrobos</i>	48
Tabla 6. Distribución de unidades taxonómicas en la Fm. Santa Clara.....	49

EXPLICACION DE LAMINAS

Lámina 1: *Asinisetum sonorensis* gen. et sp. nov.

- Fig. 1. Eje tipo 1 mostrando vainas foliares cilíndricas adpresas al tallo. IGM-PB-543-706 (x 1, xilol).
Fig. 2. Eje principal del tipo 1, de talla pequeña. IGM-PB-523 A-707 A (x 1).
Fig. 3. Eje del tipo 1. IGM-PB-528-708 A (x 1).
Fig. 4. Fragmento de tallo del tipo 3 con vaina foliar. IGM-PB-543-494 B (x 1).

- Fig. 5. Porción apical de un tallo del tipo 4. IGM-PB-543-709 (x 1, xilol).
Fig. 6. Eje principal, tallo del tipo 1. IGM-PB-504-512 (x 1).
Fig. 7. Tallo ramificado, con ramas del tipo 2. IGM-PB-522-710 (x 1).

Lámina 2: *Asinisetum sonorensis* gen. et sp. nov.

- Fig. 1. Eje del tipo 2, mostrando vaina corta y entrenudo liso. IGM-PB-543-493 A (x 1).
Fig. 2. Eje del tipo 2. IGM-PB-530-711 (x 1).
Fig. 3. Eje del tipo 1 y principal. IGM-PB-530-712 (x 1).
Fig. 4. Vaina foliar con fascículos de hojas (2 a 3). IGM-PB-543-713 (x 1).
Fig. 5. Vaina foliar. IGM-PB-530-714 A (x 2).
Fig. 6. Eje del tipo 1. IGM-PB-522-715 A (x 1).
Fig. 7. Tallo del tipo 2. Este es el tallo de mayor anchura, con entrenudo poco ornamentado. IGM-PB-530-716 A (x 1).

Lámina 3:

Asinisetum sonorensis gen et sp. nov.

- Fig. 1. Tallo del tipo 2, con vainas cortas y entrenudos lisos. IGM-PB-543-717 A (x 1).
Clarostrabus echinostachyoides nov. gen. n. sp.
Fig. 2. Estróbilo completo (en posición morfológica invertida), con ornamentaciones y disposición de esporangios. IGM-PB-543-718 A (x 2, tomado en agua).
Fig. 3. Porción basal? de un estróbilo. IGM-PB-543-719 (x 2, tomado en agua).
Fig. 4. Holotipo, estróbilo junto con un eje de tipo 1 de *A. sonorensis*, mostrando una ruptura en su vaina foliar. IGM-PB-530-720 A (x 1, tomado en agua).
Fig. 5. Acercamiento del estróbilo de la Figura 4 (x 2, tomado en agua).
Fig. 6. Parte central de un estróbilo mostrando los verticilos de esporangióforos, así como los esporangios anátropos. IGM-PB-522-715 A (x 8, tomado en agua).
Fig. 7. Estróbilos, uno de ellos mostrando la porción apical. IGM-PB-530-721 A (x 2, tomado en agua).
Fig. 8. Estróbilo aislado. IGM-PB-543-495 (x 1, xilol).
Fig. 9. Acercamiento de la Figura 8 (x 2, xilol).

Lámina 4: *Equisetites aff. arenaceus* (Jaeger) Schenk.

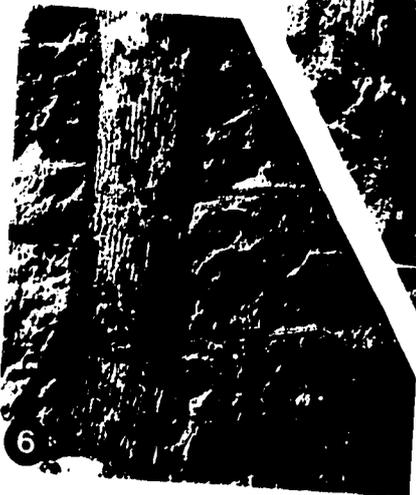
- Fig.1. Tallos, mostrando línea nodal, surcos angulares. Nótese la longitud muy baja de los entrenudos del tallo mayor, en su porción inferior. IGM-PB-544-722 A (x 0.75).
- Fig.2. Eje mostrando cicatriz de rama o raíz (izq.) y porción basal de ramificación. A la derecha abajo se observa un ápice de un eje pequeño, con vetículos foliares completos. IGM-PB-544-723 A, arriba, y 723 B, abajo (x 0.75).
- Fig.3. Acercamiento de zona nodal, mostrando línea nodal, surcos angulares, vaina foliar y un único diente foliar. IGM-PB-544-724 (x 1).

Lámina 5: *Equisetites aff. arenaceus* (Jaeger) Schenk.

- Fig.1. Estróbilos pertenecientes a *E. aff. arenaceus*. IGM-PB-544-724 (x 1).
- Fig.2. Acercamiento de la Figura 1 (x 2).



Asmisetum sonorensis gen. et sp. nov.



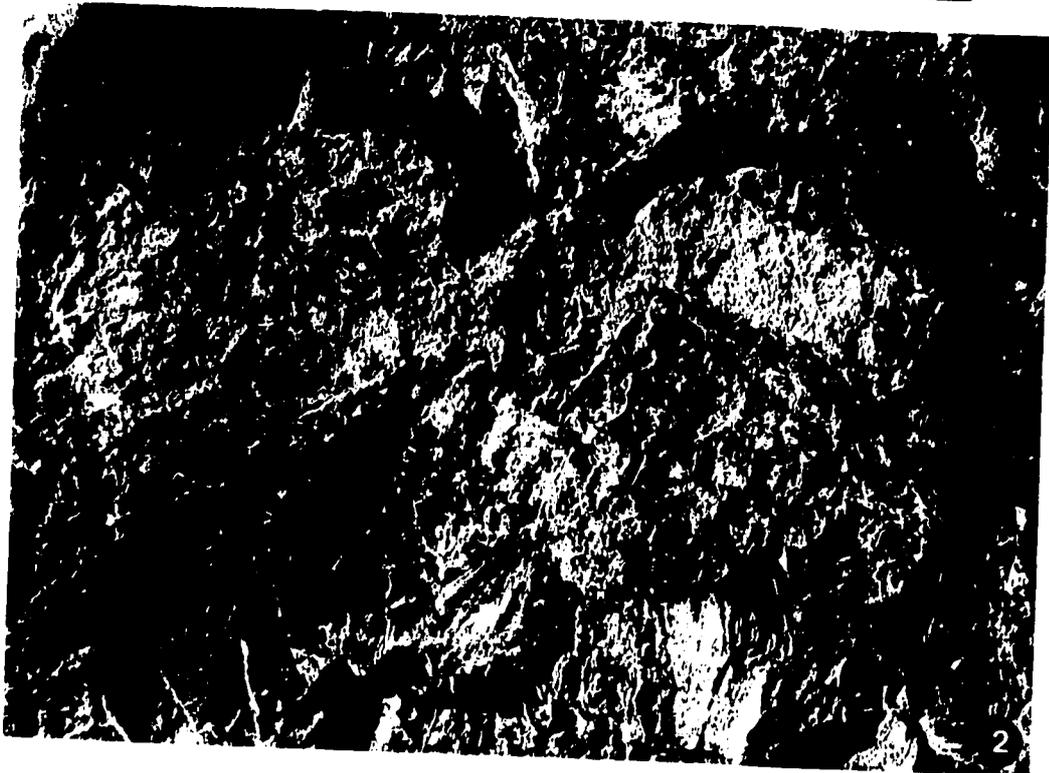
Asimisetum sonorensis gen. et sp. nov.



Asimisetum sonorensis gen. et sp. nov., *Claroastrobus echinostachyoides* gen. et sp. nov.



Equisetites aff. *arenaceus* (Jaeger) Schenk



Equisetites aff. *arenaceus* (Jaeger) Schenk