

**HOMOMORPHISM IN TRIASSIC EUISETACEAE: *ASINISETUM* GEN. NOV.,  
*EUISETITES AEQUECALIGINOSUS* WEBER AND ACCOMPANYING  
CONES FROM SONORA, MEXICO**

REINHARD WEBER

ABSTRACT

*Asinisetum* and *Equisetites* cf. *arenaceus* (Santa Clara Formation, Late Triassic, Carnian and, perhaps, Norian, Sonora, Mexico) are revealed as morphological doubles of other taxa, when linkage with the associated cones is considered. The leafy shoots of *Asinisetum* resemble some Permian Tchernoviaceae, i.e. *Phyllothea* or closely related genera from Russia, but the cones suggest equisetaceous relationships. The axes were found at six localities in close association with cones not formally named, and the cones occur only together with the axes. *Equicalastrobus* GRAUVOGEL-STAMM & ASH, sp., is more rare and associated with *Equisetites* cf. *arenaceus* (JAEGER) SCHENK. The reconstructed plant based on these auxiliary morphotaxa is *Equisetites aequicaliginosus* WEBER. Regarding this reconstruction, the methodical background of proving and naming in paleobotany is discussed in detail. Morphological concepts and evolutionary understanding derived by GRAUVOGEL-STAMM & ASH from their description of *Equicalastrobus* are reviewed.

Following to a variation analysis carried out in 202 shoot fragments, *Asinisetum* includes three micro-species, *A. formosum*, *A. breviarticulatum* and *A. dissimile*. Two vegetative fragments of *Equisetites*, *E.* sp. 1 and sp. 2, differ from *Equisetites aequicaliginosus*.

**Key words:** Fossil, Equisetaceae, new genus, *Asinisetum*, *Equisetites*, fertile, reconstruction, biometry, Triassic, Carnian, Mexico.

**HOMOMORPHIE BEI TRIASSISCHEN EQUISETACEAE: *ASINISSETUM* GEN. NOV.,  
*EQUISETITES AEQUECALIGINOSUS* WEBER UND ZUGEHÖRIGE  
SPORANGIENSTÄNDE AUS SONORA, MEXIKO**

REINHARD WEBER

ZUSAMMENFASSUNG

*Asinisetum* gen. nov. und *Equisetites* cf. *arenaceus* (JAEGER) SCHENK (Equisetaceae, Formation Santa Clara, Spättrias, Karn und vielleicht Nor, Sonora, Mexiko) sind als paläobotanische Doppelgänger anderer Taxa zu erkennen, wenn ihre Zusammengehörigkeit mit begleitenden Sporangienähren (Zapfen) in Betracht gezogen wird. *Asinisetum* ähnelt Arten von *Phyllothea* oder anderer Gattungen der Tchernoviaceae des russischen Perms, aber die Zapfen deuten auf Zugehörigkeit zu den Equisetaceae. Diese nicht eigens benannten Zapfen sind an sechs Fundstellen mit *Asinisetum*-Achsen eng vergesellschaftet, und kommen nirgends ohne solche Achsen vor. Der andere Zapfen, *Equicalastrobus* GRAUVOGEL-STAMM & ASH, sp., ist selten und mit dem ebenso seltenen *Equisetites* cf. *arenaceus* (JAEGER) SCHENK vergesellschaftet. Die von diesen Behelfs- oder Morphotaxa ausgehend rekonstruierte Gesamtpflanze wird *Equisetites aequcaliginosus* WEBER genannt. Im Hinblick auf diese Rekonstruktion werden die Methoden der Beweisführung und Benennung in der Paläobotanik besprochen. Die von GRAUVOGEL-STAMM & ASH an die Beschreibung von *Equicalastrobus* geknüpften morphologischen und evolutiven Vorstellungen werden unter die Lupe genommen.

Nach einer variationsstatistischen Analyse von 202 zufriedenstellend erhaltenen Achsenstücken hat *Asinisetum* drei Kleinarten, *A. formosum*, *A. breviarticulatum* und *A. dissimile*. Zwei vegetative Fragmente von *Equisetites*, *E.* sp. 1 und sp. 2, sind möglicherweise von *Equisetites aequcaliginosus* verschieden.

**Schlüsselworte:** Fossil, Equisetaceae, neue Gattung, *Asinisetum*, *Equisetites*, fertil, Biometrie, Rekonstruktion, Trias, Karn, Mexiko.

## INTRODUCCIÓN

Los morfotaxa paleobotánicos son grupos de componentes de plantas, semejantes fenéticamente, es decir en forma y función, y que se describen sin la pretensión de enfocar el parentesco filético de los organismos completos. Mientras que se desconozcan las plantas íntegras, el homomorfismo de órganos en linajes filéticos distintos permanece oculto. La tendencia científica de erradicar imprecisiones biológicas, implícitas y toleradas en la parataxonomía, junto con la otra, psicológica, de percibir los objetos completos en vez de sus partes o sus aspectos aislados, conducen a imaginarse plantas íntegras, donde no se ven, aunque sea de manera intuitiva.

En paleobotánica abundan ejemplos de homomorfismo de órganos homólogos en taxa que difieren en otros. El autor encontró *Podozamites* (BRONGNIART) C.F.W. BRAUN en el Jurásico Temprano de Franconia, Alemania, asociado con *Swedenborgia* NATHORST (WEBER, 1968), y otros autores lo hallaron junto con *Cycadocarpidium* NATHORST (p. ej. STANISLAVSKIJ, 1976). *Tranquilia whitneyi* (NEWBERRY) HERBST, del Triásico de Sonora, tiene hojas estériles preservadas como impresiones que apenas si difieren de "*Thinnfeldia* ETTINGSHAUSEN"; pero los especímenes fértiles revelan que es un helecho (WEBER, 2000). El conjunto de tales observaciones llevó a una quasi-prohibición de las reconstrucciones basadas en evidencias circunstanciales, y resulta más difícil documentar nuevos casos de homomorfismo.

Consciente del estado fragmentario de los fósiles descritos aquí, de la Formación Santa Clara del Triásico Tardío de México, y en busca de reconstrucciones, el autor propone y defiende la integridad biológica de *Asinisetum* gen. nov. (Lám. I-V) y de *Equisetites aequicaliginosus* WEBER (Lám. VI-XI; WEBER, 2005). *Asinisetum* y *Equisetites* vegetativos se observaron siempre por separado, en diferentes yacimientos de la Formación Santa Clara, excepto un caso dudoso. Cada uno de estos géneros está recurrente y exclusivamente asociado con uno de dos diferentes tipos de conos equisetáceos que, a su vez, nunca se encontraron juntos, y tampoco sin acompañar los restos vegetativos correspondientes, también muy diferentes. A través

de límites de géneros y familias, no hay diferencia diagnóstica en lo vegetativo entre *Asinisetum* y ciertas especies de *Phyllothea* u otros géneros de las Tchernoviaceae pérmicas. El *Equisetites* sonorensis es indistinto de *Equisetites arenaceus*, en lo vegetativo. En ambos casos, hay argumentos plausibles que favorecen las reconstrucciones.

'Reconstrucción' se define implícitamente con los ejemplos de *Schizoneura-Echinostachys paradoxa* (SCHIMPER & MOUGEOT) GRAUVOGEL-STAMM, del Triásico Temprano de Francia y *Equisetites arenaceus* (JAEGER) SCHENK.

GRAUVOGEL-STAMM (1978) dibujó un fósil con tallos y conos en conexión orgánica, es decir, no reconstruyó, pero corrigió así una reconstrucción anterior, propuesta con base en la literatura (MÄGDEFRAU, 1942; véase también STEWART & ROTHWELL, 1993). A pesar de la equivocación y del uso de órganos sin conexión, MÄGDEFRAU había dibujado el resultado de una reconstrucción. La historia de la reconstrucción exitosa de *Equisetites arenaceus* ha sido más importante para este proyecto. JAEGER (1827) lo describió del Triásico Tardío de Alemania como "*Calamites arenaceus*", con dos sub-unidades, "*Calamites arenaceus major*" (tallos principales) y "*minor*" (sobre todo ramas). Hasta el siglo XX, los tallos parecían anisomórficos. Más de cien años después de JAEGER (1827), FRENTZEN (1934) vio partes vegetativas junto con conos, y agregó a la reconstrucción un tipo de ramas fértiles, delgadas. Así, implícitamente, mostró que la planta era heteromórfica. KELBER (1990, 1992; en KELBER & HANSCH, 1995) perfeccionó esta reconstrucción aportando caracteres de las hojas, las ramas fértiles, los conos y la manera de su inserción, sin dibujar la planta entera (KELBER & VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT, 1998).

La reconstrucción de *Equisetites aequicaliginosus* propuesta aquí y la descripción de *Asinisetum* tienen importancia paleobiológica, ya que en pocas Equisetaceae mesozoicas se ha logrado reensamblar los órganos de las plantas íntegras. Depauperadas en diversidad, éstas se investigan en condiciones desfavorables, pues predominan impresiones, moldes o réplicas que rara vez muestran caracteres anatómicos (cf. RICOUR, 1968). La preservación con estructura es aún más escasa (cf. ARTABE & ZAMUNER, 1986; WATSON

& BATTEN, 1990; KELBER, 1990; OSBORN, PHIPPS, TAYLOR & TAYLOR, 2000).

Análisis y sinopsis en lo conceptual, así como los fósiles y la literatura que son los objetos de estudio, tienen el mismo peso en esta investigación. Se entretreje la presentación de fósiles significativos con comentarios críticos y razonados sobre la literatura paleobotánica consultada y algunas aportaciones de otros investigadores. Un trabajo amplio sobre *Equisetites aequicaliginosus* fue publicado previamente (WEBER, 2005).

## MARCO DE REFERENCIA

### EQUISETALES TRIÁSICAS Y JURÁSICAS DE AMÉRICA DEL NORTE

Con miras a la taxonomía, se revisó críticamente el conocimiento actual de las Equisetales triásicas de América del Norte, sin proponer cambios de asignación taxonómica de especies no descritas en este trabajo. La Tabla 1 es una lista de las Sphenophyta del Triásico Tardío de América del Norte.

#### *Triásico de México*

Rocas continentales y floras triásicas son escasas en México. Las pocas Equisetales descritas antes por otros autores fueron presentadas como géneros y especies conocidos de otras partes del mundo mesozoico. Primero se mencionó "*Equisetum* aff. *münsteri* (STERNBERG)" de Sonora, en una lista de plantas de la Fm. Santa Clara (AGUILERA & ORDÓÑEZ, 1893, 1896; AGUILERA, 1907). En recopilaciones más recientes volvió como "*Equisetites* aff. *E. muensteri* (STERNBERG) BRONGNIART" (*sic*: MALDONADO-KOERDELL, 1950; SILVA-PINEDA, 1979). *E. muensteri* no se encuentra en los más de 5,000 especímenes de plantas del Triásico sonorenses recolectados por el autor y estudiantes (WEBER, 1985a), y la identificación por AGUILERA & ORDÓÑEZ (1893, 1896) queda sin confirmar, ya que se desconoce el paradero del material original. *E. muensteri* STERNBERG, especie tipo del género, se conoce principalmente de las floras de transición Tr/J de Laurasia, y es muy distinto de *Asinisetum*.

HUMPHREYS (1916) fue el primero en ilustrar y describir una equisetel del Triásico de Sonora, como *Neocalamites carrerei* (ZEILLER) HALLE, descartado por WEBER et al. (1980 [1982] a), quienes sospechan que se trata de una confusión con *Asinisetum*, ya que *Neocalamites carrerei* no se ha registrado en el resto de América del Norte. Posteriormente, WEBER, ZAMBRANO-GARCÍA & AMOZURRUTIA-SILVA (1980 [1982] a) publicaron de manera preliminar sobre ¿Phyllotheceae o Equisetaceae, gen. nov., sp. nov.?, aquí *Asinisetum*, gen. nov., e ilustraron una vaina foliar de *Equisetites* sp. Las partes vegetativas de esta planta se asignan ahora como morfoespecie a *Equisetites* cf. *arenaceus* (JAEGER) SCHENK que, como especie biológica, es *Equisetites aequicaliginosus*. Las Equisetales nuevas abundan en la Formación Santa Clara de Sonora y desmienten que el grupo haya sido de poca importancia en el Mesozoico mexicano.

#### *Triásico de América al Norte de México*

El paleobotánico pionero, 50 años anterior a AGUILERA & ORDÓÑEZ (1893), fue ROGERS (1843). Varias especies descritas por él y otros se descubrieron en diferentes formaciones del Supergrupo Newark, tierra adentro a lo largo de la costa oriental del continente (ROGERS, 1843; BUNBURY, 1847; EMMONS, 1856, 1857; FONTAINE, 1883; NEWBERRY, 1888; BOCK, 1969; etc.). Especies de otras regiones de los Estados Unidos, del mismo supergrupo, se encuentran en DAUGHERTY (1941) y ASH (1978, 1985). Los registros anteriores a FONTAINE (1883) y posteriores a DAUGHERTY (1941) se basan, con pocas excepciones (ASH, 1975, 1985; GRAUVOGEL-STAMM & ASH, 1999), en especímenes pobres, mal ilustrados y cuestionables, ya que se desconoce el paradero del material de Equisetales de EMMONS (1856) y de BOCK (1969) (cf. SPAMER, 1995; WEBER, 1999 [2000]). Eliminados los sinónimos e identificaciones dudosas de la parte derecha de la Tabla 1, se obtiene la cantidad aproximada de las especies reales, enumeradas en la primera columna.

#### *Jurásico de México*

Especies gigantes de *Equisetites* y otras, similares en lo cualitativo, se conocen del Triásico y del Jurásico.

Tabla 1a. Equisetales del Triásico Continental de América del Norte.

5 HJLVWURV FRQ¿UPDGRV R QRPEUHV FRUUHFWRV DFWXDOPHQWH		6LQyQLPRV 6 QRPEUHV H LGHQWL¿FDF FXHVWLRQDEOHV 4 R LQFRUUHFWRV LGHQWL¿FDFLRQHV FRQ QRP HQFODWXUD		
	16	Q	<i>Calamites planicostatus</i> ROGERS*	1
		Q	<i>Schizoneura planicostata</i> (ROGERS) FONTAINE	5, 7
<i>Schizoneura harrisii</i> ASH				
		O,Q	<i>Schizoneura spec. ?*</i>	5
		O,Q	<i>Schizoneura sp.</i>	11
		O	<i>Neocalamites sp.</i> : DAUGHERTY	10
<i>Neocalamites knowltoni</i> BERRY	8			
<i>Neocalamites virginensis</i> (FONTAINE) BERRY	8	S	<i>Schizoneura virginensis</i> FONTAINE	5
<i>Neocalamites delawarensis</i> BOCK	11			
		O	<i>Neocalamites sp.</i> : BOCK	11
		O,Q	<i>Neocalamites sp.</i> : ASH *	13
		F	<i>Neocalamites carrerei</i> ZEILLER	9
		O,F	<i>Calamites</i>	1
		Q	<i>Calamites arenaceus</i> JAEGER*	1,2,3
		Q	<i>Equisetum columnare</i> BRONGNIART	1,2,3
		Q	<i>Equisetum columnaroides</i> EMMONS	3
		S,Q	<i>Calamites disjunctus</i> EMMONS*	3
<i>Equisetites rogersii</i> (BUNBURY) BOCK	11	S	<i>Calamites rogersii</i> BUNBURY 1851**	
		S	<i>Equisetum rogersii</i> (BUNBURY) SCHIMPER	4,5,7
		Q	<i>Equisetites aff. rogersii</i> (BUNBURY)	11
		Q	<i>Equisetites abiquiense</i> FONTAINE & KNOWLTON*	6
		Q	<i>Equisetum knowltoni</i> FONTAINE*	6
		Q	<i>Equisetum merianii</i> BRONGNIART	5
		Q	<i>Equisetum arundiniforme</i> ROGERS*	1,4
<i>Equisetites bradyi</i> DAUGHERTY	10			
<i>Equisetites placervillensis</i> BOCK	11			
<i>Equisetites richmondensis</i> BOCK	11			
		Q	<i>Equisetites milleri</i> BOCK	11
		O,S	<i>Equisetites sp.</i>	10
		O	<i>Equisetites sp. A</i>	13
<i>Equisetites aequicaliginosus</i> WEBER	18	O	<i>Equisetites sp.</i>	14
		O	<i>Equisetites sp. aff. rogersii</i>	15
		O	<i>Equisetites cf. arenaceus</i> (JAEGER) SCHENK	18
		O	<i>Equicalastrobus sp.</i>	18
<i>Equicalastrobus chinleanus</i> (DAUGHERTY) GRAUVOGEL-STAMM & ASH	17			
		F	<i>Calamites punctatus</i> EMMONS	3

\* Moldes no identificables, sin hojas y ornamentación de superficie del tallo.

\*\* Citado por BOCK (1969) mas no en su bibliografía. BUNBURY (1851) no visto.

Tabla 1b. Equisetales referidas de la Bahía de Scoresby, Groenlandia.

5 HJLVWURV FRQ¿UPDGRV R QRPEUHV FRUUHFWRV DFWXDOPHQWH YIOLGRV	6 LQyQLPRV 6 QRPEUHV H LGHQWL¿FD FXHVWLRQDEOHV 4 R LQFRUUHFWRV LGHQWL¿FDLGRV¿FDFLRQHV FRQ QRPHQFODWXUD		
<i>Neocalamites lehmannianus</i> (GÖPP.) WEBER (WEBER, 1968)		S	<i>Neocalamites hoerensis</i> HALLE 21
<i>Equisetites grospodon</i> HARRIS	21		
<i>Equisetites laevis</i> HARRIS	20		
<i>Equisetites muensteri</i> v. STERNBERG	20,21		<i>Equisetum muensteri</i> (v. STERNBERG) S SCHIMPER 19

Tabla 1 a, b. Recopilación de las especies de Sphenophyta triásicas, referidas de América del Norte, inclusive Groenlandia, antes del presente estudio, de acuerdo con la literatura. Los autores están citados en las columnas 2 y 4 con los siguientes números: 1. ROGERS, 1843; 2. BUNBURY, 1847; 3. EMMONS, 1856, 1857; 4. FONTAINE, 1883; 5. NEWBERRY, 1888; 6. FONTAINE and KNOWLTON, 1890; 7. FONTAINE, 1900; 8. BERRY, 1912; 9. HUMPHREYS, 1916. 10. DAUGHERTY, 1941; 11. BOCK, 1969; 12. HOPE & PATTERSON, 1969; 13. ASH, 1978; 14. WEBER et al., 1980 (1982a); 15. WEBER, 1985; 16. ASH, 1985; 17. GRAUVOGEL-STAMM & ASH, 1999; 18. WEBER, 2005. Hallazgos en Groenlandia: 19. HARTZ, 1896; 20. HARRIS, 1926; 21. HARRIS, 1931.

La única equisetal denominada en forma e ilustrada del Jurásico mexicano, “*Equisetum rajmahalense* OLDHAM & MORRIS”, de las Formaciones Rosario y Zorrillo, Jurásico Medio de Oaxaca (PERSON & DELEVORYAS, 1982; SILVA-PINEDA, 1978, 1984), se considera aquí y se explica a manera de preludeo de la crítica de *Eqicalastrobus* GRAUVOGEL-STAMM & ASH.

WIELAND (1914) describió “*Equisetites (Calamites) Gümbeli* (SCHENK)”, del Jurásico de Oaxaca, mencionando también especímenes de Atolotitlán, cerca de Tehuacán, Puebla, y comparó: “The resemblance to the European type is so close, that figures confirming their characters are deemed superfluous”. Además de recomendar la consulta de trabajos de OLDHAM & MORRIS y de FEISTMANTEL sobre *Equisetites rajmahalensis*, WIELAND cambió el nombre de la especie mexicana sobre la marcha: “It is evident, that the *E. rajmahalensis* is ... a dominant form in India, and as well in Central Europe and Oaxaca”.

Este epíteto corresponde a un “*Equisetum*” jurásico de la India (OLDHAM & MORRIS (1863; fide JONGMANS, 1922), y “*gümbeli*” a una especie jurásica de Alemania, primero asignada a *Calamites* por SCHENK (1865: 10; cf. JONGMANS, 1915). Más intrigante es que el material de Atolotitlán, Puebla, mencionado por WIELAND, debe corresponder a la Fm. Matzitzi, correlacionada hasta 1968 con el Jurásico continental

de Oaxaca. Posteriormente fue reasignada al Pérmico Inferior (WEBER, 1997); mientras que la equisetal había sido identificada con varias especies de *Calamites* del Pensilvánico (SILVA-PINEDA, 1970). WIELAND no mencionó diferencias entre los fósiles de Atolotitlán y sus “*Equisetites (Calamites)*” de Oaxaca, mismos que quedaron sin describir e ilustrar. El material de WIELAND, hoy algo incompleto, no contiene especímenes de Equisetales (Colección Nacional de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM, Ciudad de México).

Como antecedente, SCHENK concluyó en 1867 su obra sobre la flora del límite Tr/J de Franconia, Alemania. En 1865, se había distribuido una entrega del mismo libro con la descripción de “*Calamites guembeli*” SCHENK. En otra, posterior, rectificó y lo reasignó a “*Calamites lehmannianus* GOEPPERT 1844” (SCHENK, 1867: 133). “*Calamites guembeli*” cayó en sinonimia. HALLE (1908) se opuso a este cambio, mas KILPPER (1964) lo confirmó. WEBER (1968) trabajó, como SCHENK, sobre material de Franconia y, a diferencia de KILPPER, propuso la combinación nueva *Neocalamites lehmannianus* (GOEPPERT). SCHMIDT (1928) ya había aceptado el epíteto de GOEPPERT, pero escondió la especie en *Equisetites*.

En el *Fossilium Catalogus*, DIJKSTRA & VAN AMEROM (1982-1988) acreditaron todas las especies registradas por WEBER (1968) a Bruno v. FREYBERG, quien fuera

editor de las 'Erlanger Geologische Abhandlungen'. La combinación entonces propuesta por WEBER no es *Neocalamites lehmannianus* (GOEPPERT) v. FREYBERG.

En contraste con lo que parecen indicar HUMPHREYS (1916) con "*Neocalamites carrerei*" y WIELAND (1914, 1916) con su 'identificación' de "*Calamites Guembeli*", el género *Neocalamites* no se conoce del Triásico y Jurásico de México.

## LOS PROBLEMAS

### Asinisetum

El género presenta vainas foliares adpresas, como las de *Equisetum* L., y láminas foliares libres muy largas y angostas, semejantes a las hojas de *Neocalamites*. Las plantas más similares en lo vegetativo son especies de *Phyllothea*, sensu MEYEN, del Pérmico ruso (cf. MEYEN, 1971). El incoherente morfogénero *Phyllothea* abarca, sobre todo, tallos y hojas de dos familias diferentes en los órganos reproductivos, Gondwanostachyaceae y Tchernoviaceae (MEYEN, 1969 in MEYEN, 1971) que juntas, también se habían llamado Phyllothecaceae (cf. BOUREAU, 1964). Estas familias, juntas o separadas, no son Equisetaceae, a las cuales corresponden los estróbilos asociados con *Asinisetum* en varios sitios (Tabla 4). De ahí se deriva el objetivo de contestar las preguntas: (1) ¿Se resuelve esta contradicción con estricto apego al Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN)? y (2) ¿Hay un método más eficiente de comprender estas plantas, utilizando el conocimiento biológico?

Aparte de lo anterior, las diferencias, sutiles a primera vista, entre 'poblaciones' de algunos yacimientos sugirieron una investigación biométrica en el material, con el objetivo de contestar las preguntas: (1) ¿Hay una o varias especies de *Asinisetum* en Sonora? y (2): ¿Permiten las variables morfométricas la ubicación de los fragmentos en la planta completa?

### Equisetites

Tallos prácticamente indistintos de *Equisetites arenaceus* y conos de *Equicalastrobus* GRAUVOGEL-STAMM & ASH (1999) se encontraron en asociación

significativa en Sonora. Un año antes de GRAUVOGEL-STAMM & ASH, KELBER & VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT (1998) habían descrito conos de *Equisetites arenaceus* del Triásico de Alemania que, en su forma, construcción y tamaño, asemejan los de Sonora. No reemplazaron el nombre genérico, aunque acorde con los reglamentos entonces vigentes, hubieran podido describir la planta entera como un género nuevo o como una especie de *Equisetum*. La especie tipo de *Equicalastrobus* y los conos sonorenses difieren de los europeos en que presentan procesos foliiformes del umbo ("leaf-like tips") que no se habían observado en *Equisetites* o Equisetaceae y que, actualmente, sólo se conocen de América. Por ello, la posibilidad de que *Equicalastrobus* y *Equisetites* integren una sola planta fue ignorada por GRAUVOGEL-STAMM & ASH.

Los especímenes de *Equisetites* cf. *arenaceus* de Sonora no alcanzan para un estudio cuantitativo de los tallos, pero se analiza la problemática muy compleja, tripartita, de la reconstrucción: En el primer plano, se encuentra una cuestión de nomenclatura; en el segundo, está la incompatibilidad de la reglamentación, que pretende dar estabilidad a la nomenclatura, y el no reglamentable proceso cognoscitivo, con su dinamismo que lleva a la reconstrucción. Más en el fondo está la referencia simultánea a modelos morfológicos opuestos que se refleja en dificultades semánticas en la interpretación de los estróbilos (conos). GRAUVOGEL-STAMM & ASH se apoyaron en una morfología comparada moderadamente tipológica y propusieron, sin presentar evidencia fósil y sin conocer la anatomía y ontogenia de *Equicalastrobus*, un cambio abrupto de la construcción del cono a partir de *Calamites*. *Equicalastrobus* es considerado como un eslabón perdido, relacionado a su vez con *Equisetites* y *Equisetum*. Estas hipótesis que abajo se discuten de manera más detallada, son a todas luces inverosímiles, porque no se conocen etapas intermedias, y obstruyen la percepción de que *Equicalastrobus* y *Equisetites* pueden representar una sola planta.

Antes de la asignación taxonómica de los fósiles de *Equisetites*, fue necesario sopesar el valor diagnóstico de los caracteres de *Equisetites arenaceus* y sus parientes más cercanos, con el objetivo de contestar las preguntas: (1) ¿Existe una diagnosis

de *Equisetites arenaceus* eficiente en cuanto a su aspecto vegetativo? (2) ¿Cuáles son las relaciones de parentesco entre el material sonoreño de *Equisetites* y *Equisetites arenaceus*? (3) ¿Cuáles son las relaciones entre *E. arenaceus*, los restos vegetativos de *Equisetites* de Sonora y *Equicalastrobus*? (4) ¿Se ubica *Equicalastrobus* realmente en la posición aislada que GRAUVOGEL-STAMM & ASH vislumbran?

#### ASPECTOS GEOLÓGICOS DE LA FORMACIÓN SANTA CLARA

##### *Condiciones de sedimentación*

La Formación Santa Clara se compone de rocas cíclicas, esencialmente continentales, fluviales y de planicie de inundación, de una gama de colores desde casi blanco, todos tonos de gris y hasta negro. En el terreno, resaltan por su coloración parda. Predominan limolitas, lodolitas y areniscas cuarcíticas de grano muy variable mientras que las arcillitas, las brechas y los conglomerados son raros. Además, VASSALLO (1985) refirió caliza marmorizada en los horizontes más altos de la formación. La intrusión de diques, dique-estratos y otros intrusivos causó metamorfismo de contacto de intensidad muy variable. Los numerosos mantos de antracita y grafito, en cuya cercanía se encuentran las arcillas negras, carbonosas, son indicios de una paleovegetación con producción de turba, en ambientes de baja energía. Las areniscas de color claro y de grano medio o grueso atestiguan la acción de ríos con elevada energía de transporte.

COJAN & POTTER (1991), con base en estratigrafía, sedimentología y petrografía, propusieron que la Formación Santa Clara se depositó bajo un clima tropical en una cuenca tranquila, de inclinación suave y con ríos menores que, formando meandros, corrían en dirección predominante norte-sur, lo cual parece contraponerse a la interpretación de STEWART & ROLDÁN-QUINTANA (1991), de que la formación se depositó en un sistema de fosa/semifosa de rift orientado este-oeste similar a los equivalentes del Supergrupo Newark de los Estados Unidos. Entre otros indicios, mencionaron la presencia de ciclos deltaicos completos sin flora.

En el régimen de sedimentación y el marco tectónico propuestos por STEWART & ROLDÁN-QUINTANA

(1991), se espera la presencia de depósitos lacustres en proporción alta. Sin embargo, el predominio de los paquetes fluviales a lo ancho y lo alto de la formación y la presencia de carbón y de grafito indican que, por etapas prolongadas, el ambiente de sedimentación era diferente.

El presente autor observó e interpretó en toda el área explorada sólo un paquete de roca lacustre, debajo y encima de secuencias plantíferas carentes de carbón. Está expuesto a unos 300 m al sur del contacto tectónico de la Fm. Sta. Clara con la Fm. Coyotes, suprayacente, sobre la carretera local entre la estatal Sonora 16 (Hermosillo-Chihuahua) y San Javier. La roca contrasta drásticamente con el resto de la formación. Rectificando a WEBER (1985), el paquete mide varios metros de espesor, es de grano fino, se desmorona al intemperismo con fractura concoidal irregular, sin formar lajas, y muestra una estratificación fina rítmica, a grosso modo comparable con varvas. Esto indica sedimentación a muy baja energía en un cuerpo aislado de agua tranquila. Cada ciclo, de unos 5 cm de espesor, tiene un nivel rojizo delgado y otro verduzco más grueso, que son ligeramente diferentes en dureza, y parecen ser estacionales. Este paquete contiene detritus vegetal abundante con algunos fragmentos mayores, en nada semejantes a las Equisetales. Además hay conchas de invertebrados de aspecto juvenil que quizás indican afluencia de agua marina.

En otros lugares, las rocas con Equisetaceae son predominantemente claras o de color gris medio en muestras frescas, y rara vez oscuras o negras, como en el punto de muestreo 528 (CLP-IGM-UNAM). En estas rocas no hay evidencia inequívoca de sedimentación lacustre, como tampoco en las secuencias sub- o suprayacentes inmediatas. A diferencia de los *Calamites* paleozoicos, parece que estas plantas no eran productoras de turba; más bien vivieron en suelos o cuerpos de agua bien oxigenada.

##### *Edad*

La Fm. Santa Clara tiene edad cárnica, y hay indicios un tanto dudosos de un posible alcance local al Nórico (MARTÍNEZ-JIMÉNEZ, 1984; WEBER, 1985, 1997). El molde de un amonite, encontrado por MARTÍNEZ-JIMÉNEZ

en sedimentos con grafito cerca de Álamos, SW-Sonora, fue identificado por ALENCÁSTER como *Acanthinites MOJISOVICS*, sp., y asignado al Nórico (ALENCÁSTER in MARTÍNEZ-JIMÉNEZ, 1984). Una hoja de *Laurozamites* ex gr. *fragilis* (NEWBERRY) WEBER & ZAMUDIO-VARELA de la misma unidad, sugiere que ésta equivale a la Fm. Santa Clara. Mapas e información adicional sobre el Grupo Barranca se encuentran en WILSON & ROCHA (1946), ALENCÁSTER (1961 a, b), POTTER & COJAN (1985), STEWART & ROLDÁN-QUINTANA (1991) y WEBER (1997).

## Y MATERIAL

### AFLORAMIENTOS Y EXPOSICIÓN

El área de la Fm. Santa Clara está fragmentada, y las secciones publicadas no alcanzan para un transecto regional ni sustentan correlaciones entre yacimientos fosilíferos. La formación está muy bien expuesta en la carretera Sonora 16, sobre todo entre los km 157.5 y 163, al suroriente de la ranchería La Barranca. POTTER et al. (1980) midieron dos secciones en este tramo. La Sección La Barranca 1, de unos 260 m de espesor, fue propuesta como sección tipo de la formación por POTTER & COJAN (1985). La Sección La Barranca 2 se localiza entre la primera y el caserío, abarca 129 m, y permitió varios muestreos importantes para este trabajo.

### DENOMINACIÓN DE LOS LUGARES DE MUESTREO

Las áreas y tipos de yacimientos con plantas fósiles se llaman: (1) 'Área de trabajo': Superficie de más que 1 km<sup>2</sup>, cartografiada; (2) 'localidad': Una superficie de 300 x 300 m máximo, con varios sitios y/o puntos de muestreo; (3) 'punto de muestreo': capa con espesor <30 cm, muestreada a lo largo de <5 m; o superficie reducida, normalmente de <5 m de un extremo al otro, con fósiles en escombros, o lugar de excavación o recolecta en superficie, en donde no se diferencian estratos; (4) varios puntos de muestreo en una superficie de unos 10 x 10 m pueden combinarse como 'sitio de muestreo'. El material estudiado con biometría, de un sitio o un punto de muestreo, también se llama 'muestra local'.

Los muestreos se efectuaron al ESE de Hermosillo, la capital estatal de Sonora, entre 28°/29°N y 109°/110°30' W, en las áreas de trabajo 1-5 de WEBER (1985 a, tab. 1, fig. 1-5). Pese a excavaciones intensivas y prolongadas en el área 5, no se encontró *Equisetites*, y *Asinisetum* está representado por ejemplares de identidad dudosa.

Los lugares de muestreo se citan aquí con un nombre y/o su número del 'catálogo de localidades' de la Colección Nacional de Paleontología, UNAM (CLP-IGM-UNAM). Listas de lugares de muestreo y florísticas preliminares, se publicaron en WEBER (1985 a) y ZAMBRANO-GARCÍA & WEBER (1985), y mapas de localización en WEBER (1985 a) y WEBER & ZAMUDIO-VARELA (1995), donde se encuentran los números válidos y todos los nombres usados hasta la fecha. En lo sucesivo se usarán mayúsculas para las muestras locales de *Asinisetum*, estudiadas estadísticamente: A (522), B (523/24), C (530) y D (543).

Lugares de muestreo adicionales e información sobre la flora que acompaña las Equisetaceae, se proporciona más adelante.

### LAS MUESTRAS LOCALES DE *ASINISETUM*

#### *Muestras locales A y B ó 522-524*

Sección La Barranca 2, a 140 km en línea recta de Hermosillo (área de trabajo 4; mapa: WEBER, 1985 a, fig. 4). El sitio de muestreo A (522) es el más joven y se ubica a unos 60 m sobre la base de la sección. Arrojó tallos y un cono. Algunos fósiles rodados se incluyeron a la muestra local. La muestra local B abarca dos yacimientos (523, 524), donde no se encontraron conos (véase abajo: método numérico). 522, 523 y 524 se ubican en la sección, de arriba para abajo, a distancias de 11 m (522/523) y 11.5 m (523/524). También 523 y 524 contienen material de escombros. El paleodemo tipo de *Asinisetum breviararticulatum* n. sp. corresponde al sitio de muestreo B (523/524) y, más precisamente, sólo al estrato con número de catálogo 524A.

#### *Muestra local C ó 530*

Carretera a San Javier, Sección 2, a 130 km en línea recta de Hermosillo (Área de trabajo 3; WEBER, 1985 a,

fig. 3). En 1981 y 1994, diferentes colectores trabajaron cerca del contacto tectónico de la Fm. Santa Clara con la suprayacente Fm. Coyotes, en el corte de la carretera. Se ha afirmado que el contacto primario de estas formaciones no está lejos (STEWART, com. verb.). Por tanto, esta muestra local puede ser la más joven. Los fósiles se encontraron en dos diferentes estratos muy poco distantes de la sección y son importantes para el estudio de *Asinisetum*, ya que los tallos y los conos asociados son acompañados por muy pocas especies adicionales.

#### *Muestra local D ó 543*

Chamina Sur, a 95 km en línea recta de Hermosillo, es un acantilado de unos 5 m de alto al lado derecho del arroyo Chamina, a unos 100 m del camino de terracería del rancho La Cuesta a Buenavista (área 2; WEBER, 1985 a, fig. 2). Muchos especímenes se recogieron al pie del acantilado. Sin duda, el escombros de talud no fue acarreado por el arroyo.

#### YACIMIENTOS CON *EQUISETITES*

*Equisetites* es escaso en la Fm. Santa Clara. En tres casos, los fósiles fueron sólo observados, tratándose de rodados en dos. Sólo tres puntos de muestreo ubicados en dos de un total de 15 localidades, aportaron especímenes bien preservados.

#### *Punto de muestreo 509*

El Tule-Chamina, cerca del cruce del camino de La Cuesta a Las Peñitas y Buenavista con el arroyo intermitente Chamina, a 95 km, aproximadamente, en línea recta de Hermosillo (área 2; WEBER, 1985 a, fig. 2). Los primeros ejemplares de *Equisetites aequicaliginosus*, un fragmento de vaina y un cono (Lám. VI, fig. 6; Lám. XI, fig. 7), se encontraron en 1973, en una capa expuesta en superficie, asociados con un conjunto moderadamente diverso, con numerosos *Macrotaeniopteris*, *Laurozamites*, otras Bennettiales y helechos que, en su totalidad, apenas si pueden reconstruirse con *Equicalastrobus* sp.

#### *Punto de muestreo 511*

En Chamina Norte, 511, cerca del punto anterior y en un nivel diferente de la secuencia se vio un estrato con superficie expuesta, con una impresión de un fragmento de tallo, mal preservada y apenas visible, de *Equisetites* cf. *arenaceus*, asociada con "*Cladophlebis*", *Asinisetum*?, *Macrotaeniopteris*, *Macropterygium truncatum* y *Pterophyllum*? Todos estos fósiles están arrastrados. En la misma localidad, pero en otro punto de muestreo, se recolectó *Equisetites* sp. 2. Otro espécimen de *Equisetites* se observó en el escombros del camino.

#### *Punto de muestreo 531*

Sección San Javier 2, alrededor del punto de muestreo 531, unos 130 km en línea recta de Hermosillo (área 3; WEBER, 1985 a, fig. 3). En este lugar, muy cerca del punto donde se obtuvo la muestra local C de *Asinisetum*, se observó un fragmento maltratado de un molde de *Equisetites*, en escombros.

#### *Puntos de muestreo 522 y 544*

La mayoría de especímenes es de sólo una localidad en el área 4, a unos 140 km en línea recta de Hermosillo (puntos de muestreo 522 y 544; WEBER, 1985 a, fig. 4). Éstos se obtuvieron de dos cantos rodados, uno que se cayó durante la construcción de la carretera al voladero, hasta el arroyo, y el otro se quedó junto a la carretera. Por razones de método y curatoriales, estos bloques tienen diferentes números. 522 abarca fósiles del escombros de carretera junto al estrato expuesto 522A. Este bloque contiene únicamente fragmentos de ejes y conos de *Equisetites*. Fósiles de este canto se muestran en Lám. VI, fig. 5; Lám. VIII, IX y XI. El del arroyo (544) arrojó los fósiles ilustrados en Lám. VII y X.

En el punto 544, junto con *Equisetites* se encontró un fragmento mal preservado de una conífera con hojas en forma de escama, dos hojas de *Laurozamites*, una bennettital, y unos fragmentos de *Macrotaeniopteris* sp. A. *Equicalastrobus* sp. con seguridad no pertenece a estas plantas. A diferencia de 544, la roca está repleta de escudos de esporangióforo dispersos. Este bloque

no corresponde al mismo estrato que el material de *Asinisetum* antes descrito.

Sólo en un litosoma, antes mencionado como punto de muestreo 511, se encontró una impresión sumamente mal preservada de *Equisetites* cf. *arenaceus*, pero ningún cono. Además, es el único yacimiento con *Equisetites* cf. *arenaceus* acompañado por *Asinisetum* dudoso. Obviamente, el número de tres muestreos, con ejes y conos, contra uno, dudoso, con solamente un eje, apoya la reconstrucción, ya que se realizaron muestreos en más de 50 yacimientos con flora fósil.

Las únicas Sphenophyta adicionales de la Formación Santa Clara que pueden reconocer e identificarse con certeza, pertenecen a *Asinisetum*. Además, se encontraron algunos conos muy pequeños, algunos restos de ejes más grandes que *Asinisetum* y marcadamente diferentes de *Equisetites* y pequeños fragmentos foliares semejantes a hojas fusionadas de *Schizoneura*, posiblemente de Equisetales, pero todos ellos provienen de lugares de muestreo sin *Asinisetum* o *Equisetites aequicaliginosus* y se mencionan aquí a pesar de considerables dudas en la identificación, para no ocultar información.

#### ESTADO DE PRESERVACIÓN DE LOS FÓSILES

En general, los tallos de *Asinisetum* están aplanados. Costillas o surcos longitudinales en la superficie de un molde o su contraparte corresponden a los haces del estele. Una impresión sin molde interno muestra, en el mejor de los casos, la superficie del tallo. En impresiones de este tipo de *Asinisetum*, las vainas foliares muestran frecuentemente costillas o surcos longitudinales, y las partes expuestas de los entrenudos son lisas o sólo ligeramente estriadas. Rara vez, tanto las vainas como la superficies descubiertas del tallo presentan costillas (Lám. II, fig. 3, Lám. III, fig. 1). Estrias continuas que atraviesan entrenudos completos, no pueden interpretarse con certeza como pertenecientes al tallo o la vaina, aunque frecuentemente sugieren lo primero. En *Equisetites* se trata de impresiones aplanadas y ocasionalmente de rellenos del canal central. La mayoría de los conos asociados también está aplanada, y la construcción interior del cono se observa rara vez.

#### ESPECÍMENES Y CAMBIO DE NÚMEROS

El material (más de 300 ejemplares de *Asinisetum*, y unos 30 de *Equisetites aequicaliginosus* fueron recolectados por el autor y sus estudiantes entre 1973 y 1997. El material está depositado en la Colección Nacional de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Los fósiles fueron reacomodados y ordenados varias veces, después de 1980, y algunos especímenes de WEBER et al. (1980 [1982] a, b) recibieron nuevos números. Los números válidos de especímenes ilustrados de nuevo aquí, se dan en las explicaciones de las láminas. Ejemplares adicionales de *Asinisetum* recibieron los siguientes números: WEBER et al., 1980 [1982] a: fig. 1 a: ahora IGM-PB-492; fig. b, c: ahora IGM-PB-492b. WEBER et al., 1980 [1982] b: fig. 9 b: ahora IGM-PB-513. Un espécimen (Lám. II, fig. 5), del sitio de muestreo D (543), no tiene número por estar extraviado. El número nuevo del espécimen de *Equisetites aequicaliginosus* en Lám. I, fig. 6 (también en WEBER et al., 1980-1982 a, fig. 1 a) es IGM-PB-491a-g.

#### EN BUSCA DEL MÉTODO

##### GENERALIDADES

A falta de una ley escrita, el ‘derecho consuetudinario’, el ‘sentido común’, los arbitrajes, favorecen en la paleobotánica que una reconstrucción está comprobada, sólo cuando se basa en fósiles con diferentes órganos de la misma planta en conexión. Las pruebas circunstanciales se desestiman y descartan, aunque pueden ser concluyentes e irrefutables, sobre todo cuando se apoyan en la morfología comparada. El rigor no implica el cierre de vías hacia el conocimiento científico, y la paleobotánica ofrece libertad para hacer uso del conocimiento botánico. En disciplinas con orientación histórica, como la paleobotánica, toda propuesta razonable de reconstrucción es importante, aunque esté comprobada mediante indicios, mientras falten pruebas mejores. La comprensión de plantas y ambientes en su integridad no depende de manera obligada de hallazgos casuales y escasos, ni de exigencias autoritarias.

‘Reconstrucción’ es reintegración mental y, como mejor resultado, conduce al conocimiento de un organismo completo. La reconstrucción de *Equisetites aequicaliginosus*, propuesta aquí, se apoya, además de las observaciones en el material descrito, en casos precedentes. Entre las Equisetaceae mesozoicas, *Equisetum burchardtii* y *E. lyellii*, preservadas parcialmente con estructura anatómica, cumplen con la diagnosis del género (WATSON & BATTEN, 1990). Para la primera, la reconstrucción se basa en material del Wealden británico y de Alemania; es decir, especímenes de diferentes regiones (o de diferentes localidades) pueden reensamblarse para proponer una reconstrucción.

Antes de la presente investigación, el autor reintegró dos plantas fósiles de México, sin contar al principio con pruebas fuertes. El helecho heteromórfico *Tranquiliawhitneyi* (NEWBERRY) HERBST fue reconstruido y denominado como *Pecopteris whitneyi* (NEWBERRY) WEBER, por la asociación estrecha de las formas estéril y fértil (WEBER, 1985 b) y el dimorfismo similar de una especie de los Estados Unidos de América. Posteriormente se encontró evidencia rigurosa (WEBER, 1999). 'R U ¿ H W E D del Cretácico Tardío de Coahuila, se describió, con base en órganos asociados, como un género nuevo de helechos acuáticos (WEBER, 1976). *Hydropteris* ROTHWELL & STOCKEY (1994), que muestra órganos del mismo tipo en conexión, cayó en sinonimia, aun cuando en la especie mexicana no se observaron esporas, aunque el holotipo mexicano deja mucho que desear y a pesar de que el ICBN válido en el momento de la publicación de ROTHWELL & STOCKEY (1994) daba prioridad absoluta a los géneros forma de órganos reproductivos por encima de aquellos basados en órganos vegetativos. En conclusión, la asociación estrecha de órganos, recurrente en varios muestreos, también puede marcar la pauta en reconstrucciones.

#### TIPOS Y NOMENCLATURA

##### *Holotipos*

De acuerdo con el ICBN, se proponen holotipos para las especies nuevas. Siguiendo el ejemplo de ANDERSON & ANDERSON (1983, 1984, 1985), aquí se usan también paleodemos tipo.

ANDERSON & ANDERSON (1983, 1984, 1985) de la misma manera los propusieron, originalmente para sustituir los holotipos, o para reemplazar los holotipos antiguos, muchas veces pobremente documentados. Después sirvieron para atar los holotipos obligatorios a colecciones de referencia fósiles, con localización rigurosa en el terreno. Aquí se proponen holotipos y paleodemos tipo, sobre todo porque los conceptos de paleodemo tipo y localidad tipo no son sinónimos, y puesto que en un estudio biométrico se volatiliza el significado sustancial del holotipo.

De acuerdo con las definiciones más antiguas, un paleodemo muestra una distribución normal, a diferencia de aquéllos descritos aquí bajo *Asinisetum*; además incluye todos los componentes de una especie biológica, lo cual es posible sólo en la medida de verificación de las reconstrucciones; y tercero, incluyen sólo material recolectado y conservado en una colección, como en un conjunto de iso o sintipos. La definición modificada por el presente autor descarta la obligación de verificar distribuciones normales, al menos cuando el material es insuficiente, como en *Equisetites aequicaliginosus*, y se expande para incluir en un paleodemo todos los fósiles conoespecíficos ubicados en colecciones y el yacimiento o litosoma correspondiente.

##### *Morfogéneros*

El ICBN, cuyo objetivo es el de dar estabilidad a la nomenclatura, estuvo sujeto a diversos cambios durante el desarrollo de este proyecto (Saint Louis: GREUTER, MCNEILL, BARRIE et al., 2000; Viena: MCNEILL, BARRIE, BURDET et al., 2006, y anteriores). Hoy permite la descripción de partes fósiles de plantas como morfogéneros (o morfotaxa de otras categorías), y su asignación a familias. Esta figura incorpora los conceptos obsoletos de órgano-género y género forma.

##### *El caso de Asinisetum*

El ICBN permite cuatro soluciones de denominación: (1) HERNÁNDEZ-CASTILLO (com. pers., 1995) consideró el material vegetativo como especie forma nueva de *Phyllothea*, y para los conos asociados creó otro género forma, “*Clarostrobis*” (no válido), una propuesta errónea

en el contexto biológico. La asignación de *Phyllothea* a las familias Tchernoviaceae y Gondwanostachyaceae (o Phyllothecaceae) es quasi-obligada, aunque convendría reservar el nombre *Phyllothea* para Gondwanostachyaceae, a las que pertenece la especie tipo. Hasta el año 2000, entre la promulgación de los ICBN de Tokyo y Saint Louis, esto era del todo ‘imposible’, i.e. contrario a las reglas, ya que los géneros forma no correspondían a familias. El nombre *Phyllothea* (u otros nombres genéricos disponibles para Tchernoviaceae) no es apropiado para los tallos de Sonora, aun cuando se pospone la reconstrucción de tallos y conos asociados. (2) Por lo anterior, con el antecedente de *Schizoneura-Echinostachys paradoxa* (SCHIMPER & MOUGEOT) GRAUVOGEL-STAMM en mente, el autor propuso a HERNÁNDEZ-CASTILLO un par de géneros forma permanentemente atados uno al otro, *Asinisetum*, para tallos, y “*Clarostrobis*”, conos (HERNÁNDEZ-CASTILLO, 1995; sin validación posterior). Así, tallos y conos se reunieron hipotéticamente como partes de una planta (o varias especies congénicas); mientras que la reconstrucción se postergó. (3) Material rico, encontrado en 1994 y 1997, elevó nuevamente la probabilidad de la unión biológica de tallos y conos. Entonces, se consolidó la descripción del único género *Asinisetum* para los tallos y conos asociados como un género ‘natural’, muy diferente de *Phyllothea*.

Sin embargo, aquí se propone: (4) La reconstrucción de los tallos y su follaje con los conos no puede proponerse en forma definitiva, pero se asume y se aplica como conocimiento hipotético válido. El procedimiento no es ortodoxo, pero permite evitar un error biológico. Los conos no se denominan y están excluidos de la diagnosis genérica de *Asinisetum*, entendido como taxon biológico. Sólo así, el doble americano, triásico, de algunas Tchernoviaceae rusas, pérmicas, se comprende debidamente; y sólo así es posible evitar que los fósiles mexicanos se pierdan en el escombros de los morfotaxa. Además, la creación de *Asinisetum* gen. nov. contrarresta la divulgación de un ‘primer registro’ mesozoico de *Phyllothea* en América del Norte que, desde el punto de vista biológico, sería poco razonable. A lo largo de su alcance cronológico, *Phyllothea* sólo ha llegado a este subcontinente como nombre inadecuado.

De modo análogo, DELEVORYAS propuso el nombre *Mexiglossa* DELEVORYAS & PERSON y *Perezlaria* DELEVORYAS & GOULD. En el Jurásico de Oaxaca, México, WIELAND (1914, 1916) había identificado “*Glossopteris* (?)”. Por la edad y proveniencia de las hojas, esta identificación parece incorrecta. DELEVORYAS & PERSON (1975) también encontraron tales hojas, y DELEVORYAS & GOULD (1971) describieron *Perezlaria*, un órgano reproductivo masculino asociado, ajeno a las Arberiales (Glossopteridales). Ante la evidencia circunstancial e insuficiente, fue correcto no incluir las hojas y los órganos reproductivos en un solo género. La posibilidad de homogeneidad, entre otros argumentos, sugirió el cambio del nombre genérico de las hojas. De la misma manera, ASH (1985) describió *Schizoneura* junto con un cono asociado, sin mencionar la posibilidad de reconstruirlos, y dejó el cono sin nombre genérico. DOBRUSKINA (1985) describió “*Neocalamites hoerensis*” y estrobilos asociados, sin denominación propia, del Triásico Tardío de Madygen, Asia Central. Posteriormente, en un trabajo traducido al inglés y publicado en Albuquerque, ella asignó los conos como especie nueva a *Neocalamostachys*, quizás intencionalmente sin designar un holotipo, y sin revocar la homogeneidad asumida anteriormente (DOBRUSKINA, 1995).

El uso del nombre *Phyllothea* para plantas con conos morfológicamente pertenecientes a Equisetaceae es incorrecto. Desde el punto de vista de la ‘taxonomía operativa’ (WEBER & ZAMUDIO-VARELA, 1995; WEBER, 1996; WEBER, Página de Internet 2004, 2005), la segregación de géneros pequeños y más ‘naturales’ del morfogénero *Phyllothea* (sensu lato) es deseable no sólo para la taxonomía misma, sino sobre todo para entender las plantas como entes vivos.

#### *El caso de Equisetites*

Desde el siglo XIX, nadie ha dudado que *Equisetites* pertenece a las Equisetaceae. A la luz del ICBN de Tokyo (GREUTER, W., F.R. BARRIE, H.M. BURDET et al., 1994), el género tenía cabeza de Jano: Como género forma, *Equisetites* abarcaba en primer lugar material estéril de Equisetaceae, a las cuales pertenecía ilegalmente, ya que los géneros forma no podían

ser asignados a una familia. Por el otro lado, fue un género ‘normal’, por lo menos en cuanto a *Equisetites arenaceus*, íntegramente conocido, que pertenecía y pertenece indiscutiblemente a este género y esta familia. Desde el año 2000 (Saint Louis), es posible hacer uso del morfogénero *Equisetites* para tallos y órganos adicionales semejantes a *Equisetum* y colocarlo en las Equisetaceae.

Los tallos de *Equisetites* cf. *arenaceus* de Sonora, en primera instancia, son prácticamente indistintos de la especie europea, en ausencia de conos asociados deberían identificarse con *E. arenaceus*. Se mencionó antes que los conos de las plantas alemana y sonorenses corresponden a diferentes géneros, *Equisetites* y *Equicalastrobus*. El segundo taxón es estrictamente un morfogénero. La investigación de KELBER & KONIJNENBURG-VAN CITTERT (1998) sobre *Equisetites arenaceus* no cambia, ni que el género abarca sobre todo tallos y otros restos vegetativos, ni que es un morfogénero, aunque lo sea en sentido poco estricto. Si la planta sonorensis íntegra pudiera entenderse como morfoespecie, como *Equisetites arenaceus*, podría recibir un nombre genérico distinto de *Equisetites*, quizás *Equicalastrobus*. Antes de Saint Louis, *Equicalastrobus* como género forma para órganos reproductivos hubiese tenido prioridad nomenclatorial sobre *Equisetites*. En el ICBN de Saint Louis (GREUTER, McNEILL, BARRIE et al., 2000) esta disposición quedó derogada. Tal denominación parece incoherente e ilógica en lo conceptual y formal, pues sus tallos son *Equisetites*, sin duda alguna. Si de acuerdo con lo lógico en lo real, y con un poco de flexibilidad, el material se asigna a *Equisetites*, desaparecen estas incoherencias.

En la práctica, las especies de *Equisetites* deben diagnosticarse en primer lugar con caracteres vegetativos, y tipificarse con especímenes que muestran el aspecto vegetativo. Otros caracteres pueden agregarse con función interpretativa. Luego de un examen concienzudo de la problemática y la evidencia, se acepta la reconstrucción *Equisetites aequicaliginosus* como irrefutable. *Equicalastrobus* sobrevive como morfogénero a pesar de su nombre tendencioso.

La selección del holotipo de *Equisetites aequicaliginosus* (WEBER, 2005) se apoya en el ICBN

de St. Louis (GREUTER, McNEILL, BARRIE et al., 2000), artículos 8 y 9. En el ICBN de Viena (McNEILL, BARRIE, BURDET et al., 2006) no cambia este enfoque metódico. El artículo 8.2 define que, en relación con la tipificación, un ‘especimen’ puede constar de partes de varios individuos, o muchos individuos de una planta pequeña, si éstos se obtuvieron en un muestreo único. Según artículo 9.1 el holotipo de una especie debe ser un ‘especimen’ o una ilustración. Por tanto, el holotipo de una planta fósil puede incluir dos o más fragmentos o fósiles correspondientes a la misma especie, como se propone abajo. Todos los fragmentos de *Equisetites* del punto de muestreo 544 juntos, como pertenecientes a un solo bloque rodado, también podrían servir como holotipo, mas se da preferencia a tratarlo como paleodemo tipo, en deferencia a los colegas Heidi (HOLMES) y John ANDERSON. Además, el fragmento de tallo incluido en el holotipo no es ‘representativo’ de *Equisetites aequicaliginosus* ni es ‘típico’, lo cual se plasma en la identificación abierta preliminar como *E. cf. arenaceus*. Los conos de *Equicalastrobus* sp. incluidos están mal preservados y, por sí solos, no podrían servir para tipificar una especie nueva.

#### ESTUDIO NUMÉRICO DE *ASINISSETUM*

Además del reto taxonómico a nivel de géneros, se intenta reconocer especies, mediante un análisis de variación, cuyos resultados repercuten en la tipificación. Las diferencias estadísticas significativas entre poblaciones fósiles deben reflejarse en la taxonomía. Las diagnósticas de las especies de *Asinisetum* se basan en caracteres muy diferentes de los que se usan tradicionalmente en *Phyllothea*, lo cual es un motivo colateral para segregar *Asinisetum*. Había que equilibrar el enfoque taxonómico con la observación de los efectos morfométricos del aniso o heteromorfismo de estas plantas que, al parecer, no era fuerte. Estos planos de interpretación sobrelapados exigían análisis y resultados numéricos amplios que se refieren también a la definición original del paleodemo por ANDERSON & ANDERSON (1983): “Una población fósil ... que muestra una distribución de variación normal ...” (trad. del autor).

### *Trabajo biométrico previo*

En un estudio precursor de esta publicación, HERNÁNDEZ-CASTILLO (1995) evaluó ocho variables de *Asinisetum*. Entre otras usó estados de preservación para un análisis de cúmulos en el cual los cuatro tipos de tallos resultaron demasiado semejantes, y en conclusión, todos se asignaron a una especie (HERNÁNDEZ-CASTILLO, 1995). Aún así, las muestras locales (ML) no parecían uniformes.

### *Estudio biométrico. Abreviaturas*

El total de los tallos usado es la ‘muestra global’ (MG). Un punto o sitio de colecta arroja una ‘muestra local’ (ML). Los resultados están graficados en cinco tipos de diagramas: La distribución de una variable única en la MG o las ML se representan además de una curva (Gráfica 2), en ‘histogramas’ o conjuntos de histogramas (HG) (Gráfica 4-6); las distribuciones bivariadas en ‘diagramas de distribución’ (DD) (Gráfica 9, 12-18); el mismo tipo de distribuciones con líneas o curvas de regresión ‘diagramas de regresión’ (DR) (Gráfica 10, 11); y las desviaciones estándar e intervalos de TUKEY en ‘diagramas de intervalos’ (DI) (Gráfica 7, 8).

En las explicaciones de los DD e HG, las ML del sitio de muestreo A se llaman ‘distribución A’, ‘nube A’ o simplemente A. No se pudo obtener valores de todas las variables, en todos los especímenes. Al elaborar los diagramas univariados y bivariados, se eliminaron especímenes con un valor faltante. Por ello, las cantidades n de tallos en las ML de cada gráfica son diferentes, y sus distribuciones se diferencian mediante un número como subíndice, por ejemplo ‘A<sub>1</sub>’, quiere decir, distribución para ML A en el DD 1.

Las ML no tienen un significado taxonómico per se, ya que pueden representar más que una población biológica, lo cual se supone por presencia de especímenes excéntricos (‘outsider’ o ‘straying individuals’) en los DD. Éstos se alejan marcadamente de la distribución correspondiente, e inclusive, pueden encontrarse cerca del centro de la distribución de otra ML. Para cada MG y ML individuales se proporcionan dos valores n; p. ej., n<sub>1</sub>=170/147, no asentado en la gráfica, significa que la MG en DD 1 es de 170, con estimaciones, o de 147

sin ellas. Para identificar el número de especímenes en una ML, la mayúscula correspondiente se agrega como subíndice al número n; p. ej., n<sub>C3</sub> significa número n de la ML C en el DD 3.

### *Estudio biométrico. Análisis*

Mediante estadística se pretende detectar si *Asinisetum* tenía varias especies en Sonora, y si las variables coadyuvan para conocer el hábito de estas plantas. En especímenes mal preservados, tuvieron que aceptarse valores redondeados. La lista primaria incluye, además, ‘estimaciones a grosso modo’, caracterizadas con señas [>, <, o ?]. Los valores asentados en la lista primaria fueron en su gran mayoría cotejados una vez, y todas las posiciones de símbolos en los diagramas, dos veces. La imprecisión de algunas mediciones se toleró, pues no tiene repercusión significativa en los DD. La elaboración manual de mediciones y gráficas originales, en donde también se asentaron los números de espécimen, dio lugar a un conocimiento quizás intuitivo, no del todo matemático, sobre el papel de ciertos ejemplares en las distribuciones y sobre las relaciones entre éstas.

Se partió del agrupamiento de la MG en ML de cinco diferentes puntos o sitios de muestreo, 522 (A), 523, 524, 530 (C) y 543 (D). En el cálculo de valores estadísticos colectivos, también se incluyeron algunos especímenes de 528. La localización de los restos vegetales, o su pertenencia a las cuatro ML, se usó como una quasi-variable, pero no se incluye en la siguiente lista. Todos los valores se obtuvieron contando con variantes de preservación tafonómicas. Los especímenes que mostraban sólo una variable no fueron considerados; 202 fragmentos de tallos, es decir el 70% de la MG precursora, fueron usados para evaluar cuatro variables primarias, (a) a (d) (Gráfica 1).

### LAS VARIABLES

#### *Variables primarias*

- (a) Anchura de un entrenudo, medida en la impresión, redondeada en mm;

- (b) Longitud del mismo entrenudo, o de otro contiguo, redondeada en mm;
- (c) Longitud de una vaina foliar del mismo fragmento, redondeada en mm;
- (d) Densidad de los haces vasculares de la vaina foliar (o de las costillas del entrenudo del mismo fragmento), es decir, el número de haces en 1 cm de anchura del entrenudo, contado lo más cerca posible del centro del entrenudo

En un total de 107 fragmentos se obtuvieron valores de estas variables primarias, suficientes para un análisis estadístico. En los DD ilustrados, el número n de los fragmentos en la MG, entre 107 y 198, depende de las variables, incluyéndose los valores estimados a grosso modo. En los DD, con la variable (a) anchura del tallo, el número n de la ML C es el número de símbolos +1, ya que un espécimen de esta muestra es demasiado ancho para graficar su símbolo en su debido lugar. Los vástagos cuyas vainas son más largas que los entrenudos, es decir los más delgados y distales, están marcadamente subrepresentados, ya que es imposible medir (b) y (c). Los valores de (a) en tales ejemplares son aproximados, pues en la realidad, se midió la anchura de la vaina.

Los valores de las siguientes variables (e) - (h) se midieron en los DD 1 y 4 (Gráfica 1, 10, 14):

#### *Variables derivadas*

- (e) Longitud de la diagonal que atraviesa el entrenudo, redondeada en mm (también: 'longitud de la diagonal internodal')
- (f) Ángulo entre el eje geométrico longitudinal del mismo fragmento, y la diagonal del entrenudo (e), en grados (también: 'ángulo internodal')
- (g) Longitud de la diagonal que atraviesa la vaina del mismo fragmento, redondeada en mm (también: 'longitud de la diagonal de vaina')
- (h) Ángulo entre el eje geométrico longitudinal del mismo fragmento, y la diagonal de la vaina (g) (también: 'ángulo de vaina')

Éstas, y variables adicionales calculadas con base en (a) - (h), se usaron para dibujar diagramas que incorporan

\* U i ç F D *sinisetum* gen. nov. Representación esquemática de las variables utilizadas en el estudio numérico que son (a) anchura de entrenudo; (b) longitud de entrenudo; (c) longitud de vaina foliar; (d) densidad de haces vasculares en vaina foliar o número de haces en 1 cm del perímetro de entrenudo; (e) longitud de diagonal de entrenudo; (f) ángulo entre eje longitudinal de entrenudo y diagonal de entrenudo; (g) longitud de diagonal de vaina foliar; (h) ángulo entre eje longitudinal de entrenudo y diagonal de vaina foliar.

más que dos variables primarias. La variable más derivada, usada para el DD 8, es:

- (i) Raíz cuadrada de (c) x (d)

#### PROCEDIMIENTO

En un DD preliminar, (a) contra (b), los puntos de muestreo 523 y 524 estaban aún separados, pero sus distribuciones resultaron casi idénticas. Se unieron después como una sola ML B. Además, se esbozaron polígonos de frecuencia para las mismas variables, y

\* U i ¿ F *Dasinisetum* gen. nov. Frecuencias de longitud de entrenado (b) en mm en la muestra global (MG). La curva se generalizó con un procedimiento descrito en el texto y muestra solamente frecuencias relativas.

una curva promediada para (b) (Gráfica 2) que muestra sólo frecuencias relativas, construida con base en cinco histogramas consecutivos, con grupos de longitud de 5 en 5 mm, con los límites entre los grupos desplazados de 1 en 1 mm. Así, para cada paso de 1 mm de longitud se obtuvieron cinco valores diferentes, que se promediaron. Los cuatro picos importantes de la curva parecían reflejar el número de ML. Los resultados indican que esto no es totalmente erróneo ni tampoco correcto.

Antes de proseguir con un análisis numérico detallado, se realizó con el programa MVSP + 2.1i un análisis de cúmulos WPGMA de las ML A - D, usando las variables (a) - (h), de n =198 especímenes, y donde se tuvieron en cuenta los valores estimados a grosso modo. De acuerdo con el dendrograma (Gráfica 3), las ML A y D son muy similares, mientras que B y C son notablemente diferentes. B es la más distante de las otras tres ML.

Para cada variable se dibujaron HG de la MG y las ML (cf. Gráfica 4-6). Un HG para (h) se ilustra aquí como ejemplo de un potencial de diferenciación fuerte (Gráfica 4). Con el programa Sigma Plot en

versión anterior a 2001, de Jandel Scientific, se trazaron algunos DR con líneas de regresión de 2° orden y 95% de confianza (Gráfica 10, 11). Luego se realizó un análisis de variación, con el programa Statgraphics +5.2. Los valores de probabilidad son lo suficientemente exactos; y salieron a luz numerosas diferencias entre las ML. La investigación cuantitativa se concluyó con comparaciones de los valores colectivos, medios y de dispersión, usando el método de TUKEY (HSD-Tests, 95% confianza). Estos valores se obtuvieron para la MG y las ML con los programas

\* U i ¿ F *Dasinisetum* gen. nov. Dendrograma que representa las diferencias entre las muestras locales A-D. Explicación en el texto.

### Ángulo de la vaina (°)

\* U i ¿ F D Serie de histogramas 1 (HG 1): *Asinisetum* gen. nov. Ángulo entre el eje longitudinal del entrenudo y la diagonal de vaina (h) en grados (véase Gráfica 1). Los símbolos de las muestras locales son: T o V para A (522); „ o ... para B (523/524); z o { para C (530); S o U para D (543). Cada símbolo representa un espécimen individual. Los símbolos negros representan especímenes con mediciones precisas, los blancos tienen al menos un valor estimado de grosso modo. De arriba hacia abajo: Frecuencias en las muestras locales D, A, C, B. Primer diagrama de abajo: Frecuencias en la muestra global. Nótese la distribución muy poco usual en el sitio de muestreo B. Los histogramas evidencian la gran diferencia entre las muestras B y C y la similitud de A y D.

Excel (Office, Windows 95) y Statgraphics. Los intervalos de todas las variables (a) - (h) se calcularon con y sin los valores estimados a grosso modo. Sólo estos últimos se usaron para preparación una serie de DI bivariados. Los intervalos se representan en el DI

### Longitud/anchura del entrenudo

\* U i ¿ F D Serie de histogramas 2 (HG 2): *Asinisetum* gen. nov. Variable (b)/(a) de especímenes de cuatro muestras locales mencionados en la explicación del HG 1 (Véase el pie de la Gráfica 4).

(Gráfica 7, 8) con cruces de líneas continuas, y para comparación también se asentaron las desviaciones estándar, con líneas interrumpidas. Las variables (b) y (f), que son un poco redundantes, caracterizan las tres diferentes poblaciones con claridad y son adecuadas para fines diagnósticos. El otro DI (Gráfica 8) muestra las variables (a) y (b) y se reproduce junto a la DD 1, con las mismas variables.

pedicelo; (8) la parte peltada distal del esporangióforo: 'escudo' o 'cabeza'; (9) una punta o emergencia de forma de espina o púa, en el centro externo del escudo: 'proceso' o 'punta espiniforme'; (10) una prolongación con aspecto de hoja en el centro externo del escudo: 'punta foliiforme del umbo' o 'proceso foliiforme'. Estos términos no implican reinterpretaciones morfológicas.

) D P L O L D ( T X L V H W D F H D H  
\* H Q ~~Asinisetum~~ **gen. nov.**

**Type species:** *Asinisetum formosum* sp. nov.

3 U H Y L R X V U H F R U G W U H P P 6 R Q R U D  
The synonymy here listed here because the genus was previously considered as monotypic.

?1916 *Neocalamites carrerei* (ZEILLER) HALLE.-  
HUMPHREYS, E. W.: 77, pl. 5 (discarded; wrong identification of *Asinisetum*?).

1982 Phyllotheceae o Equisetaceae gen. nov., sp. nov.? - WEBER, R. et al., 1980 [1982] a: 146-147, fig. 9 a, b. WEBER, R. et al., 1980 [1982] b.: 127-128, fig. 1, b-e.

1982 *Phyllothea* BRONGNIART?, sp. A. - WEBER, R.: 120, tab. 3 (only name).

Ángulo internodal (°)

\* U i ç F D Serie de histogramas 3 (HG 3): *Asinisetum* gen. nov. Ángulo entre el eje longitudinal del entrenudo y la diagonal internodal (f) en grados. Nótese la baja variabilidad en la muestra local C, tercer histograma de arriba, que corresponde a la orientación paralela al eje X de la nube C en el diagrama de distribución 7 (Gráfica 17 b). Explicación adicional en el pie del HG 1 (Gráfica 4).

## TAXONOMÍA

### TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

En este trabajo, con excepción de las diagnosis, se usan con frecuencia términos un tanto informales: (1) El eje o tallo con follaje se llama a veces 'vástago'; (2) un eje o tallo de orden mayor: 'rama'; (3) el cuello formado por las bases foliares fusionadas: vaina; la parte de cada hoja que pertenece a la vaina: 'base foliar'; (5) la parte libre, distal, de la hoja: 'lámina' o 'diente'; (6) el estróbilo: 'cono'; (7) El pie del esporangióforo:

**Diagnosis:** Shoot tall, herbaceous, scarcely branched; axes mostly between 2 and 40 mm wide in imprint, average width about 18 mm; internodes up to 75 mm long, average length 36 mm, internode surface smooth, partially or, in slender stems and branches, often completely covered by strongly ridged, cylindrical, adpressed leaf sheaths; number of conductive bundles in sheath and basally following internode equal or nearly so. Sheath up to over 45 mm long, average about 23 mm, with 8 to 15 veins/cm of width in wide shoots, to over 20 veins/cm in slender shoots, average about 13; sheaths distally divided into flat, entire, linear, often fasciculate leaf blades extending radially away from the axis, leaves provided with one midvein each and much longer than the sheaths, almost always less than 1 mm in width and up to over 10 cm in length.

' H U L Y D W L R Q ~~Asinisetum~~ **gen. nov.** *Asinus* (lat.): donkey (asno o burro).

\* U i ¿ F D Diagrama de intervalos 1 (DI 1): *Asinisetum* gen. nov. Representación de las desviaciones estándar (líneas interrumpidas) e intervalos HSD de TUKEY (95% de confianza: líneas continuas), para longitud del entrenudo (b) en mm, a lo largo del eje X, contra ángulo internodal (f) en grados, a lo largo del eje Y. Los símbolos de los lugares de muestreo en las intersecciones de las líneas son: T o V para A (522); „ o .. para B (523/524); z o { para C (530); S o U para D (543). El diagrama evidencia el efecto combinado de dos variables de valor diagnóstico considerable. Nótese el aislamiento de las muestras locales B y C y la ubicación casi igual de las muestras locales A y D.

#### RESULTADOS DEL ESTUDIO NUMÉRICO

Antes de describir las especies se analizan algunos caracteres morfométricos o variables de los n =198 tallos de *Asinisetum* en la MG (ML A-D). DD 1 y 2 se describen detalladamente para facilitar la lectura de las demás. Cualquier valor de las variables puede ser inexacto. En repetidos casos, especímenes en que el valor de una variable fue estimado ‘a grosso modo’ se han omitido, lo cual se menciona oportunamente sin repetir las palabras ‘a grosso modo’. Los valores estadísticos colectivos que caracterizan las ML, se encuentran en la Tabla 2. El término ‘eje’ se refiere en estas explica-

ciones siempre a los ejes X y Y de los diagramas. Los ‘ejes’ morfológicos, por lo general se llaman ‘tallos’. Las abreviaturas han sido explicadas más arriba (ver: Método numérico para *Asinisetum*).

' L D J U D P D G H G L V W U L E I X F l u y Q e l entrenudo (b), y anchura del entrenudo (a), en mm, a lo largo de los ejes X y Y (n<sub>1</sub>=170/147). El tallo más ancho no está marcado en el diagrama por ser muy excéntrico, pero está considerado en n. Los valores de (b) tienden a ser inexactos, cuando los nudos están mal preservados.

A<sub>1</sub> parece bipartida (Gráfica 10). Los tallos de la nube parcial superior con (a) >32 mm representan más

\* U i ¿ F

\* U i ç F D Diagrama de intervalos 2 (DI 2): *Asinisetum* gen. nov. Desviaciones estándar (línea interrumpida) e intervalos HSD de TUKEY (95% de confianza: líneas continuas) para longitud del entrenudo (b), eje X, y anchura del entrenudo (a), eje Y. El diagrama evidencia una variable de valor diagnóstico bajo (a) frente a otra (b) con mayor importancia. Compárese el pie de la Gráfica 7.

\* U i ç F D Diagrama de distribución 1 (DD 1): *Asinisetum* gen. nov. Longitud del entrenudo (b) en mm, eje X, contra anchura del entrenudo (a) en mm, eje Y, para las muestras locales A-D. Los símbolos son: T o V para A (522); „ o .. para B (523/524); z o { para C (530); S o U para D (543). Cada símbolo representa un fragmento de tallo individual. Símbolos negros representan especímenes con mediciones precisas, los blancos tienen al menos un valor estimado a grosso modo. En una tabla se dan los números n de las muestras locales. El primer valor en cada renglón de la tabla corresponde a la muestra local completa; el segundo, después de una diagonal, a especímenes sin valores estimados a grosso modo. En el número n se considera un espécimen muy ancho que en la gráfica no se marcó con su símbolo.

\* U i ç F D Diagrama de regresión 1 (DR 1): *Asinisetum* gen. nov. La distribución de la muestra local A es bipartida, como se observó en el DD 1 (Gráfica 9). Para cada una de las dos partes se muestra una línea de regresión de 2° orden (95% de confianza). Los especímenes con variables estimadas a grosso modo están excluidos. Explicación adicional en el pie de la Gráfica 9.

\* U i ç F D Diagrama de regresión 2 (DR 2): *Asinisetum* gen. nov. Distribución de la muestra local C representada en el diagrama de distribución 1 (Gráfica 9) con línea de regresión de 2° orden (95% de confianza). Los especímenes con variables estimadas a grosso modo están excluidos. En el área de longitudes mayores a 50 mm, la distribución parece ser bifurcada. Compárese DD 1 (Gráfica 9), donde se encuentran explicaciones adicionales. En el número no se considera un espécimen extremadamente ancho que en la gráfica no se marcó con su símbolo.

\* U i ç F D Diagrama de distribución 2 (DD 2): *Asinisetum* gen. nov. Longitud de la vaina foliar (c) en mm, a lo largo del eje X, contra densidad de haces vasculares en la vaina foliar o densidad en 1 cm del perímetro del entrenudo (d), a lo largo del eje Y. Al representar estas distribuciones en en DI, éstas pierden su significado casi por completo. Explicación adicional en el pie de la Gráfica 9.

del 20% de  $n_{A_1} = 32$  (sin considerar un individuo con un valor estimado), y la inferior, con (a)  $< 23$  mm, casi un 80% de los especímenes. La ausencia de tallos con (a) entre 22 y 32 mm no se debe a muestreo subjetivo o colapso selectivo de los tallos anchos. La orientación inclinada de la 'parte inferior' indica interdependencia de las variables, variabilidad baja de (b)/(a) e incremento paulatino del cociente hacia los entrenudos largos. La distribución sugiere ramificación de los tallos (ver abajo: Ramificación).

La nube  $B_1$  es más alta que ancha, y (b)  $< 35$  mm (un tallo muy excéntrico desconsiderado). El margen de variación de (a) asemeja el de las demás nubes. El entrenudo del tallo más ancho mide sólo 20 mm de longitud. La interdependencia entre (a) y (b) es baja o nula.

$C_1$  es larga y angosta y aporta casi todos los ejemplares del DD 1 con (b)  $> 50$  mm. Más del 50% tiene (b)  $> 35$  mm, y en aquellos con (b)  $< 40$  mm, se encuentra (a)  $< 18$  mm, excepto un espécimen excéntrico. El pico

de (b) entre 60-70 mm en la curva de Gráfica 2 corresponde a la ML C, a diferencia de los otros tres.  $C_1$  incluye los entrenudos más largos, y el más ancho de la MG (Lám. IV, fig. 7). La nube es angosta para los entrenudos con (b)  $< 50$  mm, si se omiten unos ejemplares muy excéntricos. Además, se nota un incremento lento y poca variabilidad de (b)/(a), hacia los entrenudos más largos, y una interdependencia marcada de (a) y (b).  $C_1$  tiene forma de corneta, es decir, desde (b)  $\# 5$  mm y más es bifurcada. Gráfica 11 muestra sólo esta distribución, con curva de regresión cuadrada (95% de confianza). La mayoría de los tallos con entrenudos de  $< 50$  mm de longitud se ubica en la zona de confianza, en contraste con los más largos, que con pocas excepciones están fuera de ella. Esta dicotomía muestra un carácter real de las plantas.

$D_1$  coincide con las demás nubes, pero carece de (b)  $> 50$  mm.

$A_1$  y  $C_1$  son similares. La 'parte inferior' de  $A_1$  (tallos angostos), asemeja  $C_1$  sobre todo en anchura,

\* U i z F D Diagrama de distribución 3 (DD 3): *Asinisetum* gen. nov. Longitud del entrenudo (b) en mm, a lo largo del eje X, contra densidad de haces vasculares en la vaina foliar o densidad en 1 cm del perímetro del entrenudo (d), a lo largo del eje Y. Explicación adicional en el pie de la Gráfica 9.

pero en  $C_1$ , no hay nada semejante a la ‘parte superior’ de  $A_1$  (tallos más anchos). La interdependencia de (a) y (b) es similar en la ‘parte inferior’, pero decrece de repente en tallos con (b) >40 de  $C_1$ . Las nubes  $B_1$  y  $C_1$  son muy diferentes. En las longitudes entre 10-35 mm, más que el 50% de los especímenes de  $B_1$  son más anchos que los de  $C_1$ , y para (a) >17 mm,  $B_1$  y  $C_1$  tienen longitudes excluyentes, excepto un espécimen de C.

El promedio del cociente (b)/(a) de  $B_1$  se ubica entre 1 y 1,5; mientras que en  $C_1$  es >2. Esta variable se mostró ya en el HG 2 (Gráfica 5). Para comparación se agrega el HG 3 (Gráfica 6), que representa la variabilidad del ángulo internodal (f), con las variables (a) y (b) en relación diferente. La distribución muy estrecha de frecuencias de C contrasta mucho con las demás ML, y parece ser una de las pocas distribuciones normales de este análisis, es decir, la variable (b)/(a) es importante.

Como se esperaba, B es muy distinto de C en el HG 3 (Gráfica 6). Observaciones similares son posibles

en el HG 1 (Gráfica 4). La distribución para ML B es muy extraña.

En  $B_1$  y  $C_1$  se encuentran individuos excéntricos o ‘outsiders’ (ver abajo: *Asinisetum* ex gr. *formosum*).  $C_1$  incluye un tallo con 66 mm de ancho, es decir, tiene 25 mm más que el segundo más ancho (Lám. IV, fig. 7; no asentado en el DD 1). Tres ejemplares de  $C_1$  (o cuatro, con estimaciones incluidas) se ubican muy cerca del eje de simetría de la nube  $B_1$ . Un ejemplar excéntrico de  $B_1$  muestra un entrenudo de 50 mm de longitud; en los demás, la longitud alcanza sólo 35 mm. Este espécimen cae indudablemente en el área de  $C_1$ . Tales ejemplares apenas si pertenecen a las poblaciones biológicas predominantes en las ML correspondientes.

$B_1$  asemeja  $D_1$  en la forma, mas no en la ubicación. Las dos son anchas, cortas, no bipartidas, y si se excluye un ejemplar excéntrico de  $B_1$ , más del 50% de  $D_1$  se localiza fuera del área de la nube  $B_1$ .

El incremento en las longitudes máximas de los entrenudos permite el ordenamiento de las cuatro ML

\* U i ç F D Diagrama de distribución 4 (DD 4): *Asinisetum* gen. nov. Longitud de la vaina foliar (c) en mm, a lo largo del eje X, contra anchura del entrenudo (a) en mm, a lo largo del eje Y. Explicación adicional en el pie de la Gráfica 9. En el número n se considera un espécimen extremadamente ancho que en la gráfica no se marcó con su símbolo.

en la siguiente secuencia: B<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, A<sub>1</sub> y C<sub>1</sub>. En el análisis de variación no se encontraron diferencias significativas en (a), entre las cuatro ML. Pero en lo tocante a (b), las ML B y C son claramente diferentes del par A/D (DI 2, Gráfica 8). Al parecer, sólo la variable (B) puede servir en una diagnosis. Para comparación, se muestra el DI 1 con (b) en el eje X y (f) en eje Y (Gráfica7), que separa tres poblaciones de manera significativa. Las dos variables son de interés diagnóstico.

' L D J U D P D G H G L V W U L E K o n f i d e n c i a  
la vaina (c) en mm y densidad de los haces vasculares en la vaina (d), a lo largo de los ejes X y Y (n<sub>2</sub>=112/75). Se excluyen los valores estimados a grosso modo, quedando 75 ejemplares, o aproximadamente 1/2 n<sub>1</sub>. Los valores de las variables del DD 2 tienden a ser menos exactos que en el DD 1.

A<sub>2</sub> es angosta y larga y toca C<sub>2</sub>. Dos individuos de A<sub>2</sub> están en el centro del área de B<sub>2</sub>. A diferencia de DD 1, A<sub>2</sub> no aparece bipartida.

B<sub>2</sub> es pequeña, casi isodiamétrica, y aparece como protuberancia de MG<sub>2</sub>. Faltan ejemplares excéntricos.

Sólo cuatro de los 61 ejemplares de las demás nubes se ubican en el área de B<sub>2</sub>. En B<sub>2</sub>, las variables muestran baja variabilidad, (c<sub>B2</sub>) entre 8 y 18 mm [sólo un valor más bajo de (c) =7 mm existe en la MG] y (d<sub>B2</sub>) entre 7 y 14. B<sub>2</sub> se distingue de las demás nubes en que no disminuye el promedio de (c)/(d) hacia las vainas largas.

La nube C<sub>2</sub> es angosta y larga. Dos especímenes, en la Tabla 3 con los números 29 y 98, con (c) <10 mm son excéntricos. Uno de ellos está en la orilla del área de B<sub>2</sub> y el otro compartida con A<sub>2</sub>, contiene más del 50% de C<sub>2</sub>.

Las nubes C en DD 1 y DD 2 se comparan para entender el área bipartida de la ML. Sólo cuatro especímenes se ubican entre (c)>28 mm y <35 mm. Los ejemplares con (c) <28 mm tienen un (d<sub>min</sub>) =15 mm, drásticamente bajo, sin tener en cuenta un ejemplar excéntrico en B<sub>2</sub>, mientras que aquéllos con vainas más largas tienen en promedio (d) #7, en tanto que los de vainas más largas tienen en promedio (d) #2. C<sub>2</sub> no es interrumpida, pero sí doblada o quizás compuesta de dos partes desplazadas una contra la otra. De acuerdo

\* U i ç F DDiagrama de distribución 5 (DD 5): *Asinisetum* gen. nov. Anchura del entrenudo; (a) en mm, a lo largo del eje X, y densidad de haces vasculares en la vaina foliar o densidad en 1 cm del perímetro del entrenudo (d), a lo largo del eje Y. El límite entre las distribuciones de las muestras locales B y C está marcado con una línea interrumpida. Explicación adicional en el pie de la Gráfica 9. En el número n se considera un espécimen extremadamente ancho que en la gráfica no se marcó con su símbolo.

con los números de espécimen de la lista primaria que no se incluyen aquí, casi todos los individuos  $C_2$  con (c) >33 mm corresponden al extremo bipartido de  $C_1$  con (b) >50 cm. Por lo tanto, los tallos de C con los entrenudos más anchos y largos, tienen densidades de haces llamativamente bajas. Sin embargo, en el DD 2 no se confirma que C es bipartida.

$D_2$  es difusa, cubre un área extensa y, por tanto, sobrelapa las nubes  $A_2$  y  $C_2$  considerablemente, y  $B_2$  en menor medida.

$B_2$  y  $C_2$  ocupan áreas casi completamente separadas y guardan la mayor distancia.

Las distribuciones  $A_2$  a  $D_2$  pueden ponerse en la secuencia B, A/D, C, de acuerdo con las semejanzas.  $B_2$  y  $C_2$  son las más diferentes, y  $A_2$  y  $D_2$  son estadísticamente iguales. Salvo  $B_2$ , las nubes de la MG en DD 2 parecen orientarse de manera paralela y oblicua de izquierda arriba a la derecha abajo, lo cual indica un marcado

decremento general de la densidad de haces conforme aumenta la longitud de la vaina.

Por tanto, en la MG el número total de haces por individuo varía mucho menos que el perímetro del tallo o de la vaina. Valores colectivos estadísticos solos, no permiten ver tal situación.

' L D J U D P D G H G L V \* W U J L F E D X I F o h g t Q del entrenudo (b) contra densidad de haces en la vaina (d), a lo largo de los ejes X y Y, con  $n_3 = 117/98$ . Los valores de las variables en DD 3 son confiables; mientras que en DD 1 y 2, (a) y (c) son relativamente imprecisos.

La nube de la MG es compacta.  $B_3$  se sitúa en su extremo derecho inferior, y  $C_3$  arriba a la izquierda.  $B_3$  y  $C_3$  están casi perfectamente separadas. Tres individuos de  $n_{C3} = 39$  (estimaciones excluidas), se ubican marginalmente en la nube  $B_3$ . Sólo dos de ellos, con

\* U i ¿ F D Diagrama de distribución 6 (DD 6): *Asinisetum* gen. nov. Longitud de la diagonal internodal (e) en mm, a lo largo del eje X, contra ángulo entre el eje longitudinal del entrenudo y la diagonal del entrenudo (f) en grados a lo largo del eje Y. Explicación adicional en el pie de la Gráfica 9.

(d) más bajo, son excéntricos y más cerca del centro de  $B_3$ . A diferencia de las DD anteriores, el área de  $C_3$  es grande. Sólo un tallo de  $B_3$  está en el centro de aquella, y en lo demás,  $B_3$  y  $C_3$  comparten sólo una franja angosta. Si se omite el ejemplar de  $C_3$  en el centro de  $B_3$ , sólo 11 de  $n_{C_3} = 39$  están en el área compartida. Por tanto,  $A_3$  y  $C_3$  son notablemente diferentes. Por otra parte, sólo 1/3, i.e., 6 de  $n_{A_3} = 18$  (estimaciones excluidas), están en el área de  $B_3$ .  $A_3$  y  $D_3$  se asemejan y se ubican entre o claramente aparte de  $B_3$  y  $C_3$ .

El DD 3 corrobora la interpretación anterior y, en cuanto a similitud, la secuencia de las poblaciones es  $B_3, A_3/D_3, C_3$ .

'LDJUDPD GH GLVWULEXIEFoljto de la vaina (c) contra anchura del entrenudo (a), a lo largo de los ejes X y Y. Las relaciones entre las ML se grafican mejor, usando variables con distribuciones paralelas a los ejes X o Y, respectivamente, y en la medida de lo posible con poca variabilidad (o baja desviación estándar). En tales pares, las variables no son interdependientes y su potencial diagnóstico es elevado. Se encontraron solamente para las ML B y C.

Las variables de este DD deben verse con cuidado, ya que la medición de las variables es a veces imprecisa, y el número de especímenes es pequeño. La nube  $B_4$ , con  $n_{B_4} = 8/25$ , es decir, aprox. 60% de  $n_{B_1}$ , es

\* U i ¿

(a)

(b)

\* U i ç F D Diagrama de distribución 7 a, b (DD 7 a, b): *Asinisetum* gen. nov. Ángulo internodal (f) en grados a lo largo del eje X contra longitud de la vaina foliar (c) en mm, a lo largo del eje Y. En este caso, las nubes de las muestras locales A y D (diagrama 7 a) así como B y C (diagrama 7 b) están representadas por separado. La diferencia entre las tres microespecies de *Asinisetum* resalta muy claramente. Nótese en el diagrama 7 b que las nubes de B y C son aproximadamente paralelas a uno de los ejes cada una. Los individuos de B y C que se ubican en la otra nube contienen por lo menos un valor estimado grosso modo. Las distribuciones están casi perfectamente separadas. Explicación adicional en el pie de la Gráfica 9.

\* U i ¿ F D Diagrama de distribución 8 (DD 8): *Asinisetum* gen. nov. Longitud del entrenudo (b) en mm, a lo largo del eje X, contra las raíces cuadradas de (c)x(d) a lo largo del eje Y. Nótese la subdivisión marcada de la nube C. Explicación adicional en el pie de la Gráfica 9.

casi paralela al eje Y, porque (c) varía poco, entre 7 y 18 mm, mientras que (a) varía entre 9 y 46 mm; es decir, (c) no depende de (a). Por lo tanto, este par de caracteres tiene funciones diferentes en B<sub>4</sub> y C<sub>4</sub>.

Inesperadamente, este par de variables permite una separación marcada de A<sub>4</sub> y D<sub>4</sub>, mismas que comparten sus áreas parcialmente con C<sub>4</sub> y B<sub>4</sub>.

' L D J U D P D G H G L V W U L E X F L y Q: El tallo (a) y densidad de haces en la vaina (d), a lo largo de los ejes X y Y. Compárese este diagrama con el DD 4. Los valores de (d) se consideran como confiables. Pese a la casi nula separación de las nubes A-D, y por tanto, el bajo valor diagnóstico de (a), encontrada en el DD 1, resulta una imagen sorprendente: La distribución de la MG aparece extendida, angosta y compuesta de dos porciones unidas. A<sub>5</sub> y D<sub>5</sub> comparten la misma área, aproximadamente, pero si se eliminan estimaciones de (a), la separación de B<sub>5</sub> y C<sub>5</sub> es total. El contacto entre estas nubes está trazado con línea interrumpida en la Gráfica 15. Tales distribuciones no son casuales y, además, no se encuentran con base en valores estadísticos colectivos.

' L D J U D P D G H G L V W U L E X F L y Q: Longitud de la diagonal internodal (e), en mm, y ángulo internodal (f), en grados, a lo largo de los ejes X y Y. Si bien las dos variables son derivadas, en esta gráfica se logra para C<sub>6</sub> un resultado mejor que en DD 4. La relevancia de la MG es tan buena como en el DD 1 (n<sub>C6</sub>=48). Sin embargo, las variables usadas conllevan redundancia. El DD 6 muestra que en C<sub>6</sub>, (f) varía mucho menos que (e), que las variables no son proporcionales, sino independientes, a pesar de su redundancia. Las variables separan C<sub>6</sub> y B<sub>6</sub> limpiamente. B<sub>6</sub> es difusa y comparte muy poca área con C<sub>6</sub>, sin considerar un espécimen excéntrico de B<sub>6</sub>.

' L D J U D P D G H G L V W U L E X F L y Q: Ángulo internodal (f) en grados y longitud de la vaina (c), en mm, a lo largo de los ejes X y Y, n<sub>7</sub>=123/75. El número de especímenes disponibles para esta gráfica es alto, y se logró una separación muy buena de B<sub>7</sub> y C<sub>7</sub>. A<sub>7</sub> y D<sub>7</sub> juntos difieren mucho de esas ML pero son casi iguales entre sí.

Nuevamente se observa que B y C son poblaciones marcadamente diferentes, y que entre ellas, se ubica otra, A+D. Juntas, las ML A+D asemejan a C más

\* U i ¿ F

D \ E

---

WEBER, Reinhard, 2008, Homomorfismo en Equisetaceae del Triásico: *Asinisetum* gen. nov., *Equisetites aequecaliginosus* WEBER y conos asociados de Sonora, México, in WEBER, Reinhard, ed., Plantas triásicas y jurásicas de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 115, Parte 1, p. 1-83, 18 figs., 4 tablas, 11 láms.

## HOMOMORFISMO EN EUISETACEAE DEL TRIÁSICO: *ASINISETUM* GEN. NOV., *EUISETITES AEQUECALIGINOSUS* WEBER Y CONOS ASOCIADOS DE SONORA, MÉXICO

REINHARD WEBER\*

### RESUMEN

*Asinisetum* gen. nov. y *Equisetites* cf. *arenaceus* (Equisetaceae, Formación Santa Clara, Triásico Tardío, Cárnico y, quizás, Nórico, Sonora, México) pueden ser reconocidos como dobles morfológicos de otros taxa, considerando su relación con los conos asociados. *Asinisetum* vegetativo asemeja especies de *Phyllothea* u otros géneros de Tchernoviaceae pérmicas de Rusia; pero los conos asociados sugieren relaciones con *Equisetum*. Los conos se encontraron en seis yacimientos, siempre asociados con tallos de *Asinisetum*. El otro cono, *Equicalastrobus* sp., es escaso y asociado con *Equisetites* cf. *arenaceus* vegetativo, igualmente escaso en la formación. La planta reconstruida a partir de estos últimos morfotaxa es *Equisetites aequecaliginosus* WEBER. En este contexto, se examinan los métodos de comprobación y de nomenclatura en la reconstrucción paleobotánica. Las apreciaciones morfológicas y evolutivas deducidas por GRAUVOGEL-STAMM & ASH a partir de su descripción de *Equicalastrobus* se discuten detenidamente.

De acuerdo con un análisis de variación en 202 fragmentos de tallos de cuatro yacimientos distintos, escogidos por su preservación satisfactoria, *Asinisetum* incluye tres microespecies, *A. formosum*, *A. breviararticulatum* y *A. dissimile*. En cuanto a *Equisetites*, dos fragmentos vegetativos, *Equisetites* sp. 1 y sp. 2, pueden ser taxonómica o tafonómicamente distintos de *Equisetites aequecaliginosus*.

**Palabras clave:** Fósil, Equisetaceae, género nuevo, *Asinisetum*, *Equisetites*, fértil, reconstrucción, biometría, Triásico, Cárnico, México.

---

\*Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 México, D.F.  
e-mail: weber@servidor.unam.mx