

NUEVAS CONTRIBUCIONES AL CONOCIMIENTO DE LA TAFOFLORA DE LA FORMACION SANTA CLARA (TRIASICO TARDIO) DE SONORA

Reinhard Weber¹, Angel Zambrano-García²
y Flor Amozurrutia-Silva²

RESUMEN

De 1973 a 1979 se desarrollaron trabajos de exploración paleobotánica en la Formación Santa Clara, entre Hermosillo y Tónichi, Sonora, que llevaron al descubrimiento de unas 25 localidades nuevas en los alrededores de los Ranchos La Cuesta y Buenavista y entre Barranca y Tónichi. El material colectado permite una apreciación mejor de la diversidad de la Tafoflora Santa Clara. Si de los registros taxonómicos en trabajos previos se cuentan sólo los que están publicados con descripciones e ilustraciones, el número de unidades taxonómicas aumentó en más de un 100^oo, a través de las colectas referidas. Algunas formas previamente registradas requieren de revisión taxonómica. Se discuten brevemente representantes de las Sphenophyta, Pteridophyta y Spermatophyta (excepto Coniferae). En términos generales, la tafoflora corrobora la edad cárnica atribuida previamente a la Formación Santa Clara. Se observa una semejanza notable a nivel genérico entre la Tafoflora Santa Clara y las floras contemporáneas de los Grupos Chatham y Richmond del oriente de los Estados Unidos de América. En cambio, la Tafoflora Chinle del suroeste de ese país es muy diferente de las anteriores. Se propone una explicación de esta diferencia, con base en argumentos paleoecológicos.

ABSTRACT

From 1973 to 1979, large-scale paleobotanical explorations were carried out in the Santa Clara Formation, between Hermosillo and Tónichi, Sonora. About 25 fossil plant localities were discovered in the surroundings of Rancho La Cuesta and Buenavista and in the area between Barranca and Tónichi. The new collections allow a better appreciation of the diversity of the Santa Clara taphoflora. If among the species reported in the previous literature only those are considered which are described and illustrated, the number of species increases to more than twice the previous record. Some previously reported forms need taxonomic revision. Representatives of the Sphenophyta, Pteridophyta and Spermatophyta (except Coniferae) are briefly discussed. In general, the taphoflora corroborates the earlier assignment of the Santa Clara Formation to the Carnian. On generic level, there is a striking similarity between the Santa Clara taphoflora and the coeval floras of the Chatham and Richmond Groups of the eastern United States of America. In contrast, the Chinle taphoflora of the southwestern United States is very different from the former ones. This difference is explained on paleoecological basis.

INTRODUCCION

En la parte central y suroriental del Estado de Sonora aflora una secuencia gruesa de rocas sedimentarias del Mesozoico inferior, la cual incluye yacimientos importantes de antracita y grafito. De acuerdo con la nomenclatura estratigráfica válida, esta secuencia recibe el nombre de Grupo Barranca, el cual incluye las Formaciones Arrayanes, Santa Clara y Coyotes (Alencáster, 1961).

El Grupo Barranca tiene una distribución geográfica amplia aunque discontinua en la región mencionada, y se extiende posiblemente hasta el occidente de Chihuahua. Estas rocas están con frecuencia afectadas por un metamorfismo de contacto considerable. Sin embargo, en muchos niveles del Grupo Barranca se encuentran fósiles, entre los

cuales predominan los restos vegetales. Sólo en pocas localidades se han registrado invertebrados.

Mientras que estos últimos han servido para atribuir a las rocas portadoras una edad mínima del Jurásico Temprano, las plantas fósiles, desde los inicios de los estudios paleobotánicos de la región, han sido consideradas como índices de edad triásica por su similitud con la flora del Richmond Coal Field, Virginia, EUA (Newberry, 1876). Esta edad posteriormente fue determinada con más precisión como del Cárnico (Alencáster, 1961; Silva-Pineda, 1961), lo cual era inminente desde que Stur (1888) comparó y paralelizó las flores fósiles de Lunz, Austria y del Richmond Coal Field. Sin embargo, Ash (1980) hipotetizó, con base en los datos paleobotánicos previos, que la Tafoflora Santa Clara pudiera corresponder al Rético-Liásico. En 1980, Ash revisó los materiales nuevos de la Formación Santa Clara, depositados en el Instituto de Geología, UNAM, y llegó a la conclusión de que la tafoflora corresponde al menos en parte al Cárnico medio.

¹Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 México, D.F.

²Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 México, D.F.

Ya se mencionó que desde el inicio de los estudios paleobotánicos en la Formación Santa Clara, llamó la atención la gran semejanza entre las tafofloras de ésta y la de los Grupos Chatham (Carolina del Norte) y Richmond (Virginia) de los Estados Unidos de América. De acuerdo con los estudios palinológicos de Cornet (1977) en el Supergrupo Newark, estas últimas corresponden al Cárnico. Por el otro lado, la Tafoflora Chinle, de la misma edad aproximadamente, parece ser muy diferente de las anteriores. Durante el desarrollo de la presente investigación, la explicación de esta diferencia se planteó como el principal objetivo del estudio.

La investigación se inició en 1973 por Weber, con un viaje de reconocimiento a las áreas de Moradillas, San Marcial, Buenavista, Barranca y Santa Clara. En 1975, Weber realizó colectas en las áreas de Buenavista, Barranca y Santa Clara. Las colectas se continuaron en 1979, durante un curso de Biología de Campo para estudiantes de la Facultad de Ciencias, UNAM, impartido por R. Weber y L. A. Herrera-Gil. En estas campañas, se colectaron unos 1,500 ejemplares que, en parte, se depositaron en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM. Por otra parte, los ejemplares de 1979 son propiedad de la Facultad de Ciencias, UNAM.

ESTUDIOS PALEOBOTANICOS PREVIOS

A la fecha existen tres trabajos paleobotánicos sobre la Tafoflora Santa Clara (Newberry, 1876; Humphreys, 1916; Silva-Pineda, 1961) y algunas listas de especies en publicaciones geológicas (Aguilera in Aguilera y Ordóñez, 1893, 1896; Aguilera, 1907; Read in King, 1939; Brown in Wilson y Rocha, 1946). Todas las especies registradas por esos autores fueron catalogadas por Maldonado-Koerdell (1950). Los ejemplares previamente determinados son, sin excepción, el fruto de colectas ocasionales, realizadas en el curso de estudios geológicos de reconocimiento o económicos. En la Tabla 1 se catalogan, sin corrección, todos los nombres utilizados en publicaciones previas sobre la Tafoflora Santa Clara. Obviamente, los 75 nombres de esta lista no corresponden al mismo número de especies realmente presentes en la Tafoflora Santa Clara, ya que la tabla incluye los sinónimos y los nombres que reflejan identificaciones erróneas.

El aclarar esta confusión nomenclatorial y denominar correctamente los hallazgos nuevos será una tarea difícil, ya que la taxonomía paleobotánica del Triásico no sólo de América del Norte, sino también de Europa, es en gran parte, obsoleta. Por ello, las identificaciones del material nuevo de Sonora, necesariamente deben ser tentativas y se presentan informalmente. Sin embargo, se decidió publicar estos datos preliminares, pues actualmente está surgiendo un interés nuevo en las tafofloras, particularmente del Cárnico, en muchas partes del mundo. La Tafoflora Santa Clara tiene indudable importancia para el entendimiento global fitogeográfico y bioestratigráfico del Cárnico.

LOCALIDADES FOSILIFERAS

Una lista de las localidades donde se colectó el material examinado aquí se encuentra en Weber y colaboradores (1980).

Tabla 1.- Lista de todos los nombres utilizados para fósiles vegetales de la Formación Santa Clara, en la literatura previa citada en el capítulo de antecedentes, en orden alfabético.

1. *Abietites* aff. *A. carolinensis* (Fontaine): Maldonado-Koerdell, 1950, p. 25.
2. *Alethopteris mexicana* Newberry: Newberry 1876, explic. lám. 6, fig. 2, 2a (en lugar de *Pecopteris mexicana*).
3. *Alethopteris whitneyi* Newberry: Newberry, 1876, p. 145-146, lám. 7, fig. 1, 1a, b.
4. *Andriana* aff. *baruthina* Braun: Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
5. *Asplenium* (*Cladophlebis*) *mexicanum* (Newberry): Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
6. *Asterocarpus falcatus* (Emmons): Humphreys, 1916, p. 76.
7. *Asterocarpus platyrachis* Fontaine: Silva-Pineda, 1961, p. 11-12, lám. 1, fig. 1.
8. *Asterocarpus virginensis* Fontaine: Humphreys, 1916, p. 76.
9. *Asterocarpus whitneyi* (Newberry): Maldonado-Koerdell, 1950, p. 27-28.
10. cf. *Asterocarpus*: Wilson y Rocha, 1946, tabla 3.
11. *Asterothea virginensis* Fontaine: Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
12. *Asterothea whitneyi* (Newberry): Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
13. *Baiera muensteriana* (Presl) Heer: Maldonado-Koerdell, 1950, p. 28.
14. *Baiera radiata* (Newberry): Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
15. *Camptopteris remondi* Newberry: Newberry, 1876, p. 146-147, lám. 7, fig. 2, 2a.
16. ¿*Cladophlebis*? (*Andriana*) aff. *A. baruthina* (Bruguière) (sic): Maldonado-Koerdell, 1950, p. 29.
17. *Cladophlebis roesserti* (Presl) Saporta: Silva-Pineda, 1961, p. 14-16, lám. 2, fig. 1-2.
18. *Ctenophyllum braunianum angustum* (Braun) Schimper: Silva-Pineda, 1961, p. 17-18, lám. 3, fig. 1.
19. *Ctenophyllum emmonsii* Newberry: Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
20. *Ctenophyllum grandifolium* Fontaine: Wilson y Rocha, 1946, p. 28.
21. *Ctenophyllum robustum* (Emmons): Maldonado-Koerdell, 1950, p. 31.
22. *Cycadites* sp.?: Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
23. *Cycadomyelon*? sp.?: Humphreys, 1916, p. 77.
24. *Danaeopsis glossopteroides* (Newberry): Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
25. cf. *Danaeopsis*: Wilson y Rocha, 1946, p. 28.
26. *Dioonites* aff. *rigidus* (Andrae): Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
27. *Equisetum* aff. *muensteri* Sternberg: Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
28. *Gangamopteris americanus* Newberry: Aguilera y Ordóñez, 1896, p. 204.
29. *Ginkgo*? sp.?: Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
30. *Jeanpaulia radiata* Newberry: Newberry, 1876, p. 148, lám. 8, fig. 6.
31. *Lacopteris* (sic) *emmonsii* Fontaine: Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
32. *Lacopteris muensteri*: Wieland, 1926, p. 76.
33. *Lacopteris* aff. *muensteri* Schenk: Aguilera y Ordóñez, 1896, p. 203.
34. *Lacopteris*? sp.: King, 1939, p. 1656.
35. *Macrotaeniopteris elegans* (Newberry): Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
36. *Macrotaeniopteris magnifolia* (Rogers): Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
37. *Macrotaeniopteris* sp.?: Humphreys, 1916, p. 76-77.
38. *Mertensides bullatus* (Bunbury): Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
39. *Mertensides mexicanus* (Newberry): Maldonado-Koerdell, 1950, p. 39.
40. *Neocalamites carrerei* (Zeiller): Humphreys, 1916, p. 77, lám. 5.
41. *Nilsonia* (sic) *polymorpha* Schenk: Aguilera y Ordóñez, 1896, p. 204.

Tabla 1.- Lista de todos los nombres utilizados para fósiles vegetales de la Formación Santa Clara, en la literatura previa citada en el capítulo de antecedentes, en orden alfabético (continuación).

42. *Otozamites macombii* Newberry: Newberry, 1876, p. 141-142, lám. 4, fig. 1, 2, lám. 5, fig. 1 (de Albiquiu), lám. 6, fig. 5 (de Los Bronces).
43. *Palissya* aff. *carolinensis* Fontaine: Aguilera y Ordóñez, 1896, p. 204.
44. *Palissya*?: Newberry, 1876, lám. 6, fig. 10.
45. *Palissya* sp.?: Humphreys, 1916, p. 78.
46. *Pecopteris bullatus* Bunbury: Newberry, 1876, p. 143, lám. 6, fig. 1, 1a.
47. *Pecopteris falcatus* Emmons: Newberry, 1876, p. 144, lám. 6, fig. 3.
48. *Pecopteris mexicana* Newberry: Newberry, 1876, p. 143-144, lám. 6, fig. 2, 2a (en la explic. de la lám. *Alethopteris* en lugar de *Pecopteris*).
49. *Pecopteris* aff. *pinnatifida* (Gutbier): Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
50. cf. *Pecopteris*: Wilson y Rocha, 1946, p. 28.
51. *Podozamites crassifolia* Newberry: Newberry, 1876, p. 145, lám. 6, fig. 8.
52. *Podozamites emmonsi* Newberry: Wilson y Rocha, 1946, p. 28.
53. *Podozamites longifolius* Emmons: Wilson y Rocha, 1946, p. 28.
54. cf. *Podozamites*: Wilson y Rocha, 1946, p. 28.
55. *Pterophyllum affine* Nathorst: Silva-Pineda, 1961, p. 21-22, lám. 5, fig. 1.
56. *Pterophyllum delicatulum* Newberry: Newberry, 1876, explic. lám. 6, fig. 6, 6a (en lugar de *Pterophyllum fragile* Newberry).
57. *Pterophyllum fragile* Newberry: Newberry, 1876, p. 144, lám. 6, fig. 6, 6a (en la explic. de la lám. Pt. *delicatulum*).
58. *Pterophyllum robustum* Newberry: Newberry, 1876, p. 145, lám. 6, fig. 7.
59. cf. *Pterophyllum*: Wilson y Rocha, 1946, p. 28.
60. *Raphaelia?* *americana* (Newberry): Maldonado-Koerdell, 1950, p. 51.
61. *Raphaelia?* *remondi* (Newberry): Maldonado-Koerdell, 1950, p. 51.
62. *Sphenozamites rogersianus* Font.: Aguilera y Ordóñez, 1896, p. 204.
63. *Taeniopteris auriculata* (Fontaine) Berry: Silva-Pineda, 1961, p. 19-20, lám. 3, fig. 3-5.
64. *Taeniopteris elegans* Newberry: Newberry, 1876, p. 147, lám. 8, fig. 1.
65. *Taeniopteris glossopteroides* Newberry: Newberry, 1876, p. 147, lám. 8, fig. 2, 2a.
66. *Taeniopteris magnifolia* Rogers: Newberry, 1876, p. 147-148, lám. 8, fig. 3, 4.
67. *Taeniopteris* sp.? "in fruit": Newberry, 1876, lám. 8, fig. 5.
68. *Thaumatopteris* cf. *barrealensis* Stipanovic y Menéndez: Silva-Pineda, 1961, p. 12-13, lám. 1, fig. 2.
69. *Thinnfeldia*: Wilson y Rocha, 1946, p. 28.
70. *Zamites* cf. *megaphyllus* (Phillips) Seward: Silva-Pineda, 1961, p. 22-23, lám. 5, fig. 3.
71. *Zamites occidentalis* Newberry: Aguilera y Ordóñez, 1893, p. 14.
72. *Zamites powelli* Fontaine: Humphreys, 1916, p. 77.
73. *Zamites truncatus* Zeiller: Silva-Pineda, 1961, p. 23-24, lám. 5, fig. 4.
74. *Zamites* (*Otozamites*?) sp. (?): Humphreys, 1916, p. 77.
75. cf. *Zamites*: Wilson y Rocha, 1946, p. 28.

DESCRIPCION PRELIMINAR DE ESPECIES SELECTAS DE LA TAFOFLORA SANTA CLARA

En este capítulo se describen algunas formas importantes del material nuevo, que no fueron registradas previamente, que no fueron descritas o ilustradas por autores anteriores, o que aparecen con un nuevo enfoque.

La preservación del material, por lo general, es deficiente; particularmente no se presta para preparar las cuti-

culas. El carbón que acompaña la tafoflora es antracita o en muchas ocasiones está convertido en grafito. No obstante, Silva-Pineda (1961, lám. 6, fig. 5) logró una preparación cuticular con patrón epidérmico.

SPHENOPHYTA

Equisetaceae

Aguilera (in Aguilera y Ordóñez, 1893, 1896) registró a *Equisetites* aff. *muensteri*, con el nombre de *Equisetum*. En las colecciones nuevas de Sonora no se encuentran ejemplares que semejen a esa especie. Sin embargo, se localizó un ejemplar indudablemente perteneciente a otra especie, aún indeterminada, de *Equisetites*.

Equisetites sp.
(Figura 1 a)

Descripción.- Se colectó sólo una vaina foliar desprendida de un tallo, cuyo grosor no puede estimarse con base en el ejemplar. Los dientes distales no están preservados. La vaina está típicamente provista de surcos que se ensanchan hacia la parte distal de la vaina. Las porciones correspondientes a las hojas tienen 2.5 mm de anchura máxima y aproximadamente 1 cm de longitud.

Discusión. Ejemplares de *Equisetites* en tal estado de preservación no son identificables a nivel de especie.

Phyllotheceae o Equisetaceae

gen. nov., sp. nov.?
(Figura 1 b-e)

Descripción.- Ejes transicionalmente agrupados en dos tipos; del tipo A, relativamente gruesos y normalmente sin hojas, y del tipo B, delgados, frecuentemente con hojas. Ejes del tipo A: Longitud máxima preservada de 120 cm; anchura máxima de 3.8 cm; entrenudos generalmente más largos que anchos, de 6 cm de longitud máxima, con índices de longitud/anchura entre 2.7 y algo menos de 1; densidad de los haces vasculares de los entrenudos menor en ejes anchos, mayor en angostos, entre 8/cm y 12/cm. Ejes del tipo B: Anchura máxima de 2 cm, más frecuente de aproximadamente 1 cm; entrenudos más largos que anchos, con índices de longitud/anchura entre 2.5 y 1.1; densidad de los haces vasculares entre 10/cm y 16/cm. Hojas verticiladas, fusionadas en la base, formando una vaina adpresa al tallo, de entre 1 y 2 cm de longitud, distalmente separadas, distantes del eje, pero formando con frecuencia fascículos irregulares, lineales, con una vena media; longitud máxima de la parte libre observada (incompleta) de 8 cm; anchura máxima de 1 mm, más frecuente de 0.7 mm.

Discusión.- Esta especie fue previamente registrada por Humphreys (1916) como *Neocalamites carrerei* y es muy frecuente en la Formación Santa Clara. En muy pocos ejemplares se observa claramente la vaina foliar (Figura 1 b-e). Por tanto, es comprensible la identificación errónea de Humphreys (1916). Ciertos ejemplares (Figura 1 b y e) pueden ser confundidos con *Equisetites*. Este género debe incluir solamente especies con porciones foliares libres cortas, por lo cual las especies descritas por Kon'no (1962) como *Equisetites koreanicus* y *E. paotensis* (y quizás otras), así como la especie de Sonora, deben excluirse. Vainas foliares con porciones foliares libres muy largas, como en el material de Sonora (Figura 1 d y e) pueden observarse en

varios géneros de las Phyllotheceae. El género *Equisetina* del Pérmico de la URSS (Boureau, 1964), en sus caracteres vegetativos, semeja estrechamente el material de Sonora, cuya identificación con este género no es posible mientras no se conozcan los órganos reproductores.

Quizás el estróbilo ilustrado aquí (Figura 1 f) pertenezca al material vegetativo descrito, ya que fue hallado en varias localidades en asociación estrecha con los tallos. En las mismas localidades se encontraron *Desmiophyllum* sp. y coníferas del género *Elatocladus*, y el estróbilo también puede ser cono masculino de gimnosperma. En ningún ejemplar se aprecia la disposición de los esporangios.

FILICOPHYTA Cynepteridaceae

Cynepteris sp.
(Figura 2 d y e)

Descripción.- Raquis de último orden recto, de más de 5.3 cm de longitud (máxima observada), de 2 mm de anchura máxima. Pínulas alternas o subalternas, simétricas o subfalcadas, insertadas con casi toda la anchura de su base; bordes enteros; ángulo de inserción de 60 a 70°; dimensiones máximas de 7 x 35 mm; pínulas más anchas a 3 mm de la base, angostándose hacia el ápice redondeado o agudo, de manera muy variable; venación reticulada; vena media de 0.3 mm de grosor máximo, recta y claramente distinta de las venillas laterales casi hasta el ápice; venillas muy finas, formando mallas poligonales; anchura máxima de las mallas de 0.6 mm, longitud máxima de 2 mm. Raquis de último orden y vena media acompañados por arcos primarios que forman mallas más anchas que largas.

Discusión.- El material se distingue claramente de *Cynepteris lasiocarpa* Ash, especie tipo del género, en dimensiones y venación. Esa especie tiene entre las venas medias de pínulas contiguas, una malla grande formada por un arco primario continuo a través de la mitad acroscópica de la pínula inferior y la mitad basiscópica de la superior. Este arco también existe en la especie de Sonora, aunque es difícil de observar, ya que la venilla que lo forma, en el punto de contacto de las pínulas contiguas, se acerca mucho al raquis.

Las relaciones de *Cynepteris* con las formas de *Lonchopteris*, descritas por Fontaine (1883) del Cárnico de Virginia, no pueden analizarse con base en la literatura, mientras no existan buenas descripciones e ilustraciones de aquel material. Delevoryas (1970) registró a *Cynepteris* del Cárnico de Carolina del Norte. Ash (comunicación verbal, 1980) confirmó la identificación del material de Sonora, mismo que no incluye ejemplares fértiles.

Matoniaceae

La presencia de las Matoniaceae en la Formación Santa Clara fue referida varias veces en la literatura previa (Aguilera in Aguilera y Ordóñez, 1893, 1896; Wieland, 1926; Read in King, 1939) con el nombre genérico de *Laccopteris*, que es sinónimo de *Phlebopteris*, sin descripciones o ilustraciones.

Phlebopteris cf. *smithii*
(Figura 2 a-c)

Descripción.- Segmentos primarios de la fronda profundamente pinatífidos, casi pinados. Raquis de 5 mm de anchura máxima, con estrías longitudinales. Pinas alternas a subopuestas, más frecuentemente subopuestas, insertadas lateralmente en el raquis a equidistancias máximas de 5 mm, bajo un ángulo de 75 a 90°; pinas comunicadas en su base por un ala de 1 mm de anchura; pinas mucho más largas que anchas, lineares, con bordes enteros paralelos o ligeramente angostadas hacia el ápice; anchura máxima de 4 mm (medida a 1 cm de la base); longitud máxima mayor a 8 cm. Vena media recta; anchura máxima de 0.8 mm, cerca de la base. Frondas comúnmente fértiles. Soros circulares, de 0.5 mm de diámetro aproximadamente (¿maduros?), tocando la vena media, distantes del borde; densidad de los soros de 14/cm; soros probablemente con entre seis y ocho esporangios.

Discusión.- La identificación específica del material se pospone hasta el hallazgo de material con venación preservada.

FILICOPHYTA o SPERMATOPHYTA

¿gen. nov., sp. nov.?
(Figura 2 f-h)

En una sola localidad de la Formación Santa Clara se colectaron fragmentos muy pequeños de hojas pinatífidas con venación reticulada, que lejanamente recuerdan al género *Marcouia* descrito por Ash (1972a). Sin embargo, los ejemplares no permiten la reconstrucción de la hoja o comparaciones con géneros conocidos. Se ilustra el material, porque se trata de un registro nuevo para la Tafoflora Santa Clara.

SPERMATOPHYTA Nilssoniaceae

Nilssonia sp.
(Figura 3 a y b)

Figura 1.- a: *Equisetites* Sternberg, sp. (IGM-PB-WG-75-123, localidad 73-3). b - e: Phyllotheceae o Equisetaceae ¿gen. nov., sp. nov.? (b, c: HBC-79-8-5, x 2, xilol, localidad 79-8; d: HBC-79-9-3, xilol, localidad 79-9; e: HBC-79-8-14b, x 3, xilol, localidad 79-8). f: estróbilo no identificado, tal vez perteneciente a la planta de las fotos b-e, o a una gimnosperma (HBC-79-8-12, x 2, xilol, localidad 79-8).

Los fósiles con clave IGM están depositados en el Museo de Paleontología, Inst. Geología, UNAM, y los que tienen clave HBC-79 son propiedad de la Facultad de Ciencias, UNAM. Las localidades se dan aquí con los números con que se registran en Weber y colaboradores (1980, tabla 1). Los nombres de las unidades taxonómicas se dan en estas explicaciones de las figuras con los nombres de los autores, a diferencia del texto. Las fotografías fueron tomadas por R. Weber, en colaboración con A. Altamira. Si en las explicaciones no se especifica el aumento, los fósiles están reproducidos al tamaño natural. Lo anterior se refiere a las explicaciones de todas las figuras de este artículo.

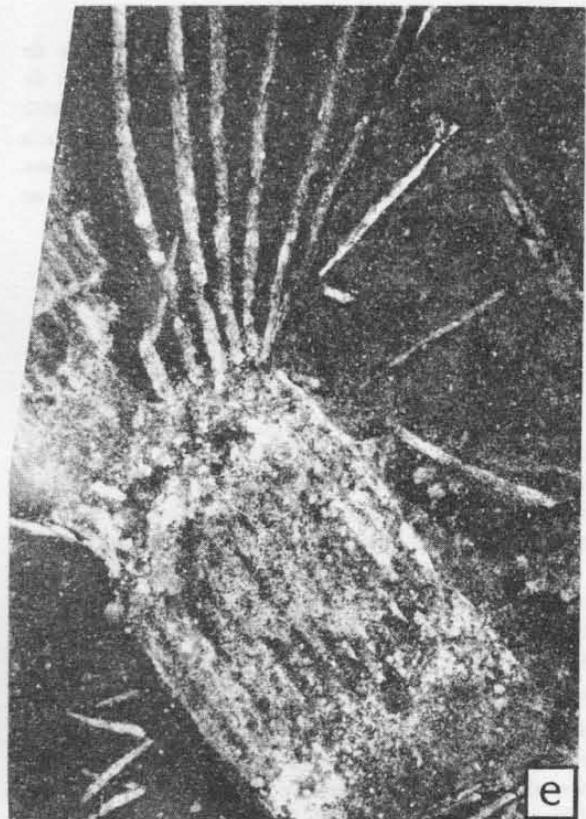
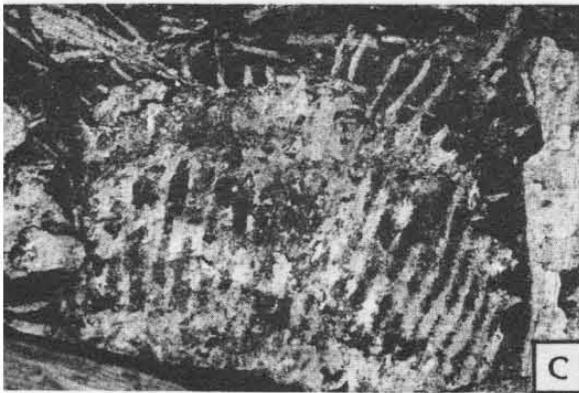
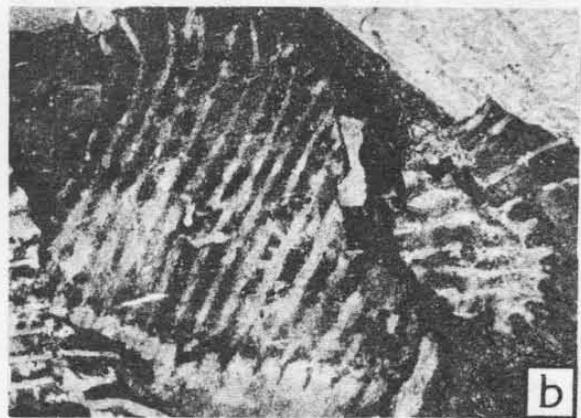
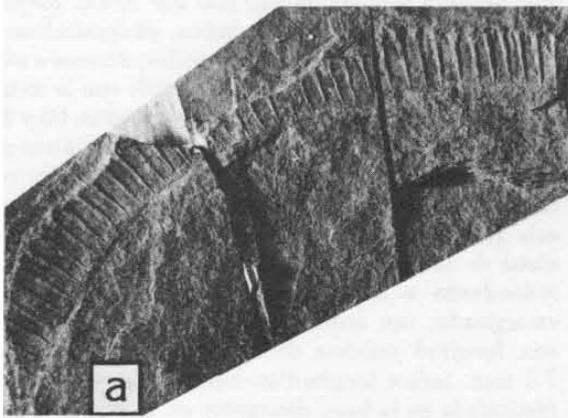


Figura 1.- Explicación en la página 123.

Descripción.- Hoja pinada; fragmento mayor de 15 cm de longitud y de 7.5 cm de anchura. Raquis de 7.5 mm de anchura máxima. Pinas muy variables, alternas o subopuestas, trapezoidales, más o menos rectas, con bordes enteros subparalelos; pinas aparentemente insertadas en la línea media adaxial del raquis, tocándose las pinas contiguas sólo en la base ensanchada; pinas de la porción apical de la hoja más pequeñas que las basales; ápice de las pinas asimétricamente redondeado u oblicuamente truncado con ángulos redondeados; en las partes basal y media de la hoja, pinas de 6 cm de longitud máxima y de alrededor de 1 cm de anchura (excepcionalmente hasta 4.5 cm); en la parte apical de la hoja, pinas de 1.4 cm de longitud mínima, de menos que 5 mm de anchura. Venas paralelas, sin dicotomías, curvas en la base de las pinas, de 0.09 mm de grosor; densidad de la venación en la parte media de las pinas de 40/cm.

Discusión.- Sólo se dispone de dos ejemplares de *Nilssonia* sp. En uno de ellos no se observa la inserción de las pinas. El ejemplar ilustrado aquí (Figura 3 b) muestra la inserción en la línea media del raquis. Aunque con una sola hoja no puede establecerse con seguridad que éste sea un carácter propio y constante de la especie, el material se identifica como *Nilssonia*.

Bennettitales

Pterophyllum sp. (Figura 3 c)

Descripción.- Fragmento foliar pequeño, con algunas pinas incompletas. Pinas insertadas con base ensanchada en el flanco del raquis; pinas contiguas tocándose en la línea de inserción; pinas con bordes enteros, subparalelos, seguramente más de cuatro veces más largas que anchas. Venación no fasciculada en la base de las pinas; venas paralelas, sin dicotomías cerca de la base; densidad de la venación a 1 cm de la base de 30/cm.

Discusión.- Este ejemplar único coincide con seguridad con la diagnosis del género *Pterophyllum* Brongniart *sensu* Ash (1975). A pesar de que en la literatura previa se describieron bastantes especies de *Pterophyllum* de América del Norte, varios autores han dudado que el género realmente haya existido en el Triásico de este continente (Kilpper, comunicación escrita, 1977; Hope, comunicación escrita, 1980). También para la Formación Santa Clara previamente se registraron varias especies de *Pterophyllum*. El llamado *Pt. fragilis* Newberry pertenece a *Zamites* *sensu* Ash (1975). Los demás requieren de una revisión.

Zamites aff. *powelli* (Figura 3 d y e)

Descripción.- Hoja pinada, de contorno general elíptico a obovado; lámina tres o cuatro veces más larga que an-

cha; anchura máxima de algo más que 10 cm. Raquis recto, de hasta 5 mm de anchura máxima, adelgazándose hacia el ápice; lado adaxial rugoso. Pinas sésiles, alternas a subopuestas, insertadas lateralmente en el raquis con la mitad de la anchura de su base; ángulo de inserción entre 60 y 80°, disminuyendo hacia el ápice, donde se encuentra una pina casi en la orientación del raquis; pinas trapezoidales con base constricta, auriculada en ambos lados; aurícula acroscópica más grande; pina más angosta en la parte inmediatamente distal de las aurículas, más ancha en la parte media; ápice redondeado u oblicuamente truncado, a veces un poco emarginado, con ángulos redondeados; borde entero; pina con longitud máxima de 5.5 cm y anchura máxima de 7.5 mm; índice longitud/anchura medio de 6.5. Venación fasciculada en la base, divergente en la misma y las aurículas, paralela en el resto de la pina; venas iguales, terminando en el borde, nunca retrorsas en las aurículas; densidad de la venación en la parte distal de la pina de 50/cm.

Discusión.- La descripción se basa en numerosos ejemplares de una sola localidad. El tamaño de las hojas varía considerablemente y, en promedio, es mayor al de *Zamites powelli* de la Formación Chinle. La especie descrita así como *Zamites powelli*, *Zamites fragilis* y *Zamites macombii* pertenece a un complejo de especies estrechamente relacionadas. *Zamites fragilis* que es muy frecuente en la Formación Santa Clara muestra gran variabilidad en las dimensiones foliares promedio, de localidad a localidad, y será objeto de un análisis detallado en otro lugar.

Williamsoniaceae

Weltrichia sp. (Figura 4 a-d)

Descripción.- (Basada en dos ejemplares). Estructura reproductora masculina de hasta 3 cm de longitud y 1.5 cm de anchura. Contorno general en la impresión aproximadamente elíptico, parte proximal algo más fusiforme, probablemente formando una copa; parte distal dividida en seis (¿o más?) lóbulos angostamente triangulares, más anchos en su base, con rugosidad fina transversal en toda su extensión; anchura basal de los lóbulos de hasta 3 mm; longitud quizás de unos 2 cm, tomando en cuenta la parte apical curva. Microsporangios esféricos, los mayores con 2 mm de diámetro.

Discusión.- La preservación de los dos ejemplares no permite una reconstrucción muy detallada. La longitud de los lóbulos libres se midió en el ejemplar ilustrado en par estereoscópico (Figura 4 b-d), donde a la derecha se observa un lóbulo desprendido. Los microsporangios se aprecian bien en la porción derecha distal del primer ejemplar (Figura 4 a).

La porción proximal probablemente también era fértil. Tal parece que a cada lóbulo le correspondían dos hileras longitudinales de esporangios. La *Weltrichia* no presenta

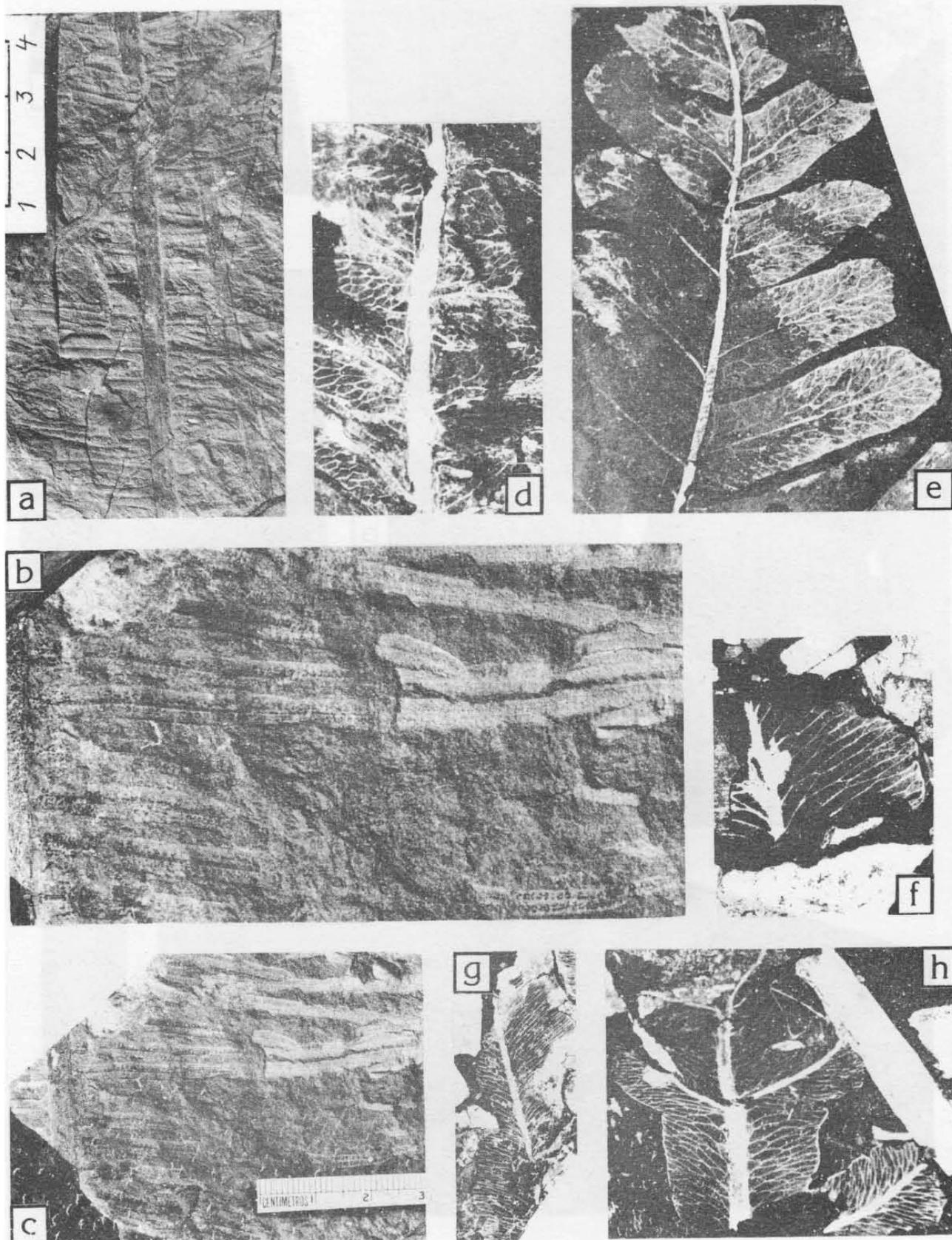


Figura 2.- Explicación en la página 130.

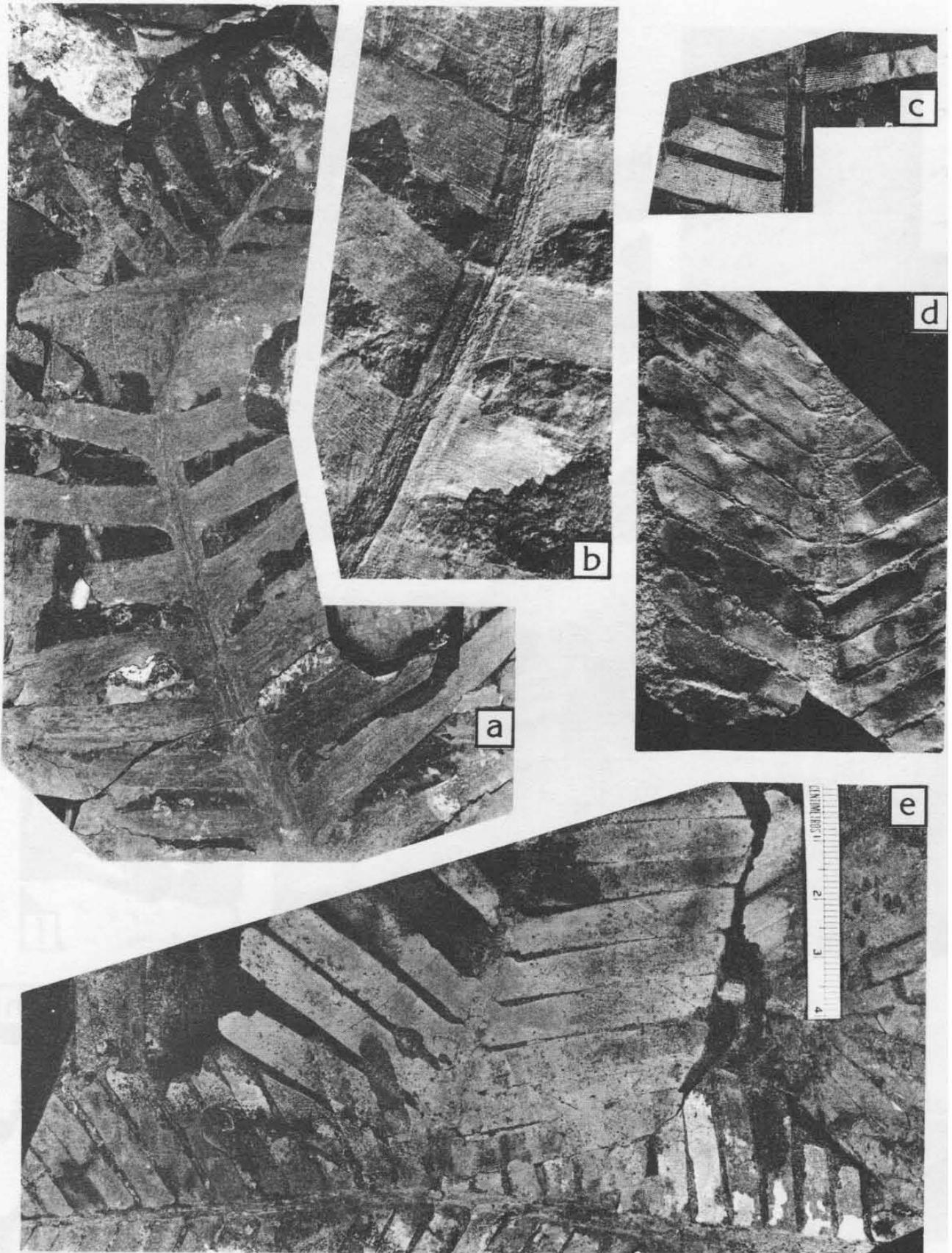


Figura 3.- a, b: *Nilssonia* Brongniart, sp. (a, b: localidad 79-10; a: HBC-79-10-33, xilol; b: HBC-79-10-34, x 2). c: *Pterophyllum* Brongniart, sp. (IGM-PB-WG-73-41, localidad 73-2). d, e: *Zamites* aff. *powelli* Fontaine (localidad 79-2; d: HBC-79-2-99; e: HBC-79-2-112).

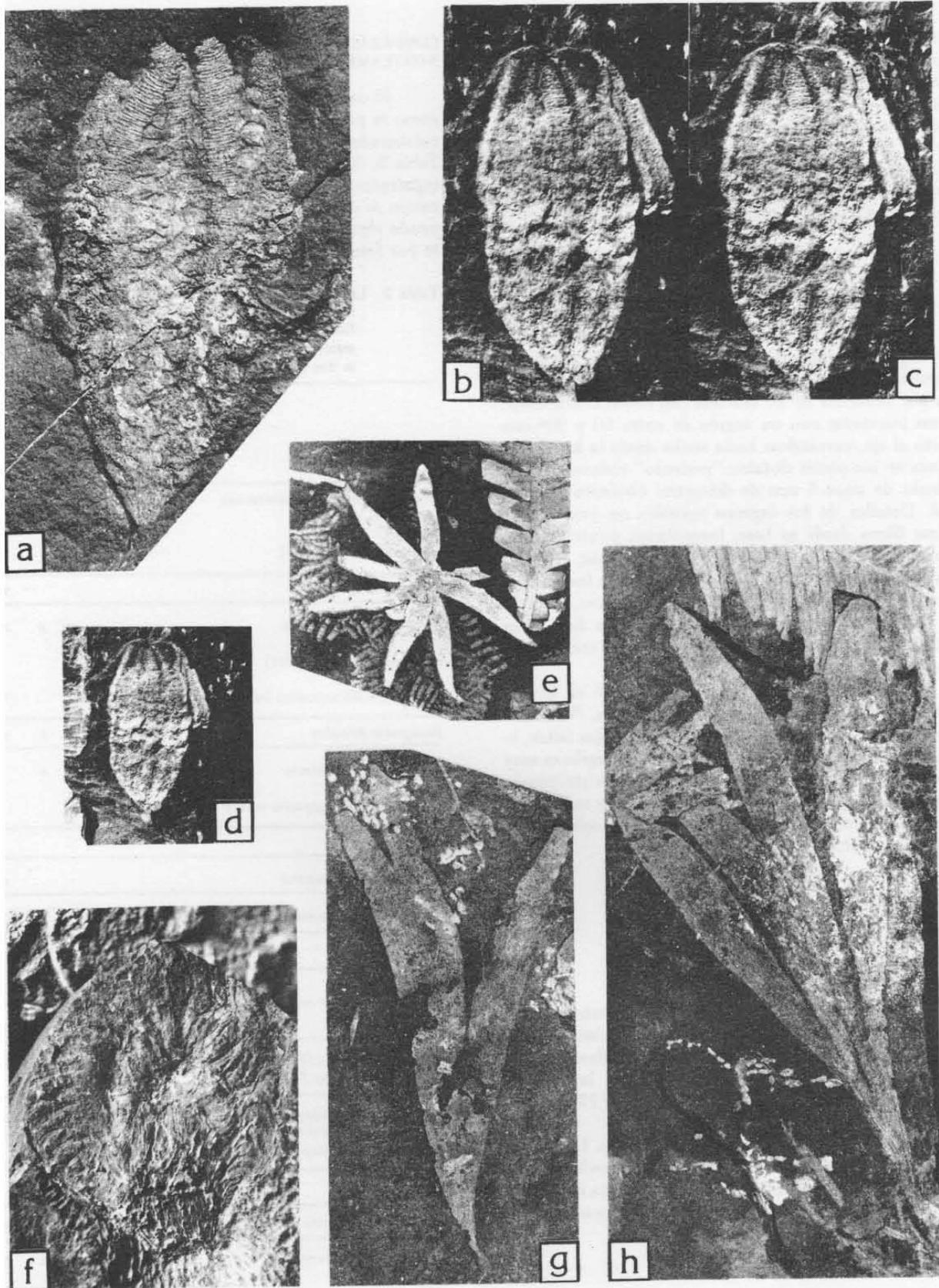


Figura 4.- a - d: *Welltrichia* (C.F.W. Braun) Harris emend., sp. (a: IGM-PB-WG-75-103, x 3, xilol, localidad 75-6; b - d: HBC-79-11-57 b, localidad 79-11; b, c: par estereoscópico, x 2). e: *Williamsonia* Carruthers, sp. (HBC-79-11-153 a). f: *Bennetticarpus* Harris?, sp., no descrita en el texto (HBC-79-10-49, x 2, localidad 79-10). g, h: *Sphenobaiera* Florin, sp. (HBC-79-9-18 a, localidad 79-9).

forma de estrella, posiblemente porque los lóbulos distales se doblaron en la marchitez hacia el interior. Los ejemplares se encontraron en dos localidades en asociación estrecha con *Zamites fragilis*, que predomina fuertemente en una de ellas. Además, en esta última se encontró *Williamsonia* sp. en varios ejemplares, en íntima asociación con *Zamites fragilis*. Aunque otras hojas de Bennettiales no faltan en las mismas localidades, se supone que la *Weltrichia* descrita y la *Williamsonia* pertenecen a *Zamites fragilis*.

Williamsonia sp.
(Figura 4 e)

Descripción.- Estructura reproductora femenina. Varios ejemplares sepultados con el eje geométrico más o menos vertical y dos recostados lateralmente. "Perianto" formado por alrededor de 10 brácteas con filotaxia helicoidal; brácteas insertadas con un ángulo de entre 60 y 90° con respecto al eje, curvándose hacia arriba desde la base y hacia fuera en sus partes distales; "perianto" rodeando un receptáculo de unos 5 mm de diámetro, obcónico en vista lateral. Detalles de los órganos sexuales no preservados. Brácteas libres desde su base, lanceoladas, punteagudas o redondeadas, con rugosidades transversales finas; densidad de las rugosidades de unos 15 ó 20/cm, base de las brácteas ligeramente constricta, de 2 a 3 mm de anchura, brácteas de 4 mm de anchura máxima, un poco arriba de la base; longitud máxima de 2.2 cm. El diámetro total máximo del órgano es de alrededor de 5 cm.

Discusión.- Esta *Williamsonia* se observó en tres (o cuatro) localidades asociada a *Zamites fragilis*. No se encontró a la fecha en localidades donde estas hojas faltan, lo cual quizás no sea significativo, pues *Zamites fragilis* es muy frecuente en la Formación Santa Clara. No existe prueba definitiva de que *Williamsonia* y *Zamites fragilis* sean partes de una sola planta, lo cual se establece aquí solamente a manera de suposición.

Ginkgoales

Sphenobaiera sp.
(Figura 4 g y h)

Descripción.- Hojas con pecíolo pobremente definido, cuneiforme; hoja de contorno general obtriangular, dicotómicamente dividida en cuatro lóbulos oblanceolados, con ápice redondeado, longitud máxima de la hoja de 12.5 cm; anchura máxima de los segmentos de 12 mm. Venación dicotómica paralela en los lóbulos.

Discusión.- Sólo se dispone de dos hojas. La especie es claramente distinta de *Jeanpaulia radiata* Newberry, que deberá llamarse *Baiera radiata*. Para intentar una identificación específica, hay que esperar hasta que se encuentre material más numeroso.

Nota: Algunas formas de coníferas o grupos emparentados se describen en Weber (1980). Se trata, en particular, de *Pelourdea* sp., *Podozamites emmonsii* y *Elatocladus* spp.

COMPARACION CON ALGUNAS TAFOFLORAS CARNICAS DE NORTEAMERICA

El conocimiento actual de la Tafloflora Santa Clara, tal como se presenta en conjunto en este artículo y en Weber y colaboradores (1980) y en Weber (1980), se resume en la Tabla 2, donde se catalogan todas las especies previamente registradas con descripciones e ilustraciones, cuya identificación se considera aceptable, y los hallazgos nuevos, incluyendo algunos que no se han descrito aquí, particularmente por falta de espacio o porque el material es muy pobre.

Tabla 2.- Lista crítica preliminar de registros previos publicados y nuevos (1973, 1975, 1979) de plantas fósiles de la Tafloflora Santa Clara, en orden sistemático. Donde es necesario, después del nombre utilizado aquí, en paréntesis se dan los nombres utilizados por los autores previos.

	Newberry 1876	Humphreys 1916	Silva Pineta 1961	Colectas 1973	Colectas 1975	Colectas 1979
Phyllotheceae o Equisetaceae ¿gen. nov., sp. nov.?					x	x
(<i>Neocalamites carrerei</i>)		x				
<i>Equisetites</i> sp.					x	
<i>Asterotheca/Pecopteris</i>				x	x	x
(<i>Asterotheca platyrachis</i>)			x			
(<i>Pecopteris/Mertensides bullatus</i>)	x		x			
<i>Pecopteris falcatus</i>	x			x	x	x
<i>Cladophlebis mexicana</i>				x		x
(<i>Pecopteris/Alethopteris mex.</i>)	x					
<i>Cynepteris</i> sp.						x
<i>Phlebopteris</i> cf. <i>smithii</i>					x	x
<i>Camptopteris remondi</i>	x					
helecho indet. A					x	
helecho indet. B					x	x
helecho indet. C					x	
FILICOPHYTA o SPERMATOPHYTA ¿gen. nov., sp. nov.?					x	
<i>Alethopteris whitaei</i>	x		x		x	x
<i>Taeniopteris glossopteroides</i>	x					
<i>Nilssonia</i> sp.						x
<i>Taeniopteris elegans</i>	x				x	x
<i>Macrotaeniopteris</i> sp.				x	x	x
(<i>Taeniopteris magnifolia</i>)	x		x			
<i>Zamites fragilis</i>				x	x	x
(<i>Pterophyllum fragile, delicatulum,</i> <i>Otozamites macombii</i>)	x		x			

Tabla 2.- Lista crítica preliminar de registros previos publicados y nuevos (1973, 1975, 1979) de plantas fósiles de la Tafoflora Santa Clara, en orden sistemático. Donde es necesario, después del nombre utilizado aquí, en paréntesis se dan los nombres utilizados por los autores previos, (continuación).

	Newberry 1876	Humphreys 1916	Silva Pineda 1961	Colectas 1973	Colectas 1975	Colectas 1979
<i>Zamites aff. fragilis</i>						x
<i>Zamites aff. powelli</i>						x
<i>Zamites cf. truncatus</i>			x		x	x
(<i>Zamites cf. megaphyllum</i>)			x			
<i>Macropterygium sp.</i>					x	
<i>Pterophyllum sp.</i>				x		
<i>Pterophyllum robustum</i>	x					
<i>Pterophyllum affine</i>			x			
¿ <i>Pterophyllum?</i> sp.					x	
<i>Ctenophyllum braunianum angustum</i>			x	x	x	x
<i>Williamsonia sp.</i>						x
<i>Weltrichia sp.</i>					x	x
<i>Cycadolepis aff. wettsteini</i>					x	x
<i>Taeniopteris sp.?</i> "in fruit"		x				
¿ <i>Bennetticarpus?</i> sp.						x
<i>Pelourdea sp.</i>					x	x
<i>Desmiophyllum poleoensis</i>					x	
<i>Desmiophyllum sp.</i>				x	x	x
<i>Podozamites emmonsii</i>						x
<i>Sphenobaiera sp.</i>						x
<i>Baiera radiata</i>						
(<i>Jeanpaulia radiata</i>)		x				
<i>Elatocladus spp.</i>				x	x	x
¿ <i>Palissya?</i>		x				
estróbilo indet.						x
<i>Carpolithus spp.</i>						x
escamas de cono indet.						x

La Tafoflora de la Formación Chinle.- La lista más completa de especies de esta tafoflora fue publicada por Ash (1972b). Adiciones fueron hechas en 1974 y 1978, por el mismo autor. Las Tafofloras Santa Clara y Chinle tienen las siguientes unidades taxonómicas en común: *Cynepteris*, *Phlebopteris* (cf.) *smithii*, *Clathropteris* (*Camptopteris* de Newberry), *Zamites* (complejo *powelli*), *Desmiophyllum*

poleoensis y *Podozamites emmonsii* (quizás idéntico a *P. arizonicus* Daugherty, no enlistado por Ash).

Las Tafofloras del Grupo Chatham (Carolina del Norte).- La flora fósil del Grupo Chatham fue estudiada por Emmons (1856); revisada por Fontaine (1883, 1900) y aumentada recientemente por Hope y Patterson (1969, 1970) y Delevoryas y Hope (1971, 1973, 1975). La Formación Santa Clara y el Grupo Chatham tienen en común: *Asterotheca/Pecopteris*, *Pecopteris falcatus*, *Clathropteris*, *Zamites* [complejo *powelli*: la forma descrita por Hope y Patterson (1969) como *Otozamites hespera*], *Ctenophyllum braunianum angustum*, *Sphenobaiera*, *Elatocladus* [el mismo complejo llamado *Podozamites longifolia*, *Cephalotaxopsis* o *Abietites carolinensis*, por autores antiguos; véase Weber (1980) y *Podozamites emmonsii*].

La Tafoflora del Grupo Richmond de Virginia.- No existe enlistado reciente de esta flora, estudiada con particular detalle por Fontaine (1883) y por Bock (1969). El estado de la taxonomía de esta flora es sumamente confuso. Tiene en común con la Tafoflora Santa Clara lo siguiente: *Asterotheca/Pecopteris* (probablemente *A. platyrachis*), *Clathropteris*, *Taeniopteris elegans*, *Macropterygium* (*Sphenozamites* de Fontaine, 1886, *Glandulozamites* de Bock, (1969), *Ctenophyllum braunianum angustum*, *Sphenobaiera*, *Elatocladus*. En el aspecto general, las floras de Virginia y de la Formación Santa Clara son muy similares, debido a la predominancia en las dos de *Asterotheca* y *Macrotaeniopteris*.

Considerando la fisionomía de las tres floras de los Estados Unidos y la Tafoflora Santa Clara, salta a la vista que esta última semeja más la de Virginia, menos la de Carolina del Norte y sólo lejanamente la Tafoflora Chinle, aunque la distancia geográfica entre esta última y la de Sonora es la menor.

Las floras de Virginia y de Sonora tienen en común que están asociadas con depósitos de carbón, lo cual caracteriza condiciones no sólo de sedimentación, sino también paleobiológicas similares. La relación entre estas dos floras aumenta, si de la Formación Santa Clara se toman en cuenta sólo los fósiles de niveles cercanos a los mantos de carbón.

Si al contrario, entre los fósiles de la Tafoflora Santa Clara se toman en cuenta solamente los de estratos distantes de los mantos de carbón, la semejanza entre esta tafoflora y la de Virginia parece ser mucho menor, pero mayor la relación con las Tafofloras Chatham y Chinle.

Por lo anterior, es probable que las diferencias y semejanzas entre las tafofloras comparadas reflejen, al menos en parte, las condiciones ambientales en que se desarrolló la vegetación cárnica de Norteamérica en las regiones comparadas. Desde luego, esto resta validez a las conclusiones bioestratigráficas que pudieran obtenerse de las mismas diferencias. A conclusiones más fidedignas podrá llegarse solamente a través de estudios taxonómicos modernos detallados de todas las floras triásicas de Norteamérica. Una base para ello son los estudios de Ash sobre la Tafoflora Chinle.

El refinamiento de estas observaciones es el objetivo de tesis profesionales, que en la actualidad desarrollan F. Amozurrutia-Silva, A. Torres-Romo, R. Trejo-Cruz y A. Zambrano-García.

AGRADECIMIENTOS

A las personas que apoyaron el desarrollo de este proyecto, se dan las gracias más sinceras, sin que fuera posible mencionar a todas ellas. Particular agradecimiento se debe a la Dra. Ana María Cetto, Directora de la Facultad de Ciencias, por el apoyo que dio al curso de Biología de Campo en 1979, y a los estudiantes participantes en éste y que no son autores de este trabajo. Con su labor en Sonora, ayudaron a ampliar el conocimiento de la Tafloflora Santa Clara. Al Sr. Armando Altamira se agradece su cooperación en la elaboración de las fotografías.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alencáster, Gloria, 1961, Paleontología del Triásico Superior de Sonora; Parte I, Estratigrafía del Triásico Superior de la parte central del Estado de Sonora: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Paleontología Mexicana 11, pte. 1, p. 1-18.
- Aguilera, J. G., 1907, Aperçu sur la géologie du Mexique pour servir à l'explication de la carte géologique de l'Amérique du Nord: México, D. F., Cong. Géol. Internal., 10, Comptes Rendus, p. 227-248.
- Aguilera, J. G., y Ordóñez, Ezequiel, 1893, Datos para la geología de México: México, D. F., 88 p.
- 1896, Bosquejo geológico de México: Inst. Geol. México, Bol. 4-6, 270 p.
- Ash, S. R., 1972a, *Marcouia*, gen. nov., a problematical plant from the Late Triassic of the southwestern USA: Paleontology, v. 15, p. 423-429.
- 1972b, Plant megafossils of the Chinle Formation: in: Breed, C. S. y W. J., eds., Investigations in the Triassic Chinle Formation. Bull. Mus. North Arizona, v. 47, p. 23-44.
- 1974, Notes on the Chinle Formation (Upper Triassic) in east-central Arizona: in: Ash, S. R., ed., Guidebook to Devonian, Permian and Triassic plant localities, east-central Arizona: Tempe, Ariz., Bot. Soc. America, Paleobot. Sec., AIBS Ann. Meeting, 25, p. 40-42.
- 1975, *Zamites powelli* and its distribution in the Upper Triassic of North America: Palaeontographica, Abt. B, v. 149, p. 139-152.
- 1978, Plant megafossils: in: Ash, S. R., ed., Geology, paleontology and paleoecology of a Late Triassic lake, western New Mexico. Brigham Young Univ. Geol. Studies, v. 25, p. 23-43.
- Bock, Wilhelm, 1969, The American Triassic flora and global distribution: Geol. Center Res. Series, v. 3-4, p. 1-406.
- Boureau, Edouard, 1964, *Traité de paléobotanique*; III. Sphenophyta, Noeggerathiophyta: París, Masson, 544 p.
- Cornet, Bruce, 1977, *The palynostratigraphy and age of the Newark Supergroup*: University Park, Pa., Pennsylvania State Univ., disertación doctoral, 505 p., (inédita).
- Daugherty, L. H., 1941, The Upper Triassic flora of Arizona; with a discussion of its geologic occurrence by Howard R. Stagner: Carnegie Inst. Washington Publ. 526, 108 p.
- Delevoryas, Theodore, 1970, Plant life in the Triassic of North Carolina: Discovery, v. 6, p. 15-22.
- Delevoryas, Theodore, y Hope, R. C., 1971, A new Triassic cycad and its phyletic implications: Peabody Mus. Yale Univ., Postilla 150, 21 p.
- 1973, Fertile coniferophyte remains from the Late Triassic Deep River Basin, North Carolina: Am. Jour. Botany, v. 60, p. 810-818.
- 1975, *Voltzia andreusii* n. sp., an Upper Triassic seed cone from North Carolina, USA: Rev. Paleobotany Palynology, v. 20, p. 67-74.
- Emmons, Ebenezer, 1856, Geological report of the Midland Counties of N. Carolina: North Carolina Geol. Survey, 347 p.
- Fontaine, W. M., 1883, Contributions to the knowledge of the older Mesozoic flora of Virginia: US Geol. Survey Monogr. 6., 144 p.
- 1900, Notes on fossil plants collected by Dr. Ebenezer Emmons from the older Mesozoic rocks of North Carolina: in: Ward, L. F., ed., Status of the Mesozoic floras of the United States. US Geol. Survey, Ann. Rept. 20, p. 277-315.
- Hope, R. C., y Patterson, O. F., III, 1969, Triassic flora from the Deep River Basin, North Carolina: North Carolina Dept. Conserv. Dev., Div. Min. Res., Spec. Publ. 2, 22 p.
- 1970, *Pekinopteris auriculata*; a new plant from the North Carolina Triassic: Jour. Paleontology, v. 44, p. 1137-1139.
- Humphreys, E. W., 1916, Triassic plants from Sonora, Mexico, including a *Neocalamites* not previously reported from North America: Mem. New York Bot. Gard., v. 6, p. 75-78.
- King, R. E., 1939, Geological reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of Mexico: Geol. Soc. America Bull., v. 50, p. 1625-1722.
- Kon'no, Enzo, 1962, Some species of *Neocalamites* and *Equisetites* in Japan and Korea: Sendai, Tohoku Univ., Science Repts., ser. 2, (Geol.), Spec. Vol. 5, p. 21-47.
- Maldonado-Koerdell, Manuel, 1950, Los estudios paleobotánicos en México con un catálogo de sus plantas fósiles: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 55, 72 p.
- Newberry, J. S., 1876, *Descriptions of fossils*: in: Macomb, J. N., Report of the exploring expedition from Santa Fe, New Mexico to the junction of the Grand and Green Rivers... in 1859. Washington, D. C., p. 137-148.
- 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 11, pte. 2, p. 1-36.
- Stur, D., 1888, Die Lunzer (Lettenkohlen-) Flora in den "older Mesozoic beds of the Coal-Field of Eastern Virginia": Verh. k. k. geol. Reichsanst. 1888, núm. 10, p. 203-217.
- Weber, Reinhard, 1980 (1982), Megafósiles de coníferas del Triásico Tardío y del Cretácico Tardío de México y

- consideraciones generales sobre las coníferas mesozoicas de México: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, v. 4, p. 111-124.
- Weber, Reinhard, Trejo-Cruz, Ricardo, Torres-Romo, Alfonso, y García-Padilla, Antonio, 1980 (1982), 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, p. 138-154.
- Wieland, G. R., 1926, The El Consuelo cycadeoids: Bot. Gaz., v. 81, p. 72-86.
- Wilson, I. F., y Rocha, V. S., 1946, Los yacimientos de carbón de la región de Santa Clara, Municipio de San Javier, Estado de Sonora: Com. Dir. Inv. Recursos Minerales México, Bol. 9, 108 p.