

Tema: paleontología - Ecología

ALFONSO
TORRES
ROMO

"ANALISIS COMPARATIVO DE LAS FLORULAS
EN LAS ROCAS SEDIMENTARIAS CARBONOSAS
DE LA FORMACION SANTA CLARA (CARNICO),
SONORA, MEXICO."

TESIS PROFESIONAL

ALFONSO TORRES ROMO.

Facultad de Ciencias

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

EL HIERRO Y EL ORO

El agua arrastró una chispa de oro y una partícula de hierro, depositandolas juntas en una grieta del arroyo.

Al ver a su vecino, el Oro sintióse herido en su orgullo aristocrático por la veleidad del Destino, que quiso colocarlo al lado de aquel despreciable metal.

-!Aparta de mí, vulgar material!, dijo; tu contacto me envilece.

El Hierro benemérito permaneció inmóvil como si nada hubiera oído.

-Retírate, hierro mustio, que soy el Oro; el metal espléndido que luce con destellos la gloria en la corona del Monarca; que brilla con fulgores de estrella en las condecoraciones del militar; que resplandece como lumbre en el cuello esquisito de la dama aristocrática. Soy el metal ilustre que sólo conoce el roce de manos distinguidas o la caricia de las sedas del bolsillo del señor. Soy el oro conquistador de voluntades; ilusión del pobre; propiedad del rico; dueño del mundo; dios de los humanos . . .

-Me río de tu grandeza, le interrumpió el Hierro, si grandeza hay en ceñir la frente del tirano, o en adornar el pecho del asesino profesional, o en realzar los encantos de la carne de una prostituta de alto rango. !Ja, ja, ja...! Me río de tu grandeza vara, metal inflado, cuya vanidad no se funda ni en el hecho de servir de mal clavo a un zapato viejo. La humanidad no te debe más que dolor, infortunio, guerra... Soy el Hierro, el metal oscuro que hace posible una buena cosecha; el metal modesto que sirve de base al maravilloso progreso industrial del mundo. No realzo el encanto de las carnes de la cortesana, ni constelo el pecho del militar, ni me tocan manos delicadas, ni siento las blanduras de la seda; pero cuando el trabajador me toma en sus rudas manos el mundo se pone en movimiento, el progreso se hecha a andar. Si desapareciera yo, la humanidad se sumergiría en la barbarie, daría un salto en las tinieblas. Soy el Hierro, el metal modesto del que está formado el martillo, la azada, la máquina, el ferrocarril ... vértebras, tendones, músculo y arterias de la civilización y del progreso. Cuando brillo en la hoja del puñal, tiembla el tirano; la Libertad sonríe si me presento en forma de bomba; el corazón del proletario se llena de esperanza cuando me acarician el gatillo del rifle vengador. Base de la civilización, promesa de la libertad, eso soy yo.

El Oro, humillado, no habló más.

C O N T E N I D O

	Página
INTRODUCCION	1
I.- CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DEL AREA DE ESTUDIO	
A) Fisiografía	3
II.- EL GRUPO BARRANCA; GEOLOGIA Y PALEOBOTANICA	
B) Geología General	5
C) Estratigrafía y Litología	6
D) Carbón	7
E) Paleobotánica	8
F) Edad	9
III.- PUNTOS DE COLECTA Y METODOS DE MUESTREO	
G) Areas de colecta y localidades	9
H) Ubicación	10
I) Descripción de los puntos de colecta	10
J) Características del Muestreo	16
IV.- PALEOECOLOGIA	
K) Registro de datos	19
L) Análisis de datos	19
M) Resultados e interpretaciones	28
N) Discusión	38
V.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	41
VI.- RECONOCIMIENTOS	44
VII.- APENDICE	
O) Datos de los resultados	45

INTRODUCCION

La secuencia sedimentaria continental triásica que aflora a unos 100 kilómetros a la redonda del poblado de Tónichi, Sonora, está compuesta principalmente por conglomerados, areniscas cuarcíticas y varios tipos de lutitas, las cuales están frecuentemente afectadas por metamorfismo (Figura 1). Recibieron el nombre de Formación Barranca al principio del presente siglo (Dumble, 1900a) debido a que se encuentran afloramientos muy importantes cerca de la población de ese nombre. Recientemente Alen-caster (1961) recomendó que se eleve la antes Formación Barranca a Grupo. La parte media del Grupo Barranca se denomina Formación Santa Clara. La parte inferior recibe el nombre de Formación Arrayanes y de Formación Coyotes la superior.

La Formación Santa Clara se distingue de estas dos últimas por presentar abundantes organismos fosilizados en los cuales predominan restos vegetales y en ciertos estratos se localizan algunos invertebrados.

En los 5000 ejemplares de plantas fósiles colectados en la última década se han identificado de una manera preliminar alrededor de 60 especies. Esto hace a la tafoflora de la Formación Santa Clara, una de las floras triásicas más diversas del continente americano.

Los últimos estudios sobre la tafoflora de esta Formación han dejado entrever que las plantas fósiles tienden a formar grupos recurrentes (Weber *et al.*, 1980-1982b), desprendiéndose de aquí el objetivo principal de esta tesis: ana-

lizar con detalle, los nuevos puntos de colecta y sus floras locales de la zona de San Enrique o Los Pilares, a la fecha desconocida desde el punto de vista paleobotánico; además de siete puntos de colecta de otras áreas de estudio dentro de la Formación que presentan lutitas carbonosas; de ser factible, diferenciar grupos recurrentes de plantas fósiles y de esta manera conocer mejor el paleoambiente de depósito de estas rocas y la distribución y asociaciones originales dentro de ella.

En última instancia, los vegetales que hoy se encuentran fragmentados y fosilizados, formaron parte del ecosistema de aquella época; por lo tanto, con este estudio y los demás que se llevan a cabo al mismo tiempo, se pretende contribuir con datos para la reconstrucción de la vegetación original de ese tiempo.

Para los fines de este trabajo se tomaron en cuenta 20 puntos de colecta de los 70 o más que se han trabajado en los últimos diez años. Para poder obtener el agrupamiento de las unidades taxonómicas y de los puntos de colecta, fué necesario utilizar una clasificación de tipo fenético, donde todos los caracteres en juego (formas o puntos de colecta, respectivamente) utilizados, tienen la misma significación o importancia en la formación de grupos.

Esta clasificación biológica fué apoyada por técnicas matemáticas usuales en la taxonomía numérica, donde por medio de operaciones se pudo calcular la afinidad de ciertos caracteres.

Se utilizaron coeficientes de

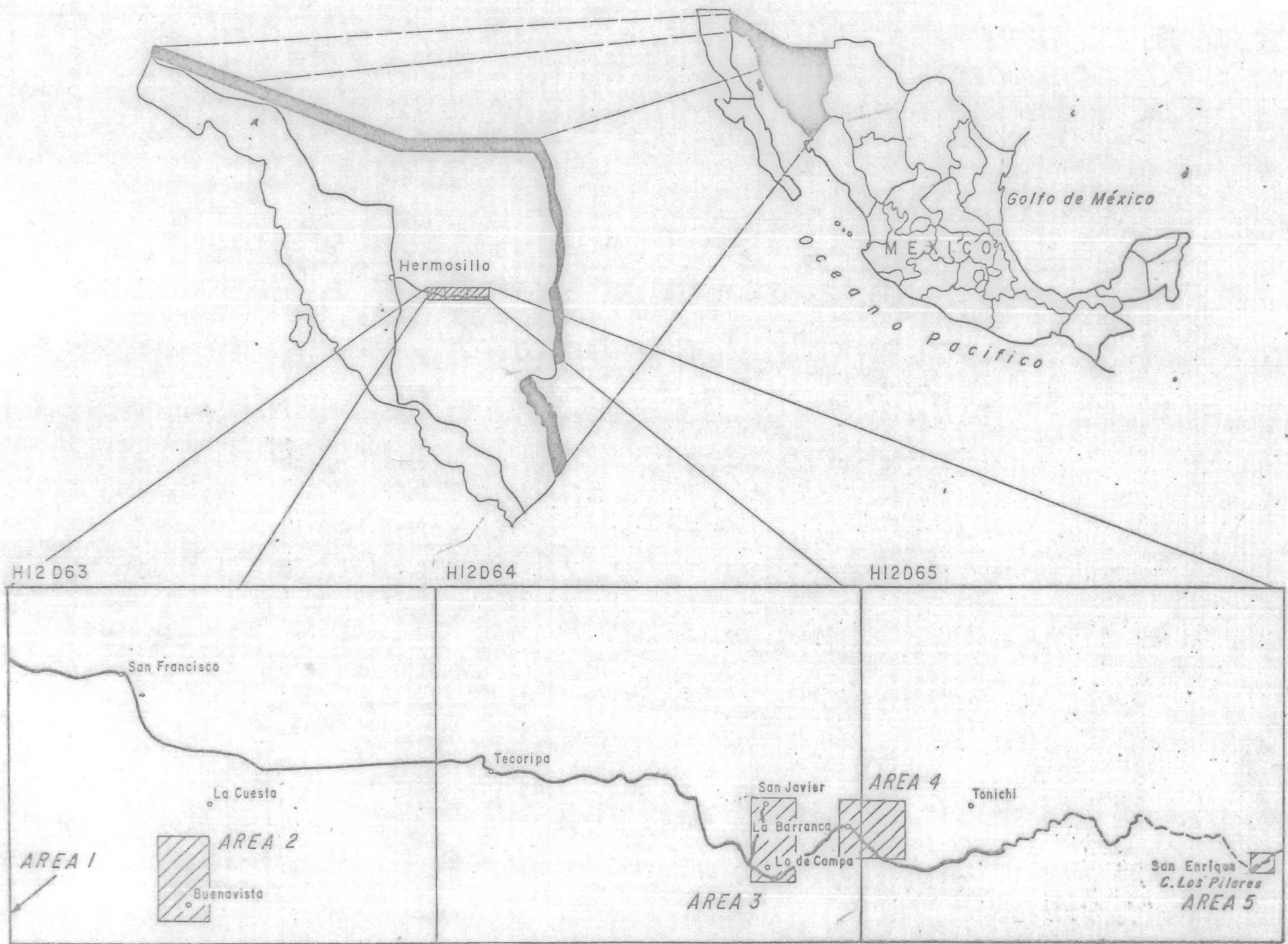


Figura 1.- Mapa general que muestra las áreas trabajadas. Se ubican de acuerdo a las cartas de DETENAL H12 D63; H12 D64 y H12 D65. Tomado de Weber (1985,

similitud concretizados por análisis de agrupamiento o

también llamado "cluster analysis",

I. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DEL AREA DE ESTUDIO

A) Fisiografía

Los afloramientos con megafosiles vegetales en la región de San Javier, La Barranca y Los Pilares o San Enrique (áreas 3, 4 y 5 de la Figura 1), se encuentran enclavados en la provincia fisiográfica denominada por King (1939), Sierras y Valles Paralelos, la cual está ubicada entre los meridianos 108° y 110° W y los paralelos 27° y 29° . Colinda con la provincia del Desierto de Sonora al poniente, que se caracteriza principalmente por presentar sierras aisladas, separadas entre sí por amplias planicies aluviales o por algunas lomas con poca inclinación, afectadas por los procesos destructivos de erosión. Al oriente se localiza la provincia de la Sierra Madre Occidental, la cual está conformada por una meseta elevada con barrancas muy hondas en su borde occidental.

La provincia intermedia, como su nombre lo indica, está constituida por sierras y por valles paralelos, donde las montañas presentan una disposición uniforme y son de moderada altura con una orientación aproximada Norte-Sur, donde algunas están separadas por angostos valles longitudinales. Uno de los más grandes y notables de estos valles, es el que contiene al Río Yaqui (Figura 2).

Una de las áreas en donde se colectan plantas fósiles y en la que se basa principalmente esta tesis se localiza en la porción Este de la provincia

mencionada a unos 22 kilómetros al Este de Tónichi, en los meridianos 109° a 109.5° W y los paralelos $28^{\circ}5'$ - 29° . Esta área se denomina Los Pilares (San Enrique para Islas, 1978) y se encuentra dividida por el estrecho valle longitudinal del Río Bacanora, encontrándose en la porción abierta un conglomerado del Terciario Tardío (Dumble, 1900b), cerca del inicio del valle del Bacanora, en El Encinal y Milpillas (coordenada D11 de la Figura 2). Al Sur de Los Pilares, los conglomerados y basaltos cubren mucho del área y permanecen en cuevas y masas largas y estrechas. Sin embargo, a unos 3 kilómetros al Oeste de Los Pilares, se ubican algunas elevaciones orográficas constituidas por rocas de la Formación Santa Clara; entre ellas el Cerro Los Parajitos.

En la parte un tanto central de la provincia de Sierras y Valles Paralelos, al Oeste del Río Yaqui, se encuentra ubicada una de las unidades orográficas más sobresalientes llamada Sierra de San Javier, la cual alcanza unos 50 km. de anchura, con un rumbo general de $N20^{\circ}$ W (King, 1939). Está constituida básicamente por el Grupo Barranca (en esta zona también se realizaron colectas de fósiles vegetales), cuyas capas muy resistentes de cuarcita dan origen, en la parte alta, a varios picos accidentados tales como el Cerro del Candelero con una altura de 1,227 m sobre el nivel del mar (Dumble, 1900c).

Al oriente se encuentran las minas de carbón de Santa Clara y el Río Yaqui, en los valles formados por excavados en cuerpos intrusi-

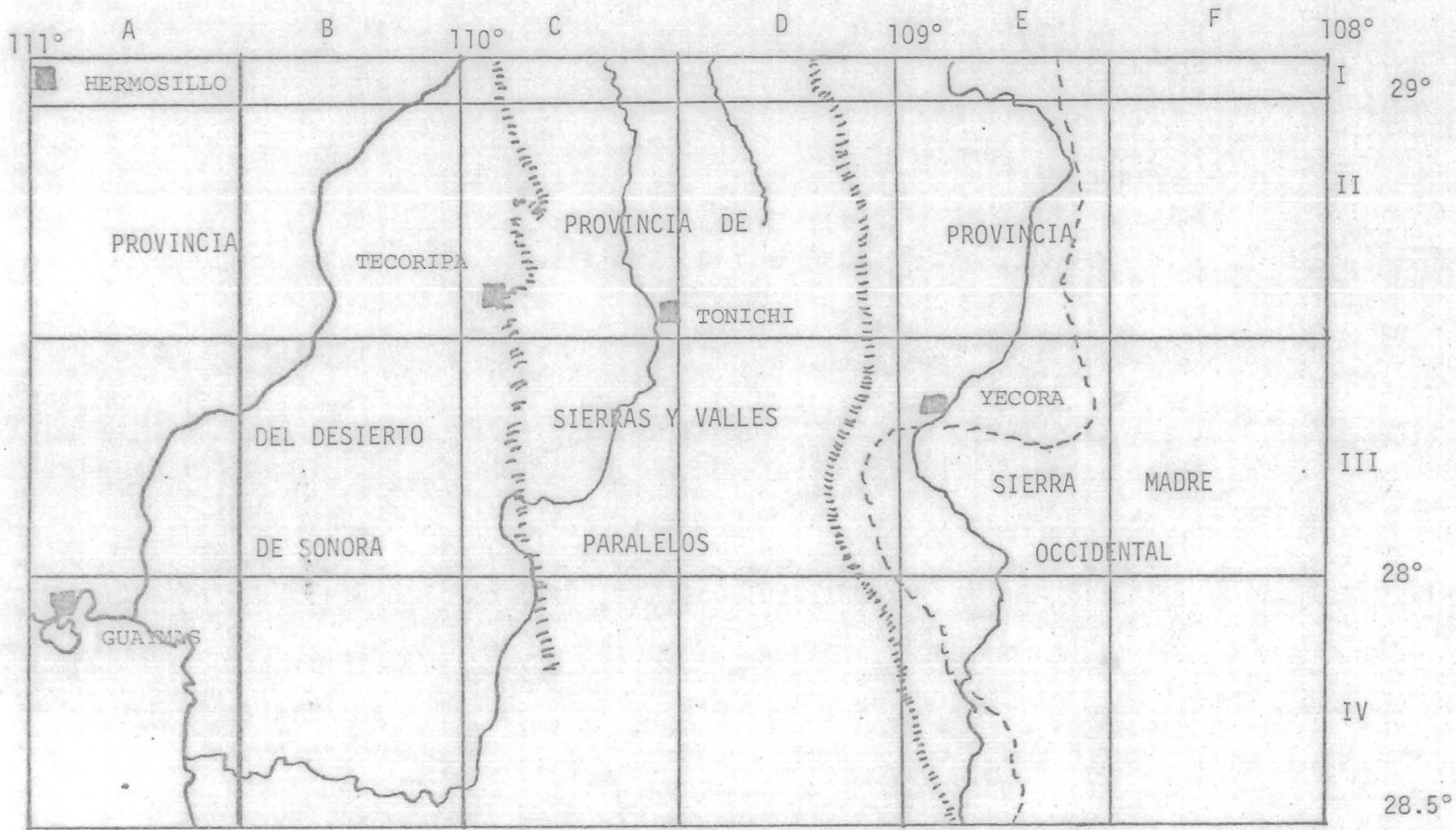


Figura 2.- Mapa que muestra las provincias geográficas de la parte central del Estado de Sonora, donde aflora la Formación Santa Clara. (Modificado de King, 1939).

vos poco resistentes de dioritas y otras rocas intrusivas plutónicas. También se encuentran las poblaciones abandonadas y destrozadas por el paso de los años que un día fueron mineras como la Barranca, Los Bronces, Santa Clara, etc.

En el Valle de la Barranca, con 2 o 3 kilómetros de anchura, se encuentra la carretera Sonora 16, recientemente asfaltada que corre de Hermosillo a Yécora, cruzando el Río Yaqui a unos 6 kilómetros al Sur del poblado de Tónichi.

II. EL GRUPO BARRANCA, GEOLOGIA Y PALEOBOTANICA

B) Geología General

El Grupo Barranca, ubicado en la porción centro-oriental de Sonora, fué reportado por primera vez por Rêmond (1866), quien señaló la presencia de estratos triásicos. Además colectó plantas fósiles estudiadas posteriormente por Newberry (1876).

A finales del siglo pasado, J.G. Aguilera (1896), como integrante de la Comisión Geológica antecesora del Instituto Geológico de México, reconoció la región de Suaqui el Grande, de San Javier, de Los Bronces, de Santa Clara, de Tecoripa, de Soyopa, de San Marcial y del Lápiz. Refirió rocas sedimentarias del Triásico formadas principalmente por areniscas cuarcíticas, conglomerados y varios tipos de lutita las cuales se presentan con intercalaciones de carbón. Aguilera dió una lista de plantas fósiles por primera vez en 1893.

A principios de este siglo Dumble (1900a, b, c y 1900), describió la geología y los depósitos de carbón e introdujo unidades litoestratigráficas triásicas. A una de ellas, la llamó división Barranca, que comprendió principalmente los estratos clásticos y sedimentarios. A la otra la llamó División Lista Blanca, un complejo de rocas volcánicas principal-

mente lavas andesíticas (Dumble, 1900), a las cuales las considera de edad triásica (Dumble, 1900a).

Flores en 1929 realizó estudios geológicos en la parte central del Estado de Sonora. Encontró algunos estratos marinos supuestamente correspondientes al Grupo Barranca, donde colectó algunos pelecípodos que le sirvieron para considerar estos estratos de edad Triásico Superior-Jurásico Inferior (Abadie en su tesis de maestría pone en duda los datos de este autor, según comunicación verbal de Weber),

Entre 1931 y 1933, King realizó trabajos geológicos en la parte Norte de la Sierra Madre Occidental. Una de sus principales contribuciones es la realización de un mapa geológico que abarca la región entre Hermosillo y las partes occidentales de Chihuahua. Además caracterizó estratigráficamente lo que antes conocía como División Barranca, dándole el nombre de Formación Barranca. También dió una lista de plantas identificadas por R.W. Brown (King, 1939).

Wilson y Rocha (1946) estudiaron los yacimientos de carbón del área de Santa Clara con el objetivo de cuantificar las reservas del mismo en la zona y discutir su posible explotación. En es

te estudio levantaron un mapa geológico (1:5,000) y describieron varias secciones de lo que llamaban en esos tiempos Formación Barranca. Además dieron una lista de plantas fósiles identificadas por Read.

En 1958 el Instituto de Geología de la UNAM, junto con el Consejo de Recursos Minerales (CRM) antes Consejo Nacional de Recursos Naturales No Renovables, decidieron estudiar la región carbonífera del Estado de Sonora, con dos tesis geológicas. Una de ellas se centró en la región de San Marcial (Bello, 1960) y contiene seis secciones estratigráficas y un mapa geológico de la región. La otra tesis, de Avila (1960), fué realizada con el interés de ampliar los datos sobre la estratigrafía y ubicación de mantos de carbón en la zona de San Javier delineados anteriormente por Wilson y Rocha (1946). Estas tesis contienen datos sobre plantas fósiles identificadas por Silva-Pineda (1961).

En 1961 Alencaster describió una fauna de invertebrados importante de la secuencia carbonífera e integró la información acumulada hasta 1960. Como resultado, lo que antes se llamaba Formación Barranca, ahora se le llama Grupo Barranca, y en orden ascendente consiste de las Formaciones Arrayanes, Santa Clara y Coyotes (Alencaster, 1961a y b) y se confirmó la edad cárnica asignada a la Formación Santa Clara.

Por los años 1973 y 1974, el CNRNNR junto con el Instituto de Geología de la UNAM, realizó un estudio en donde se llevó a cabo un reconocimiento estructural de la región centro-oriental del Estado de Sonora, en relación con los yacimientos de carbón (Rangin, 1974). En los años

de 1975 a 1979 el CRM realizó una serie de perforaciones en la zona carbonífera de San Marcial y de Los Pilares o San Enrique, para su posible explotación en el futuro. Islas y Bárcenas en 1978-1979, realizaron algunos estudios detallados de ambas zonas carboníferas, incluyendo correlaciones estratigráficas.

Para 1980, el Estado de Sonora, por medio de la Dirección General de Minería, Geología y Energéticos, realizó estudios estratigráficos y sedimentológicos en el Grupo Barranca.

Potter en 1980 junto con un grupo de geólogos de diversas dependencias públicas en Hermosillo, Sonora, levantaron varias secciones sobre la carretera Sonora 16 que corre a un costado del poblado de La Barranca y en otra carretera pavimentada con dirección al poblado de San Javier.

C) Estratigrafía y Litología

El Grupo Barranca tiene una distribución geográfica amplia aunque discontinua y se extiende hacia el Sureste de Yécora en el Occidente de Chihuahua y en el Sur hasta las cercanías de Alamos, Sonora. Las rocas como ya se mencionó antes, con frecuencia presentan alteraciones por metamorfismo de variable grado. El área estudiada con más detalle, entre otros por Wilson y Rocha (1946), se localiza en la región carbonífera de Santa Clara; localidad cuyo nombre designa la formación media carbonífera del Grupo Barranca.

Las formaciones inferior y superior, Formación Arrayanes y Formación Coyotes, están constituidas principalmente por conglomerados, areniscas y capas de lutita.

La Formación Santa Clara consiste principalmente en areniscas, lutitas, lutitas carbonosas y mantos de carbón. Sin embargo, los contactos entre las tres formaciones no son abruptos sino graduales de una a otra.

La Formación Arrayanes presenta una sucesión de areniscas cuarcíticas con intercalaciones delgadas de lutita y conglomerados. Las areniscas cuarcíticas se encuentran cementadas por arcillas y sílice y la mayoría son de color gris claro. Las lutitas presentes en la parte inferior de esta formación son de color gris rojizo verdusco. Según Avila (1960), las capas de conglomerados, compuestas de cantos y guijarros de pedernal negro y blanco, se encuentran frecuentemente en forma de lentes dentro de las areniscas.

La Formación Santa presenta una sucesión de estratos que están constituidos principalmente por areniscas finas y por lutitas, ambas frecuentemente carbonosas. Las lutitas son generalmente de colores variables desde el gris claro al negro, presentan estratificación normal en capas más o menos delgadas y varían entre lutita arenosa y lutita arcillosa a carbonosa, encontrándose entre estas últimas intercaladas la mayoría de las capas de carbón (Islas, 1979). Algunas lutitas son muy compactas y bastante endurecidas y se rompen en forma de placas. La localidad descrita por Wilson y Rocha (1946), se encuentra en los Arroyos Pie de la Cuesta y Tarahumara, situándose enfrente de la Casa Blanca, en Santa Clara. Esta formación descansa sobre la Formación Arrayanes y está cubierta por la Formación Coyotes.

La Formación Coyotes a su vez comprende una serie de estratos formados principalmente de areniscas cuarcíticas con intercalaciones de capas delgadas de lutitas y conglomerados. Las areniscas cuarcíticas se encuentran bien cementadas y generalmente muchas de ellas son de grano grueso. Consisten en su totalidad de granos de cuarzo cementados por sílice, formando principalmente a las cuarcitas, mientras que las lutitas son algo arenosas y presentan color gris u oscuro. Según Avila (1960), es posible distinguir a la Formación Arrayanes de la Formación Coyotes en el color de las capas de lutita presentes en ambas formaciones. Estas tienen color rojizo, ocre o verdoso en la formación inferior y gris en la superior.

Los datos manejados en relación al espesor total del Grupo Barranca, varían de acuerdo a los autores y a los lugares de estudio. Para Wilson y Rocha (1946), en la región de Santa Clara pasa de 1,500 m; para Bello (1960), el espesor total en San Marcial es de 1,400 m, para Alencaster (1961a), el espesor sumado de las tres formaciones puede alcanzar 1,750 m en Santa Clara; para Claude Ranguin (1974), al borde del Río Yaqui, al suroeste de Santa Ana menciona más de 2,000 m de espesor y por último, Nestor Silva (Weber, 1983, comunicación personal), considera que el espesor del Grupo Barranca supera considerablemente los 2,000 m.

D) Carbón

A finales del siglo pasado y a principios de este, en la región de San Javier y de Tónichí, se explotaban alrededor de 25 minas de carbón. Las más cercanas del poblado de Tónichí eran trabajadas por una compañía dependiente de la

Sub-Pacific, Las minas ubicadas alrededor del poblado de San Javier, fueron trabajadas mientras que el carbón fué utilizado en la fundición de plata de la compañía W.C. Laughlin de San Javier, la cual paralizó sus operaciones en la década de 1920 a 1930. Las minas de carbón que se encuentran cerca de Tónichi, se ubican en la región de Santa Clara, las cuales se presentan en dos áreas separadas llamadas por Wilson y Rocha (1946) con el nombre de Cuenca la Calera y Cuenca de Santa Clara. Cada una de las cuencas en que se ha encontrado carbón abarca una área de cerca de 1 km². Estas dos áreas están separadas entre sí por la falla "Potrero". Dumble (1910) y Wilson y Rocha (1946), encontraron que las capas de carbón de ambas cuencas, La Calera y Santa Clara, presentan una correlación estratigráfica.

Por otro lado, varios prospectos y minas se hallan situados a 2 o 3 km al Sur y Suroeste del antiguo campo minero (en estos tiempos totalmente abandonado) llamado Los Bronces, principalmente a los márgenes del arroyo de ese mismo nombre y sus tributarios tales como Los Jacalitos, La Colorada y Los Amolillos. Otras minas carboníferas de importancia productiva son las del Grupo Santa Julia, que se encuentran situadas en una área a una distancia de 4 o 5 km al Suroeste de la población de San Javier. El área de Los Pilares o San Enrique, situada a 20 km al Oriente de Tónichi, también presenta algunos mantos de carbón con espesores que varían de unos centímetros hasta 6 m. La mayor parte del carbón localizado en toda la formación es de tipo antracítico.

E) Paleobotánica

Los primeros informes sobre plantas fósiles colectadas en la

Formación Santa Clara datan de la segunda mitad del siglo pasado, cuando el geólogo francés Rémond realizó una investigación geológica por los años 1863 a 1865, en la región montañosa del Estado de Sonora (Newberry, 1876). El desarrollo de las colectas posteriores se encuentra resumido en Silva-Pineda (1961) y Weber *et al.*, (1980-1982a). Bien a raíz de esas colectas se han publicado tres trabajos paleobotánicos (Newberry, 1876; Humphreys, 1916; Silva-Pineda, 1961) con las descripciones de algunas especies. Sin embargo, llama la atención que todos los ejemplares han sido colectados ocasionalmente cuando se han realizado estudios geológicos. No es así en el caso de la investigación que se inició en 1973 por R. Weber, donde el motivo de las colectas es principalmente paleobotánico. La presente tesis pertenece a parte de dicho proyecto. Los trabajos ya mencionados en el capítulo de geología general enlistan una serie de formas, las cuales fueron catalogadas por Maldonado-Koerdell (1950). Weber *et al.*, (1980-1982a) enlistan sin corrección todos los 75 nombres utilizados en las publicaciones anteriores sobre esta taoflora que obviamente no corresponden al mismo número de taxa, ya que se incluyen sinónimos e identificaciones erróneas. Weber (1985, en prensa), presenta además listas actualizadas que no han podido utilizarse en este trabajo.

Las identificaciones de las especies colectadas y registradas para esta tesis son generalmente preliminares y son de la responsabilidad de R. Weber. Para su identificación crítica y completa, será necesario realizar una revisión larga y laboriosa, ya que la mayoría de las floras de esta edad cárnica fueron estudiadas en el siglo pasado o a principios de este y muchas de ellas no han sido revisadas posteriormente.

F) Edad

El material fósil colectado por Rémond (in Newberry, 1876), Dumble, 1900), Benjamin Hill (In: Humphreys, 1916), Flores (1929), King (1939) y Wilson y Rocha (1946), fué estudiado por una serie de personas las cuales en sus escritos geológicos consideran al Grupo Barranca de edad Triásico Tardío-Jurásico Temprano. Por lo general los paleobotánicos lo consideraron como perteneciente al Triásico Superior, sin precisar el piso estratigráfico. King (1939), discutió la edad del Grupo Barranca, llegando a considerarlo como Triásico Tardío- Jurásico Temprano. Con base en material colectado más recientemente en particular por Bello-Barradas y Avila de Santiago (In: Silva-Pineda), 1961), resultó corroborada y especificada la edad cárnica de la Formación Santa Clara. Sin embargo, únicamente la Formación Santa Clara contiene fósiles, por lo cual no puede afirmarse que el Grupo Barranca en su totalidad pertenezca a esta edad. La Formación Arrayanes descansa en discordancia angular sobre una serie de calizas probablemente de edad paleozoica y se encuentra cubierta por la Formación Santa Clara en contacto transicional. Alencáster (1961) consideró la Formación Arrayanes post-paleozoica y precárnica. Así mismo, es posible que la Formación Coyotes tenga una edad menor del Cárnico.

Las especies de invertebrados registrados para la Formación Santa Clara (Alencaster, 1961b), son: Cassianella sp., Monotis sp., Entolium sp., Anodontophora remondi, Lingula sp., Dentalium sp., Nuculana curvirostris, Myophoria mexicana, M. boesi, Myophorigonia salassi, Trigonia sp., Mytilus sonorensis, Traskites sp.

Las especies de este conjunto de géneros están relacionadas estrechamente con especies características del Cárnico en otros lugares del mundo. Por otro lado, la taoflora muestra ciertas semejanzas con otras floras de la misma edad, como las del Supergrupo Newark en la Cuenca de Richond en Virginia estudiada por Fontaine (1883) que también pertenece al Cárnico según estudios más detallados con palinomorfos (Cornet, 1977).

Ash (1981), también llegó a la conclusión de que la taoflora de Santa Clara corresponde al menos en parte al Cárnico Medio en su denominada zona de "Eoginkgoites".

Según Amozurrutia (1985), la gran mayoría de los géneros definidos para Santa Clara, se distribuyen principalmente en Norteamérica y en menor cuantía en Europa, tales han sido reportados específicamente para la edad cárnica. Ante esta información puede afirmarse que los depósitos de Santa Clara son de edad cárnica.

III. PUNTOS DE COLECTA Y METODOS DE MUESTREO

G) Areas de Colecta y Localidades.

Este escrito se basa principalmente en una serie de colectas en el campo (1979, 1980, 1981a y 1981b), las cuales su-

man un total de cuatro meses de trabajo y alrededor de 5,000 ejemplares colectados. Estos ejemplares se encuentran depositados en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM. R. Weber, en 1973

1975, inició esta investigación con dos viajes de reconocimiento y colectas a la Sierra de Moradilla-, San Marcial, Las Peñitas y los alrededores de La Barranca y de Santa Clara.

A lo largo de estos trabajos se han colectado en unas 70 localidades o afloramientos fosilíferos; sin embargo, para los intereses de este trabajo únicamente se tomaron en cuenta 20 puntos de colecta, los cuales estratigráficamente se ubican cerca de mantos de carbón y/o presentan lutitas carbonosas, como se planteó en el V Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología (Torres y Weber, (1983). Dichos puntos de colecta se localizan en las áreas de estudio 2, 4 y 5 de la Figura 1.

H) Ubicación.

Los Pilares o San Enrique, (Area 5 de la Figura 1).- Esta área muestreada se ubica entre las coordenadas $109^{\circ}20'30''$ y las coordenadas $109^{\circ}21'30''$ y $28^{\circ}33''$ y $28^{\circ}33'13''$ N a 20-22 kilómetros al Este del poblado de Tónichi. Esta zona se extiende aproximadamente a 6 km a lo largo del camino principal Tónichi-El Encinal. Afortunadamente se encuentra trazada por una gran cantidad de brechas que realizó el CRM durante 1975-1978, en la exploración de mantos de carbón (Figura 3).

En esta zona se colectaron ejemplares en 13 puntos que son los siguientes: Parajitos (518); Pozo 1 (Pozo SE 55A), (539A); Pozo 2 (Pozo SE 55B), (539B); La Higuera 1 (535A); La Higuera 2 (535B); CRM-71A (517A); CRM-71B (517B); Campo Los Locos (542); La Turbera (541); Cruce-ro A (537A); Crucero B (537B); La Chinita A (538A); La Chinita B (538B) y La Chinita C (538C).

Entre paréntesis se dan los números de localidad del catálogo de localidades oficial del Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM. Los nombres fueron aplicados en el campo.

La Barranca (Area 4: Figura 1).- El área de la Barranca se ubica en la Sierra de San Javier, entre las coordenadas $109^{\circ}38'$ y $109^{\circ}40'$ y los $28^{\circ}34'$ a $28^{\circ}35'$ N. Los puntos de colecta se ubican en el corte de la carretera asfaltada Sonora 16, la cual pasa frente al antiguo poblado minero llamado La Barranca, ubicándose éste a una distancia de 11 km al Oeste del poblado de Tónichi (Figura 4). Para el presente trabajo se consideran las colectas de cuatro puntos: Barranca 1 (515D), Barranca 7 (525), Barranca 8 (526B) y Barranca (547A).

La Cuesta.- Buenavista (Area 2: Figura 1).- El área fosilífera se ubica entre las coordenadas $110^{\circ}11'$ y $110^{\circ}12'$ y $28^{\circ}31'$ y $28^{\circ}34'$ N. En la parte Noroccidental de esta zona se localiza el casco del Rancho La Cuesta. Este se ubica a escasos metros de una serie de afloramientos de la Formación Santa Clara. Se encuentra comunicado por un camino de terracería que parte de la carretera Hermosillo-Tónichi (Sonora 16), a unos 22 km antes de llegar al poblado de Tecoripa con rumbo al Sur (Figura 5). En esta área se han muestreado varios puntos, sin embargo, para los propósitos de este trabajo se tomaron en cuenta únicamente dos: la mina de San Martín (513) y uno de los que se denominan Chamina Sur (543E).

I) Descripción de los Puntos de Colecta.

De los 20 puntos de colecta que se utilizan en el análisis, solamente se describen 15, siendo éstos los que fueron directamente muestreados por el autor. Del to-



Figura 3.- Localidades de plantas fósiles colectadas en el área de San Enrique o Los Pilares, modificado de Weber, 1985 (en prensa).



Figura 4.-

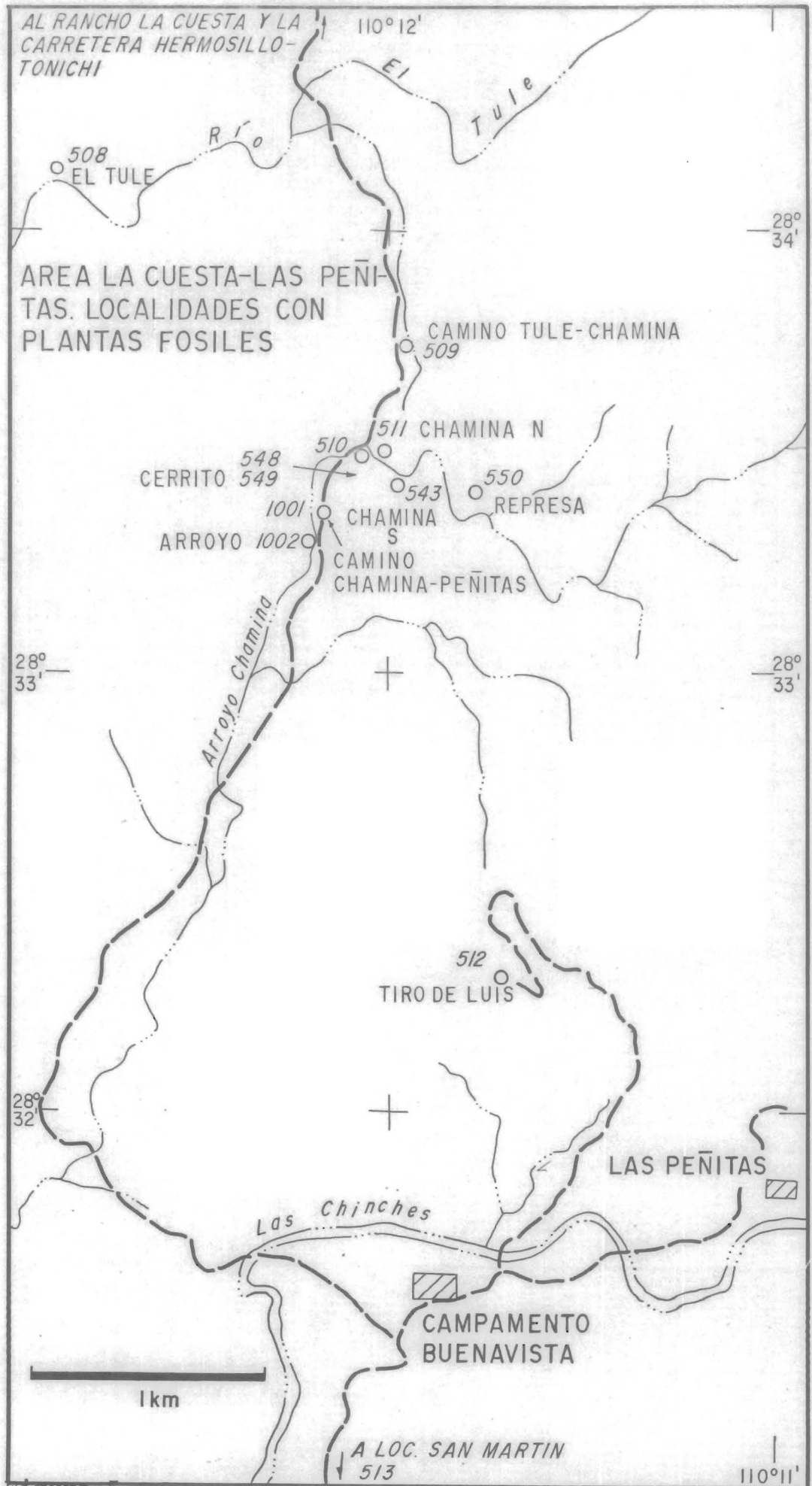


Figura 5.-

tal de las especies colectadas en cada punto, únicamente se mencionarán aquellas que se han utilizado para los análisis, objeto de este trabajo. Las formas no mencionadas permanecen aún sin identificar.

Punto de Colecta 518: Los Parajitos.- Se encuentra situado a 30 m del camino Los Mautos-El Encinal, en la loma del Cerro Los Parajitos, el cual se encuentra ubicado a 17 km del Ejido El Encinal, por el mismo camino ya mencionado. El punto de colecta se ubica sobre la lomita del cerro donde se realizó un boquete en un estrato de 1 m de espesor, de 1 m de anchura por 80 cm de profundidad con el fin de coleccionar material fósil. La roca está compuesta de lutitas asociadas con algunas areniscas de grano fino y compacto, carbonosas, con la característica de partirse en lascas. Las especies que se ubican en este estrato son: Phlebopteris smithii; Scoresbya spp.; Alethopteris whitneyi A.; Macrotaeniopteris sp. A.; ¿Pterophyllum? sp. A.; Zamites cf. truncatus; Elatocladus carolinensis.

Puntos de Colecta 539A y 539B: Pozo SE 55A y B (Pozo 1 y 2).- Se ubican aproximadamente a 100 m al Sureste del camino de terracería Los Mautos-El Encinal en la ladera del Cerro Los Parajitos, el cual termina en la Cañada la Travesía a 10 km del Rancho Los Mautos y a 17 km del Ejido El Encinal por el mismo camino. Sobre esta ladera afloran numerosos estratos fosilíferos pero infortunadamente con fósiles mal preservados, por lo general. Sin embargo, se pudo detectar dos estratos con una preservación adecuada en cuanto al contenido de sus fósiles, los cuales fueron colectados realizando un boquete con un espesor aproximadamente de 1.8 m de largo y 50 cm de profundidad en cada uno de los estratos. Se encuentran a una distancia sobre la vertical. La roca se compone de limolitas de grano fino con laminaciones paralelas en

bloques considerablemente gruesos. Presentan un color café tendiendo a amarillo, donde se encuentran plantas fosilizadas. Las unidades taxonómicas colectadas en cada uno de estos puntos son las siguientes: 539A: Macrotaeniopteris sp., Asterotheca santaclarae, ¿Pterophyllum? sp., Elatocladus carolinensis, Zamites sp. A., Macropterygium sp., Elatocladus ex gr. carolinensis. 539B: Macrotaeniopteris sp., Pecopteris falcatus, Asterotheca santaclarae, ¿Pterophyllum? sp., Elatocladus carolinensis, Macropterygium sp., Elatocladus ex gr. carolinensis.

Puntos de Colecta 535A y 535B: La Higuera 1 y la Higuera 2.- Estos puntos se ubican a 50 m al Sur sobre una desviación del camino principal Los Mautos-El Encinal. Dicha desviación es una de las tantas brechas que realizó el Consejo de Recursos Mineros (CRM), la cual se ubica a 8 km del Rancho Los Mautos y a 19 km del Ejido El Encinal. Los puntos se ubican sobre la brecha en una secuencia de lutitas, limolitas con algunos indicios de material carbonoso. Los estratos presentan un rumbo de N 65°W y un echado de 230 NE. Se localizan estos puntos al S 50°E en línea recta con la porción oriental del Cerro El Pilar (Conglomerado de la Formación Báucarit). Aquí se ubican dos puntos de colecta donde se realizó una excavación de cada uno de ellos con una dimensión de 80 cm de espesor, 1 m de largo y 80 cm de profundidad aproximadamente. La lutita de este punto de colecta es de grano fino con un color negro tendiendo a rojizo en las partes intemperizadas. Además presenta una laminación muy fina. Las plantas colectadas son las siguientes: 535A.- Macrotaeniopteris sp. A., Mertensides spp., Zamites fragilis, Pecopteris falcatus, Scoresbya spp., Phlebopteris smithii, Zamites ex gr. fragilis, ¿Phyllothea? sp. A., Cladophlebis mexicana. 535B.- Macrotaeniopteris sp. A., Asterotheca santaclarae, Elatocladus carolinensis, Macropterygium spp., Elatocladus ex gr. carolinensis, Pterophyllum robustum, Scoresbya spp.

Puntos de Colecta 537A y 537B: El Crucero A y El Crucero B.- Estos puntos

están presentes donde cruzan tres brechas realizadas por el Consejo de Recursos Minerales. La distancia recorrida por una de las brechas desde la desviación del camino Los Mautos-El Encinal, hasta el punto de colecta es de 200 m orientado hacia el Este, encontrándose la desviación del camino principal a 7 km del Rancho Los Mautos y a 20 km del Ejido El Encinal. Los estratos con fósiles vegetales afloran en el corte donde las brechas se cruzan, a una altura de un metro aproximadamente sobre el piso del camino.

El material rocoso de la excavación llamada Crucero A, está compuesto de lutitas carbonosas compactas y de grano fino con un color rojizo café negruzco. El color rojizo se encuentra principalmente en las partes más intemperizadas y también en las partes donde se encuentran impresos los restos vegetales. Para obtener las muestras se realizó una excavación de 50 cm de espesor con 3 m de anchura y 1 m de profundidad. Las unidades taxonómicas de fósiles vegetales colectados son Macrotaeniopteris sp. A., Zamites fragilis, Desmiophyllum sp. A., Asterotheca santaclarae, ¿Pterophyllum? sp. A., Elatocladus carolinensis, Zamites sp. A., Elatocladus ex gr. carolinensis, Zamites cf. truncatus, Pterophyllum robustum, Scroresbya spp., Phlebopteris aff. angustiloba, Ctenophyllum cf. braunianum, Taeniopteris glossopteroides, Zamites aff. macombii, Zamites ex gr. fragilis.

El punto de colecta denominado 537B (segunda excavación), se ubica a una distancia horizontal de 5 m y 1.5 m vertical con respecto al punto de colecta Crucero A (537A). La composición litológica es muy semejante al punto de colecta anterior, con lutitas carbonosas compactas de grano fino de color gris oscuro con manchas rojizas y blancas en la parte intemperizada y tiene la composición florística siguiente: Macrotaeniopteris sp. A., Mertensides spp., Zamites fragilis, Asterotheca santaclarae,

¿Pterophyllum? sp. A., Elatocladus carolinensis, Zamites sp., Macropterygium spp., Elatocladus ex gr. carolinensis, Zamites cf. truncatus, Scroresbya spp., Phlebopteris aff. angustiloba, Ctenophyllum braunianum, Zamites aff. macombii, Phlebopteris smithii, Zamites ex gr. fragilis.

Puntos de Colecta 517A y 517B: CRM-71A y CRM-71B.- Estos puntos se ubican sobre el camino Los Mautos-El Encinal a 9 km de Los Mautos y a 18 km del Encinal. Se trata de un estrato bien definido con areniscas subyacentes y suprayacentes. El estrato fosilífero es muy carbonoso y se trata de una lutita de grano fino y compacta. En este punto se realizó un boquete relativamente pequeño de 80 cm de largo, 40 cm de profundidad y 60 cm de espesor. El material fósil es muy vistoso y diverso. Las unidades taxonómicas son las siguientes: 517A.- Macrotaeniopteris sp. A., Mertensides spp., Zamites sp. A. 517B.- Macrotaeniopteris sp. A., Mertensides spp., Elatocladus carolinensis, Zamites sp. A.

Punto de Colecta 542: Campo Los Locos.- Este punto se ubica en un pequeño arroyo que desemboca en la Cañada La Travesía. Este mismo arroyo atraviesa el camino principal Los Mautos-El Encinal a la altura del 8.5 km de Los Mautos y 18.5 km del Encinal. El punto de colecta tiene una distancia de este cruce al Este por el arroyo de 50 m. La muestra se tomó de un canto rodado con una dimensión aproximada de 0.5 m³. Es una lutita carbonosa de color oscuro con el grano muy fino y con laminaciones paralelas. La flora que se obtuvo de esta roca se reduce a dos especies: Macrotaeniopteris sp. A. y Mertensides spp.

Punto de colecta 541: La Turbera.- Este punto de colecta se ubica sobre un corte de las tantas brechas que realizó el CRM. También esta brecha tiene comunicación con el camino principal Los Mautos-El Encinal, la cual se localiza a 200 m al Noreste del camino principal a 9.1 km del Rancho Los Mautos y a 18,9 km del Encinal. En este punto se trata

de capas abultadas por cuerpos intrusivos, las cuales se incrustan a un manto de carbón entre lutitas carbonosas, formando diques estratos. Estos presentan un rumbo de N 44°W y un echado de 40°37' SW. Estas lutitas con material fósil se encuentran afectadas por el intrusivo y bastante intemperizadas. Los fósiles rescatados también se encuentran mal preservados y se cuenta con las siguientes unidades taxonómicas: Macrotaeniopteris sp. A., Mertensides spp., Desmiophyllum sp. A., Elatocladus carolinensis, Zamites aff. macombii, Phyllothea? sp. A.

Punto de Colecta 515D: Barranca 1.- Se encuentra situado a 4 km al Oriente del poblado La Barranca. Es un corte de carretera con afloramiento de rocas de la Formación Santa Clara sobre ambos lados de la misma. El afloramiento tomado en cuenta en este caso, se encuentra al Norte de la carretera. Mide 1 m de anchura y 80 cm de espesor y 60 cm de profundidad. La porción que se muestreó, está compuesta por lutitas de grano fino con bastante materia orgánica de color gris oscuro y ligeramente delesnable. Se identificaron las siguientes especies: Macrotaeniopteris sp. A., Mertensides spp., Zamites fragilis, Pecopteris falcatus, Alethopteris whitneyi A., Asterotheca santaclarae, Pterophyllum? sp. A., Elatocladus carolinensis, Macropterygium spp., Taeniopteris elegans, Pterophyllum robustum, Ctenophyllum cf. braunianum, Alethopteris whitneyi C.

Punto de Colecta 525: La Barranca.- Este punto está ubicado dentro de la Sección 2 de Potter (Potter et al., 1980) en su porción occidental. Está constituido básicamente por una lutita que presenta varias coloraciones debido al intemperismo y van desde un tono gris claro hasta tonalidades amarillas. El estrato en cuestión está muy fracturado y los fósiles extraídos están a aproximadamente 1.5 m sobre el nivel de la carretera. La composición florística es: Macrotaeniopteris, sp. A., Zamites fragilis, Asterotheca santaclarae, Zamites cf. truncatus, Z. aff. powelli.

Punto de Colecta 526B: La Barranca.- Se trata de un punto de colecta que también se encuentra contenido en la Sección 2 de Potter (Potter et al., 1982). Este estrato consiste de una limolita de grano grueso con coloración café claro. El muestreo incluyó una cota en sentido perpendicular al estrato de 1 m con una amplitud de 2 m. Aquí se extrajo material fósil que se caracteriza por presentar las siguientes especies: Macrotaeniopteris sp. A., Zamites fragilis, Asterotheca santaclarae, Pterophyllum? sp. A., Zamites ex gr. fragilis, Z. aff. powelli.

Punto de Colecta 513: Mina San Martín.- Este material fué colectado por R. Weber en 1975 en el tiro de exploración por grafito en la zona de Las Peñitas (Buenavista). Dicho tiro se ubica cerca de la mina abandonada con el nombre de San Martín. Los materiales fósiles colectados muestran que la composición de la roca se trata de una lutita de grano fino con bastante materia orgánica lo cual le confiere una tonalidad gris oscuro. Sin embargo, en la parte donde se encuentran los restos vegetales fosilizados, se presenta una tonalidad blanquecina. Aquí se registraron los siguientes grupos taxonómicos: Macrotaeniopteris sp. A., Mertensides spp., Asterotheca santaclarae, Pterophyllum? sp. A., Elatocladus carolinensis, E. ex gr. carolinensis, Taeniopteris elegans, Cynopteris spp.

J) Características del Muestreo,

El material fósil utilizado, como se mencionó antes, se colectó principalmente en cuatro jornadas de trabajo y el grueso de los puntos de colecta fueron muestreados en la última jornada. En la primera jornada para el autor (1979), tanto la colecta y selección de ejemplares como la consideración de los puntos de colecta, se realizaron subjetivamente; no se seguía un método uniforme de muestreo. Ejemplo de ello es que en un punto se llegó a colectar en una área de aproximadamente 10 m de circunferencia, donde se localizaban algunos estratos y cantos rodados fosilíferos (localidad 10 de la Biología de Campo 1979A; véase también Weber et al., 1980-1982a).

Para el trabajo de campo de 1980, se tomaron en consideración una serie de criterios, una vez aclarados y discutidos los objetivos de los trabajos a realizar. El tipo de análisis que se pensaba emplear debería tener una estrecha relación con el tipo de muestreo. Se planteó como cuestión central, encontrar grupos recurrentes conformados por los restos de plantas que vivieron y quedaron sepultadas en el Triásico Tardío de la mencionada formación. Para poder interpretarlos, en caso de su presencia observable, se formularon las siguientes preguntas: ¿Son estos grupos índices de los ambientes de sedimentación?. ¿Ayudan a interpretar los procesos de depósito?, ¿Son grupos ecológicos de la vegetación original?.

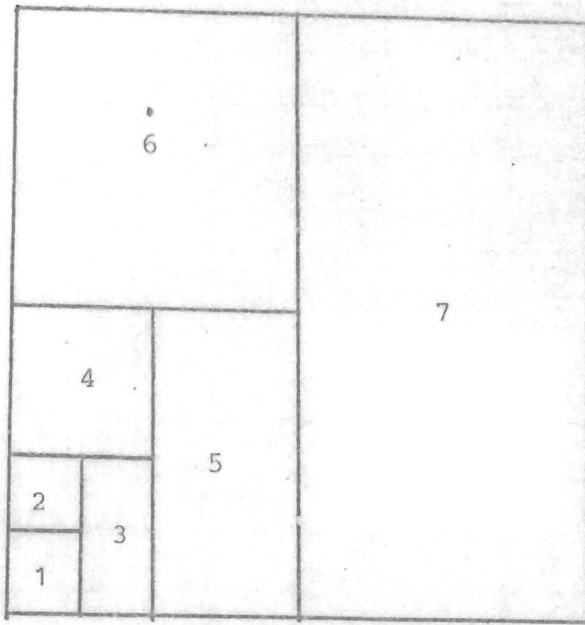
Para poder contestar estas preguntas fué necesario que en el tipo de muestreo se tomaran las siguientes determinaciones: considerar como un punto de colecta sólo a un estrato bien definido, pues se supone que tal estrato resultó de una sedimentación uniforme en un tiempo dado. Se decidió no pasar de un espesor mayor de 1 m o a otro estrato. Además se decidió no pasar de una distancia mayor de 2 m en longitud o en profundidad en el mismo estrato, para así evitar la asociación de variaciones espaciales. Dos puntos en un solo estrato o nivel estratigráfico similar deberían estar separados por una distancia horizontal no menor de 20 m. Un último criterio en cuanto a la distancia fué el siguiente: poder muestrear en una secuencia vertical dos puntos de colecta diferentes, se optó por una distancia mínima de tres metros.

La cuestión del número de fósiles reconocibles que se deberían colectar en cada punto, para poderlos considerar como una muestra adecuada y válida de la diversidad de la tafoflora local, o más bien, ¿Cómo garantizar la representatividad de la muestra?. Esta cuestión se abordó directamente en el campo. Trejo-Cruz (1985) presenta una alternativa en la práctica. Realizó una relación entre el número

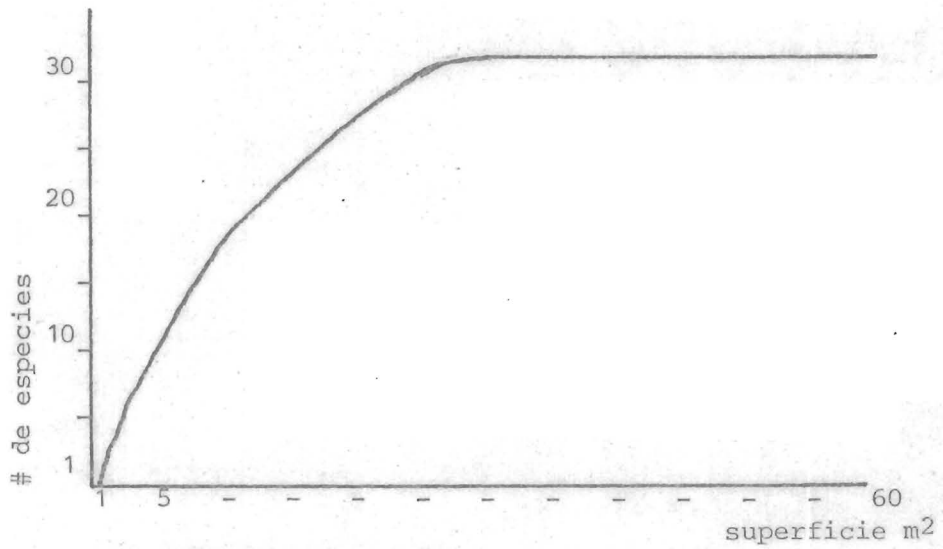
de ejemplares extraídos en un punto de colecta y la riqueza de especies, o bien, adaptó a la situación paleobotánica el método de la escuela de Upsala del "área mínima", el cual se practica en los muestreos de la vegetación actual para poder decidir el tamaño representativo de la muestra (Colinveaux, 1980).

Si se registran las especies contenidas en un área inicial pequeña, su número es pequeño y a medida que aumenta esta área, también aumenta el número de especies y luego con más lentitud, y, llega un momento en que el número de especies nuevas registradas en cada área sucesivamente mayor, se hace nulo el incremento en el número de especies. El área mínima se obtiene mediante duplicación sucesiva del área de la muestra hasta que por primera vez ya no se incrementa el número de unidades taxonómicas captadas en el muestreo. Ejemplo: Figura 6 a y b,

En la jornada de mayo de 1981, en el campo, se decidió primeramente realizar una serie de caminatas de reconocimiento de varias áreas de afloramiento del Grupo Barranca (La Cuesta, Los Vasitos, La Barranca, Sierra Verde, Onavas y Los Pilares o San Enrique, según el mapa de la Figura 1). En estos reconocimientos con detalle se localizaron algunos puntos de colecta susceptibles de trabajarse; esto es, con fósiles vegetales bien preservados y en condiciones de afloramiento favorables para poder realizar una excavación. En esta misma jornada se trabajó en la zona de San Marcial, por los alrededores del Cerro El Salto y el Cerro La Zorra, donde se logró detectar y marcar cinco puntos fosilíferos. Posteriormente se exploró la zona de Los Vasito, que se ubica al Norte de la ranchería de Buenavista, en donde no se logró localizar un solo estrato con fósiles vegetales, pues en este lugar no se pudo encontrar un solo rastro de algo vivo que hubiese existido en los estratos triásicos a pesar de los esfuerzos realizados. Aquí cabe preguntar: ¿Aflora la Formación Santa Clara en esta zona?



a) Modelo de muestreo para la evaluación del área mínima.



b) Gráfica especie-área.

Figura 6.- Modelo de muestreo y gráfica de especie-área para la determinación del número de Unidades Taxonómicas por punto de colecta.

Lo mismo sucedió en Sierra Verde al suroeste de Tecoripa, donde por causas diferentes no se pudo realizar el recorrido de exploración, pues de día, es imposible caminar dos kilómetros sin que el explorador quede sin ropa (encuerado) y haya agotado su cantimplora de dos litros de agua,

Una de las zonas que dió frutos en aquella exploración fué la de Los Pilares o San Enrique, que es rica en estratos fosilíferos y se encuentra toda tasajeada por las brechas realizadas por el CRM en el período de 1975-1978. Esto permite entrar en los lugares más escabrosos y así poder observar los estratos en corte. En esta zona existen numerosos estratos

de carbón y de lutitas carbonosas, además de una serie de minas de grafito lo cual resultó de interés para los objetivos de este trabajo (ver Figura 3).

En la última salida de campo (septiembre-octubre de 1981), se realizaron colectas intensas con el método ya mencionado para la salida de 1980. En lo referente al tamaño de la muestra o en la cantidad de fósiles que deberían extraerse de un punto, se cumplió con los requerimientos del criterio basado en la riqueza de las especies, esto es, la ya mencionada área mínima, pues en los puntos colectados se extrajo material de sobra luego que no se registraron nuevas especies.

IV. PALEOECOLOGIA

K) Registro de Datos

Una vez depositado el material fósil en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM, se procedió a recabar una serie de datos. Estos se obtuvieron de acuerdo con los objetivos de los trabajos de todo el grupo de investigación. Se tomó en cuenta igualmente a todo el material fósil colectado en la última década y se observaron aproximadamente 60 unidades taxonómicas diferenciables. Para los datos del análisis ecológico se utilizaron 33 unidades taxonómicas de diagnóstico que se registraron de la siguiente forma: Se realizó una matriz que contiene para cada ejemplar el número de la localidad destinada por el Museo de Paleontología; un número provisional para cada ejemplar; la superficie del haz mas el envés de la pieza (roca o ejemplar) que se midió en unidades convencionales uniformes (5 x 5 cm); la presencia o ausencia de las unidades taxonómicas, donde la presencia se registró en unidades de área con la misma unidad de referencia que se utilizó para el ejemplar com-

pleto. Por último, se registró el área cubierta por restos vegetales no identificados. Todo esto se realizó para ambos lados de los ejemplares por separado; así como, que para cada ejemplar o espécimen se obtuvieron dos renglones de datos. En la Figura 7, se muestra un ejemplo de la matriz realizada para el registro de datos. Una vez recabada toda la información, fué necesario hacer un archivo de datos por medio de tarjetas de cómputo denominado "parclus", el cual se depositó en un disco para posteriormente emplear la computadora "Bourroughs" del Centro Universitario de Cómputo de la UNAM y así poder procesar los datos de acuerdo al método previsto,

L) Análisis de Datos,

"Aunque esto es una locura, hay cierto método en lo que dice"

W, Shakespeare, Hamlet,

Los atributos de la vegetación se presentan por los distintos tipos de plantas que la constituyen, y las comunidades se diferencian y caracterizan por la presencia de determinadas formas de vida, la ausencia de otras

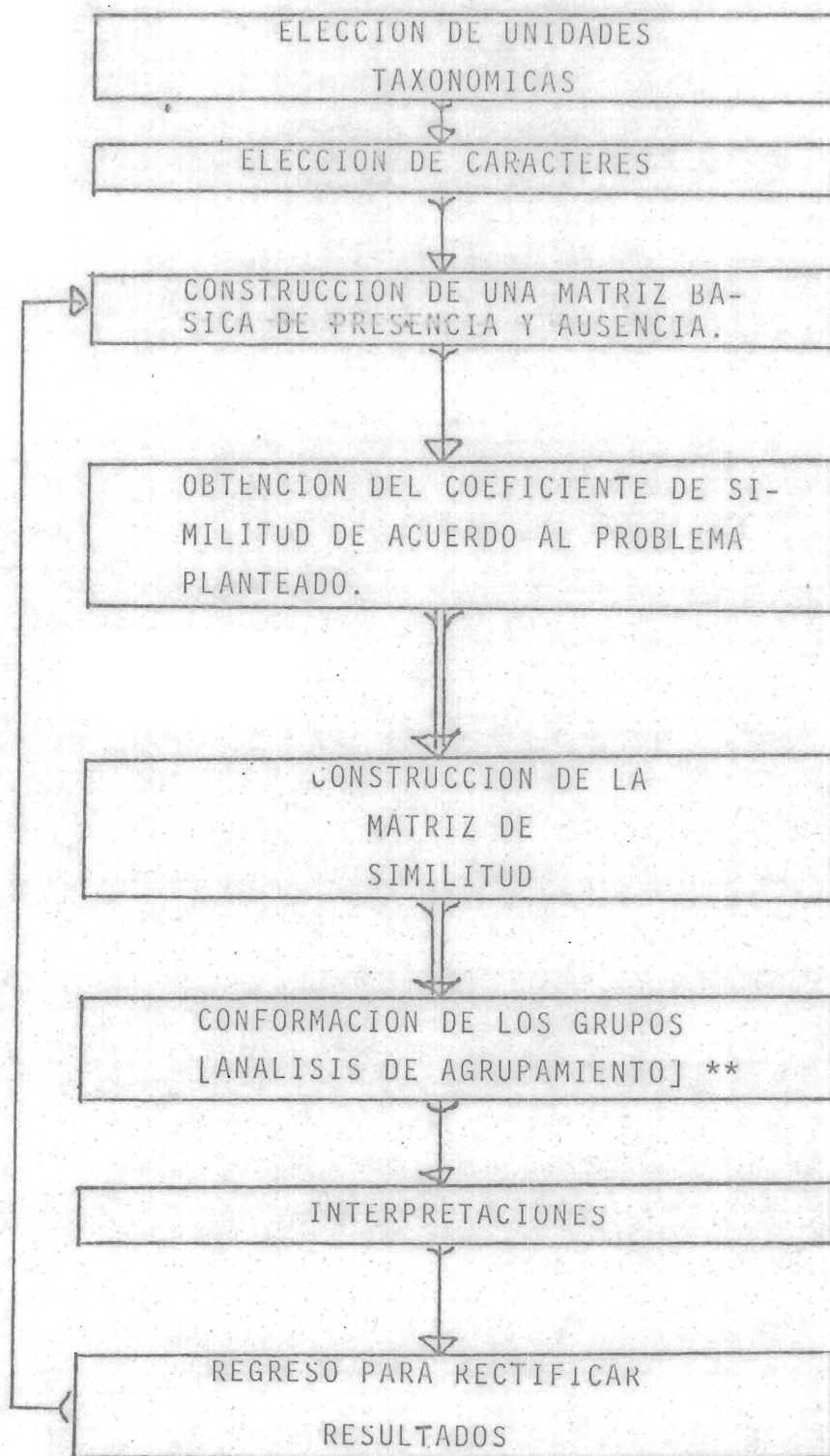


Diagrama 1.- Este diagrama muestra la secuencia utilizada en el análisis numérico

** Los pasos indicados con doble flecha, se realizaron con la ayuda de una computadora Apple II.

y por la cantidad o abundancia relativa de cada una de ellas, La descripción o comparación de porciones de la vegetación puede basarse en la presencia o ausencia de los vegetales considerados o en la abundancia de las formas presentes (Matteucci y Colma, 1982),

En este trabajo los atributos que se consideran relevantes en la formación de grupos recurrentes, son el conjunto de unidades taxonómicas fósiles colectadas y el lugar que las contenía; tomando en consideración como variables de estos atributos únicamente la presencia y ausencia de las unidades en cada punto de colecta,

Para poder presentar el comportamiento de las unidades taxonómicas fósiles de una manera más tangible, se aplicó un procedimiento de clasificación fenética debido al carácter de la investigación, donde todos los caracteres utilizados presentan la misma significancia e importancia; en otras palabras, un enfoque empírico. Las bases del fenetismo, se fundamentan en el ámbito de las mediciones, dando lugar a un operacionismo clasificatorio por medio de técnicas numéricas llamadas más comunmente "taxonomía numérica" (De la Sota, 1982,, Para desarrollar las técnicas de la taxonomía numérica se realizan una serie de pasos comunes y elementales. Para el análisis numérico de esta tesis en particular se establecieron los siguientes pasos:

- a) Se eligieron las unidades taxonómicas diagnóstico.
- b) Se eligieron los caracteres: presencia y ausencia de las unidades taxonómicas en los puntos de colecta.
- c) Se construyó una matriz básica de datos: unidades taxonómicas contra puntos de colecta.
- d) Se decidió por un coeficiente de similitud o coeficiente de asociación.
- e) Se construyó una matriz de similitud,

f) Se conformaron los grupos mediante la aplicación de las técnicas de análisis de agrupamiento,

g) Se formularon generalizaciones e interpretaciones de los resultados,

h) Se regresó al inciso c, para su ratificación,

Un ejemplo de esta secuencia se presenta en el Diagrama I de la página siguiente. Por otro lado, la taxonomía numérica ha dado lugar a una gran cantidad de coeficientes de similitud que se pueden dividir en tres grandes grupos: de distancia, de correlación y de asociación.

a) Los coeficientes de distancia se aplican comunmente a aquellas matrices básicas que presentan datos binarios o dicotómicos como presencia o ausencia: (todo o nada), etc., o multiestados o matrices que poseen ambos tipos de datos,

Un coeficiente de distancia común es el llamado "Mean Character Difference" (MCD),

$$MCD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_{ij} - x_{ik}|$$

donde x_{ij} = valor del carácter i en la unidad taxonómica j; x_{ik} = valor del carácter i en la unidad taxonómica k, y n = número de caracteres,

b) Los coeficientes de correlación, cuantifican la similitud midiendo la separación angular formada por las dos líneas que parten del origen de un eje de coordenadas, donde a la vez representan los caracteres 1 y 2 lo cual implica que analiza aquellos datos únicamente binarios. Uno de los más comunes de estos coeficientes es el de Pearson, que fué introducido a la taxonomía numérica por Michener y Sokal (1957):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}}$$

donde \bar{x}_j = media para todos los valores de los estados de las unidades taxonómicas j, \bar{x}_k = media para todos los valores de los estados de las unidades taxonómi-

micas k.

c) Los coeficientes de asociación miden las coincidencias o las diferencias de los caracteres de las unidades taxonómicas. Este tipo de medición solamente se puede realizar por medio de datos binarios (doble estado). Aquí se han propuesto una serie de coeficientes de asociación (Espinoza *et al.*, 1977).

Para el presente trabajo se utilizó un coeficiente de asociación diseñado por el Grupo de Biomatemáticas de la Facultad de Ciencias, UNAM, para el análisis de datos de esta tesis y la de Trejo-Cruz, 1985 en preparación) y previamente presentado en el V Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología (Gómez *et al.*, 1983).

Un ejemplo de cómo se desarrolló la lógica de este coeficiente es el siguiente: Supongamos que se tienen n = objetos o localidades o puntos de colecta y t = unidades taxonómicas o variables o propiedades.

Para este caso, es un ejemplo la tabla primaria de las unidades taxonómicas y de los puntos de colecta de la Figura 8 y el diagrama que se presenta a continuación; en ambas, se trata de tablas básicas de datos en donde X_{nt} corresponde al valor del punto de colecta n para la unidad taxonómica t .

		PUNTOS DE COLECTA							
		1	2	3	4	5	...	n	
UNIDADES TAXONOMICAS	1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	·	·	·	·	X_{n1}
	2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	·	·	·	·	X_{n2}
	3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	·	·	·	·	X_{n3}
	4	·	·	·					·
	5	·	·	·					·
	·	·	·	·					·
	n	X_{n1}	X_{n2}	X_{n3}	·	·	·	·	X_{nt}

En esta matriz básica de datos, X_{nt} corresponde al valor del carácter n (punto de colecta) para la unidad taxonómica t (cf, Figura 8),

Si de la matriz básica de datos (Figura 8), se comparan dos puntos de colecta en cuanto a presencia o ausencia de las unidades taxonómicas (1,0) puede observarse que se tiene cuatro posibilidades:

1,- Ambos puntos de colecta presentan la misma unidad taxonómica (1,1).

2,- Ambos puntos de colecta no presentan en la misma unidad taxonómica (0,0),

3,- El primer punto de colecta si presenta la unidad taxonómica y el segundo no (1,0).

4,- El primer punto de colecta no presenta la unidad taxonómica y el segundo sí (0,1).

Si estas cuatro posibilidades se trasladan a una matriz de 2 x 2, se obtiene una representación así:

		UT _j	
		1	0
UT _k	1	1,1 a	1,0 b
	0	0,1 b	0,0 c

Donde: a) = 1,1: se comparte la misma unidad taxonómica en dos puntos de colecta; b) = 1,0: el primer punto de colecta presenta la unidad taxonómica y el segundo no; c) = 0,1 el primer punto de colecta no presenta la unidad taxonómica y el segundo sí y d) = 0,0: ningún punto de colecta presenta la unidad taxonómica,

<u>PUNTOS DE COLECTA</u>	
518A	30
517A	26 30
517B	24 22 30
542	20 22 18 30
539A	24 24 26 20 30
539B	25 23 23 21 23 30
535A	18 20 20 18 22 19 30
535B	21 21 23 19 23 22 23 30
537A	24 24 24 20 26 23 24 27 30
537B	22 22 24 16 24 21 22 23 24 30
541	17 19 17 17 19 16 17 14 17 15 30
538C	19 19 17 17 19 16 17 14 17 15 24 30
538B	22 24 22 22 22 23 20 21 22 22 17 17 30
538A	16 18 20 18 22 19 22 21 20 22 15 11 18 30
547A	24 26 22 22 24 25 18 23 24 22 19 17 26 18 30
526B	24 26 22 20 24 23 18 21 24 22 21 19 26 16 28 30
515D	23 25 25 19 25 22 23 24 25 27 16 14 23 23 23 30
525	24 26 24 20 24 23 22 23 24 24 19 17 24 20 24 26 27 30
503	23 23 25 17 25 22 21 24 25 27 16 16 23 21 23 25 28 27 30
543E	24 22 22 18 22 23 18 21 24 22 19 17 20 18 22 22 23 22 23 30
518A	
517A	
517B	
542	
539A	
539B	
535A	
535B	
537A	
537B	
541	
538C	
538B	
538A	
547A	
526B	
515D	
525	
513	
543E	
<u>PUNTOS DE COLECTA</u>	

Figura 9 .- Matriz simétrica de correlación entre los puntos de colecta (Datos originales arrojados por la microcomputadora Apple II).

separadas, los agrupa en sucesivos conjuntos (siempre en número menor de n), para llegar finalmente a un solo conjunto que contiene a las "n" unidades.

A pesar de que el análisis de agrupamiento utiliza técnicas más o menos arbitrarias (eurísticas), asocia los grupos por su grado de similitud,

La técnica operativa es la siguiente:

a) Primeramente se examina la matriz de similitud, para ubicar el mayor valor de similitud existente, descartándose lógicamente el valor de la diagonal principal. Se ubica a los dos valores que formarán el denominado núcleo del primer grupo. En algunos casos se puede encontrar más de un valor máximo de similitud, es decir, otro par o pares que presenten igual valor que el anterior; en este caso se construye a ese nivel dos o más grupos separados.

b) Posteriormente se busca el próximo valor de similitud más alto en la matriz. Cuando se inicia a desarrollar el proceso de agrupamiento se pueden formar nuevos grupos, se pueden dar incorporaciones a los grupos ya existentes para formar un grupo mayor y fusionarse con otros grupos.

c) Por último, el proceso se lleva a cabo hasta que todos los grupos estén unidos y en ellos se incluya la totalidad hasta agotar la matriz y así gráficamente las asociaciones que queden, quedarán representadas en el fenograma.

Como una estrategia general, es conveniente utilizar simultáneamente nuevos agrupamientos por diferentes métodos:

a) $S_i(k,l) = \text{máxima}(S_{ik}, S_{il}) = \text{Unión completa};$

b) $S_i(k,l) = \text{mínima}(S_{ik}, S_{il}) = \text{Unión Simple};$

c) $S_i(k,l) = \frac{S_{ik} + S_{il}}{2} = \text{Promedio Simple};$

d) $S_i(k,l) = W_{ik}(S_{ik}) + W_{il}(S_{il}) = \text{Promedio Ponderado};$

Estos cuatro métodos fueron utilizados sobre la matriz de similitud de los puntos de colecta y la matriz de similitud de las unidades taxonómicas, dando como resultados cuatro fenogramas *** que están representados en las Figuras 11, 12, 13 y 14.

En cada uno de los casos de los fenogramas obtenidos, la microcomputadora Apple II, arrojó la escala del nivel de similitud para los diferentes grupos en tal análisis, como se muestran en los resultados (Niveles de Similitud, en el apéndice).

M) Resultados e Interpretaciones.

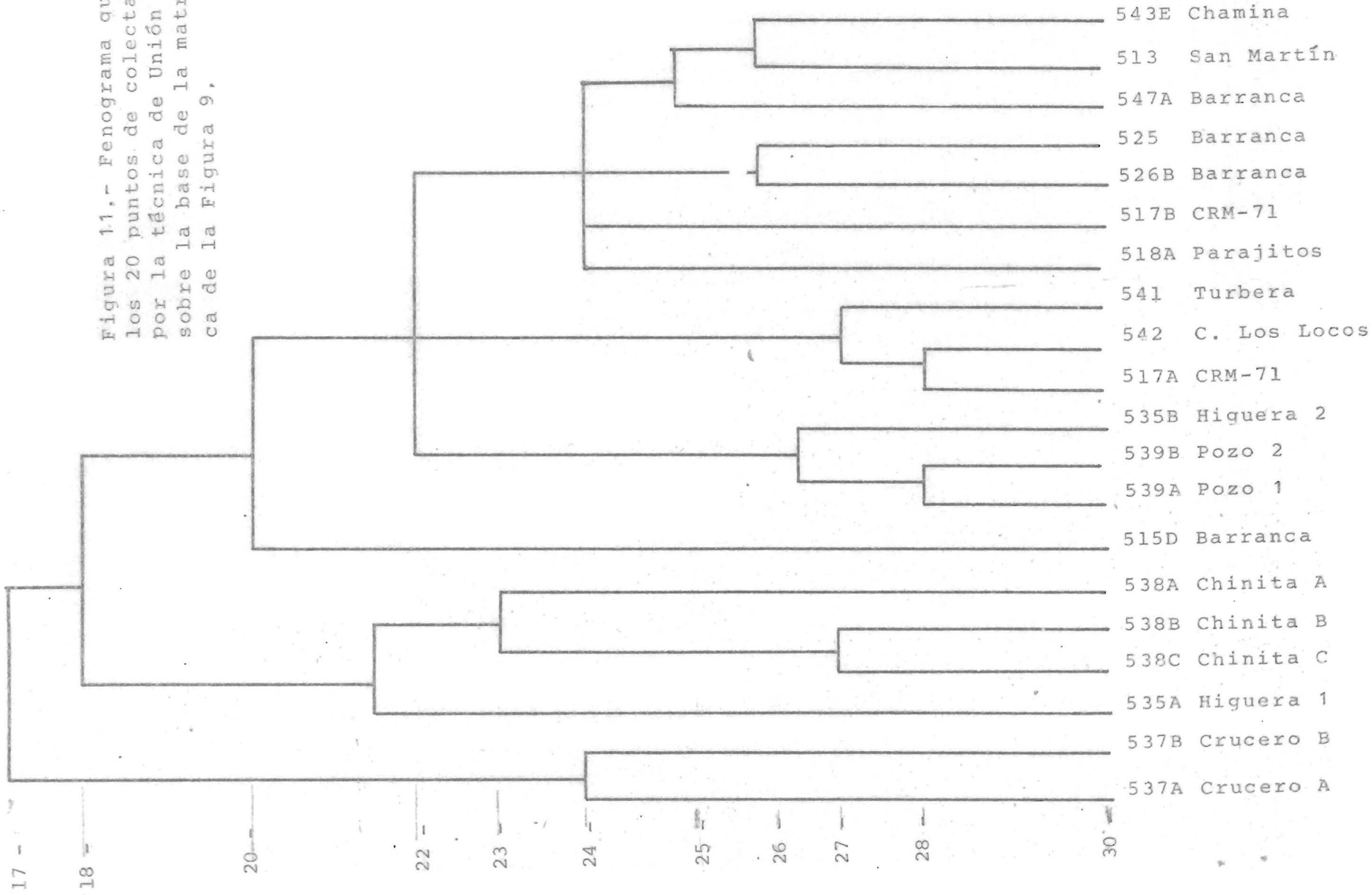
Como se puede observar en la Tabla Básica de Datos (Figura 8), se emplearon 33 unidades taxonómicas en los métodos numéricos y que se enumeran a continuación:

- 1.- Phyllothea sp. A.
- 2.- Equisetites sp
- 3.- Asterotheca santaclarae
- 4.- Pecopteris falcatus
- 5.- Mertensides spp.
- 6.- Cynepteris spp.
- 7.- Phlebopteris smithii
- 8.- P. aff. angustiloba
- 9.- Cladophlebis mexicana
- 10.- ¿Cladophlebis? spp.
- 11.- Scoresbya spp.
- 12.- Alethopteris whitneyi A.
- 13.- A. whitneyi B.
- 14.- A. whitneyi C.
- 15.- Taeniopteris glossopteroides
- 16.- Macrotaeniopteris sp. A.

*** El término dendrograma incluye a los fenogramas y a los cladogramas. Los fenogramas representan relaciones fenéticas y en el caso de los cladogramas las conexiones representan relaciones filogenéticas (Wiley, 1981).

En este caso únicamente se trabaja con relaciones de tipo fenético.

Figura 11.- Fenograma que presenta los 20 puntos de colecta constuído por la técnica de Unión Completa sobre la base de la matriz simétrica de la Figura 9.



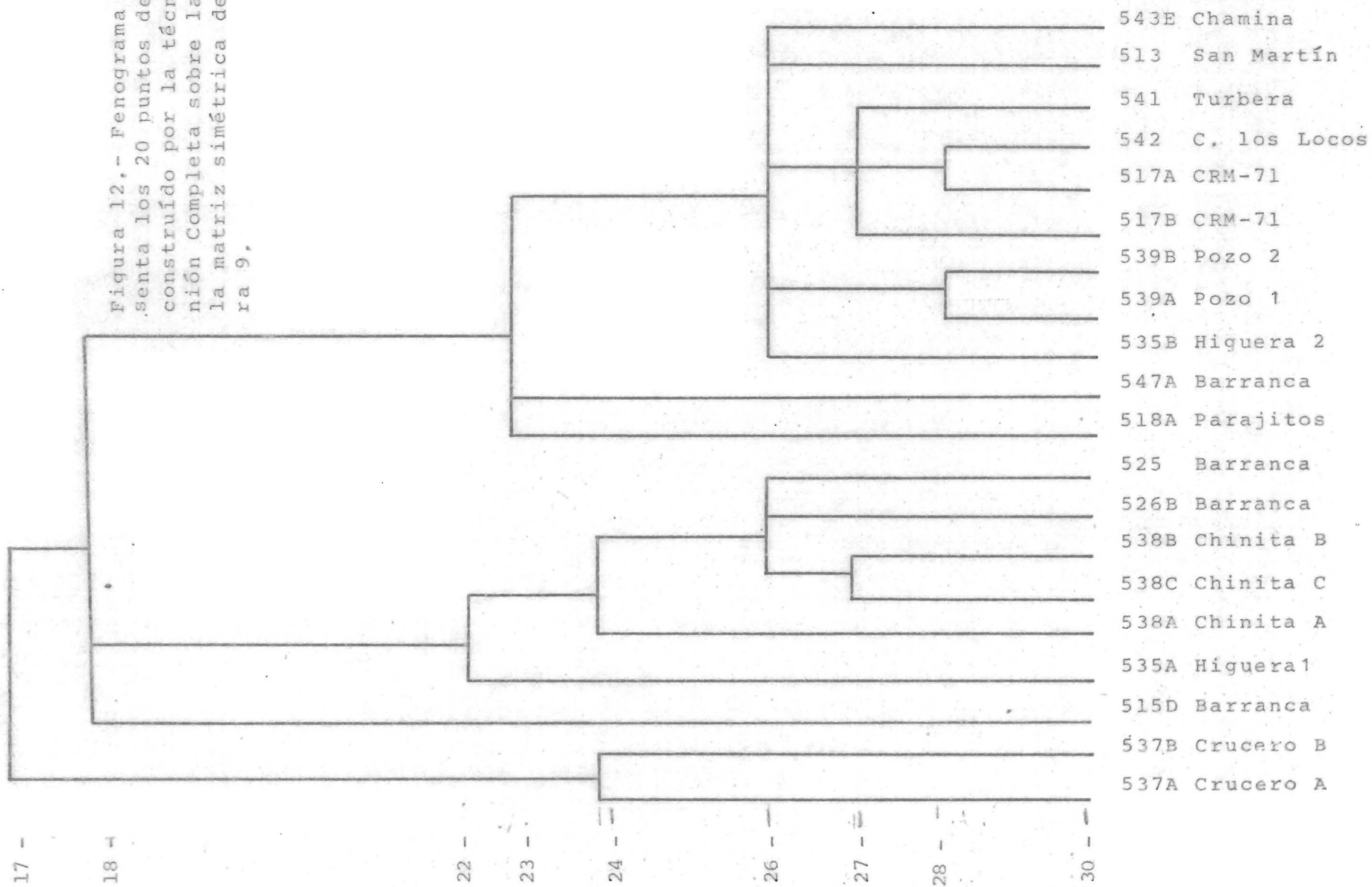


Figura 12.- Fenograma que presenta los 20 puntos de colecta construido por la técnica de Unión Completa sobre la base de la matriz simétrica de la Figura 9.

17 -

18 -

22 -

23 -

24 -

26 -

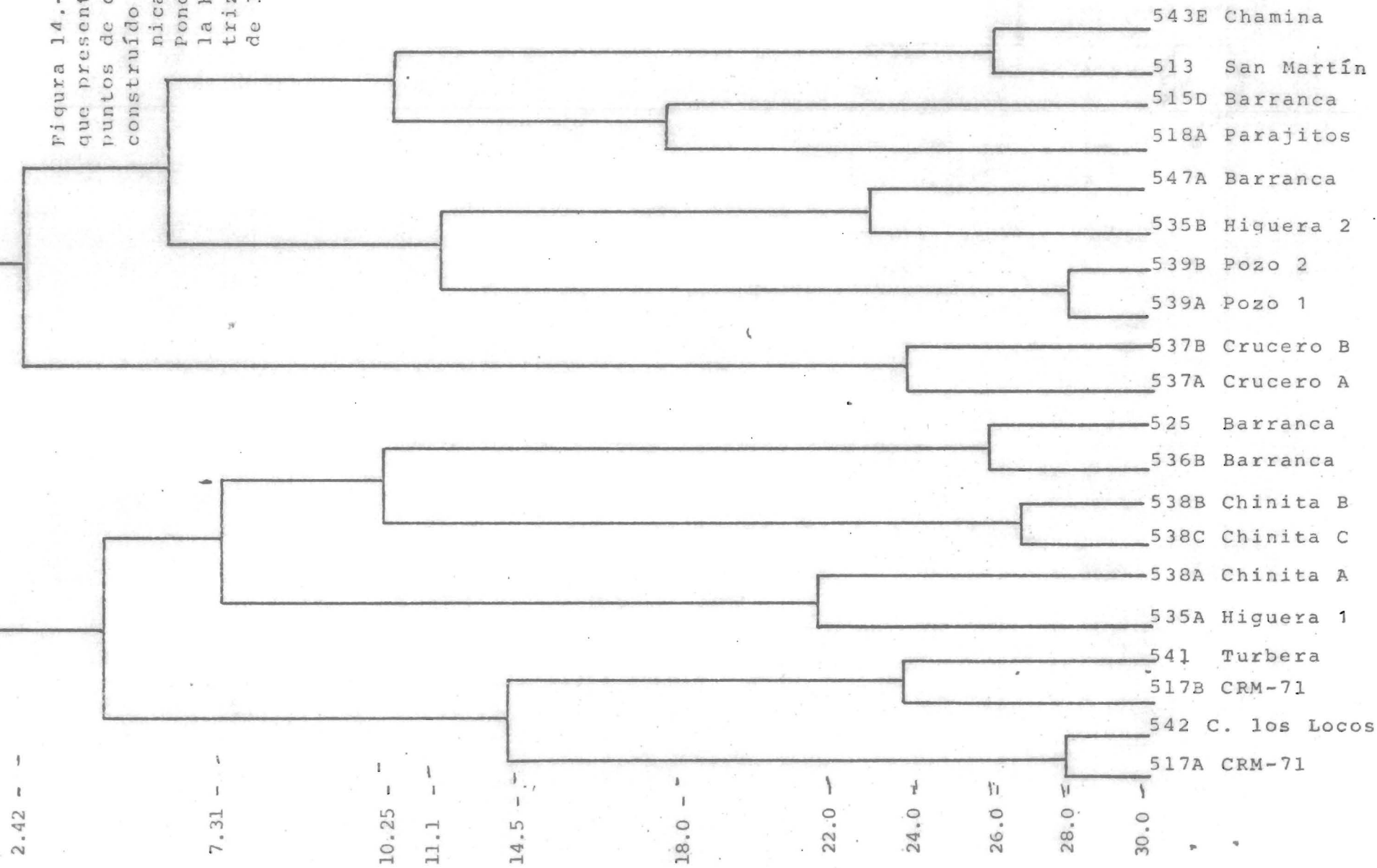
27 -

28 -

30 -

- 543E Chamina
- 513 San Martín
- 541 Turbera
- 542 C. los Locos
- 517A CRM-71
- 517B CRM-71
- 539B Pozo 2
- 539A Pozo 1
- 535B Higuera 2
- 547A Barranca
- 518A Parajitos
- 525 Barranca
- 526B Barranca
- 538B Chinita B
- 538C Chinita C
- 538A Chinita A
- 535A Higuera 1
- 515D Barranca
- 537B Crucero B
- 537A Crucero A

Figura 14.- Fenograma que presenta los 20 puntos de colecta construído con la técnica de Promedio Ponderado, sobre la base de la matriz simétrica de la Figura 9.



- 17.- Taeniopteris elegans
- 18.- Ctenophyllum cf. braunianum
- 19.- ¿Pterophyllum? sp. A.
- 20.- Pterophyllum robustum.
- 21.- Zamites aff. powelli
- 22.- Z. sp. A.
- 23.- Z. fragilis
- 24.- Z. aff. macombii
- 25.- Z. ex gr. fragilis
- 26.- Z. cf. truncatus
- 27.- Macropterygium spp.
- 28.- Elatocladus sp. B
- 29.- Elatocladus carolinensis
- 30.- E. ex gr. carolinensis
- 31.- Desmiophyllum sp. A.
- 32.- D. poleoensis
- 33.- ¿Noeggerathiopsis? sp.

Como se mencionó anteriormente, esta lista es producto de una selección en donde se eliminaron algunas unidades taxonómicas basadas en órganos reproductores u órganos accesorios, los cuales posiblemente pertenecen a una de las plantas naturales representadas ya por sus órganos foliares (hojas o pinas, según sea el caso). También se eliminaron las unidades taxonómicas colectadas en un punto solamente, pues no se presentan como elementos para comparar con otros puntos.

Los fenogramas de los puntos de colecta resultantes de "Unión Simple", "Unión Completa", "Promedio Simple" y "Promedio Ponderado", muestran agrupaciones muy semejantes, lo cual nos hace pensar en la validez del método empleado (Espinoza et al., 1977).

En estos agrupamientos se entreve inmediatamente que los puntos de colecta 515D y 518 no se agrupan en los respectivos fenogramas (Figuras 11, 12, 13 y 14) mientras que un subgrupo bien diferenciado está constituido por las localidades 541, 542, 517A y 517B y por otro lado, los puntos 543E, 513, 535B, 539A y 539B forman otro grupo. Estos mismos fenogramas muestran otro subgrupo de puntos de colecta, los cuales no presentan asociación con los ya mencionados y son los puntos 538A, 538B, 538C y 535A.

En las figuras 15 y 16, se presentan agrupamientos de las unidades taxonómicas (unión simple, unión completa). Existe un subconjunto muy significativo de tres unidades taxonómicas con una frecuencia muy similar entre sí, estas son: Elatocladus carolinensis con un 70% de frecuencia, Asterotheca santaclarae con un 55% de frecuencia y ¿Pterophyllum? sp. A con un 55% de frecuencia. Ellos forman el grupo más definido. Otro subconjunto de unidades taxonómicas que también presenta clara definición a pesar de su menor dominancia por tener menor frecuencia está compuesto por Elatocladus ex gr. carolinensis con un 35% de frecuencia, Macropterygium con un 25% y Zamites aff. macombii con un 30% de frecuencia.

Por otro lado, existen tres unidades taxonómicas que no presentan asociación definida, a pesar de su frecuencia alta o similar a las anteriores: Macrotaeniopteris sp. A, con un 95% de frecuencia, Mertensides spp., con un 45% y Zamites cf. truncatus con un 25%.

Si los grupos de las unidades taxonómicas y los grupos de los puntos de colecta se plasman en matrices (Figuras 17 y 18), con el mismo orden en que aparecen en los fenogramas respectivos, se podrán notar claramente los subgrupos de las unidades taxonómicas mencionadas en ciertas localidades. Ahí se observa la constante relación entre Asterotheca santaclarae, ¿Pterophyllum? sp. A y Elatocladus carolinensis. Esto es, en las localidades donde se representan se presentan las otras. La relación más estrecha se da entre Asterotheca santaclarae y ¿Pterophyllum? sp. A.

Muy notable es que los puntos de colecta que carecen de los dos subconjuntos mencionados sí presentan a Mertensides spp. Esto deja entrever que Mertensides spp., es un grupo algo solitario con respecto a los otros dos grupos. Otro aspecto característico de los puntos de colecta con Mertensides spp., es su poca diversidad de especies. Ejemplo de ello,

Figura 15.- Fenograma que presenta las 33 unidades taxonómicas y está construido por la técnica de Unión Simple, sobre la base de la matriz simétrica de la Figura 10.

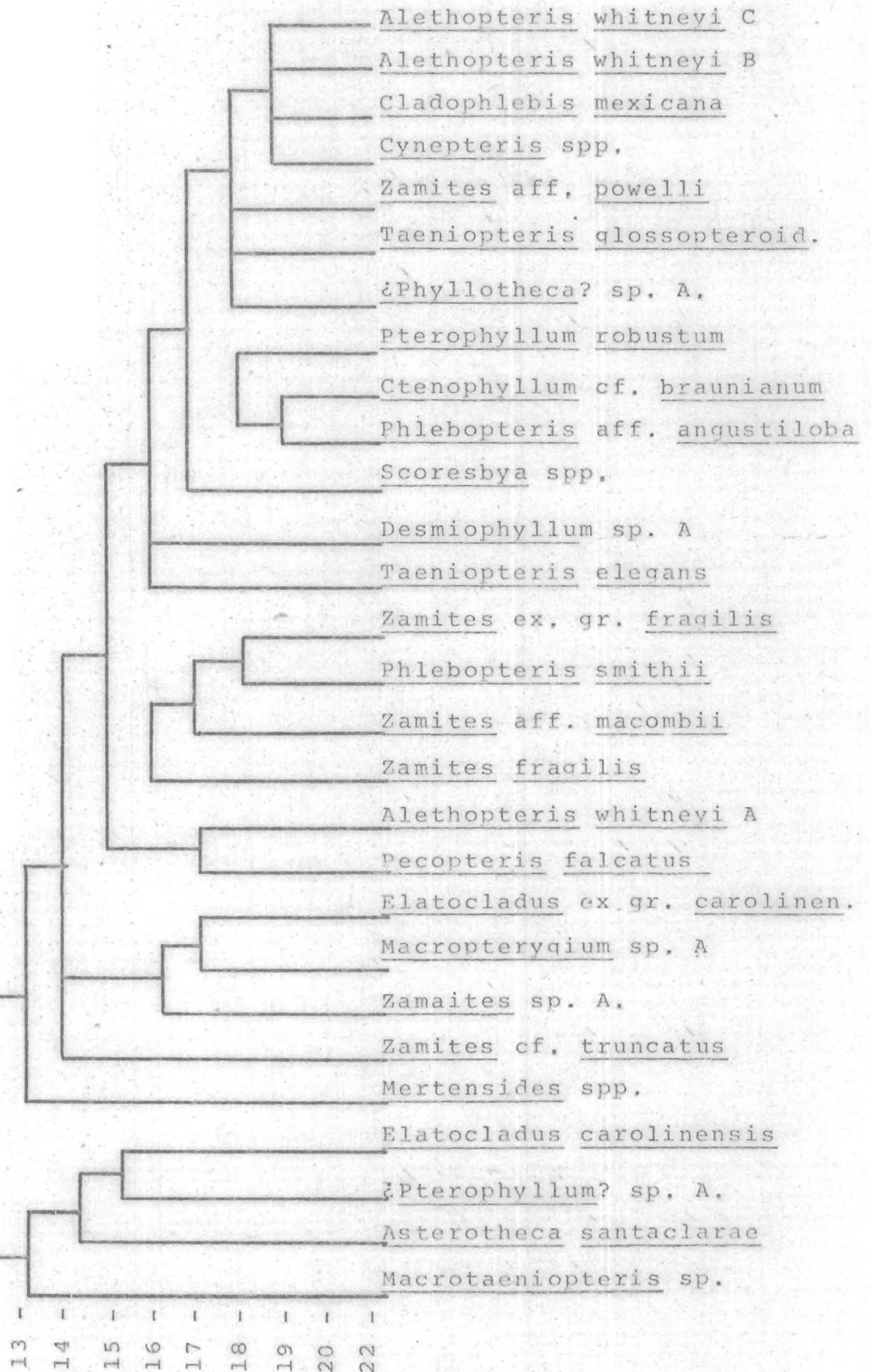
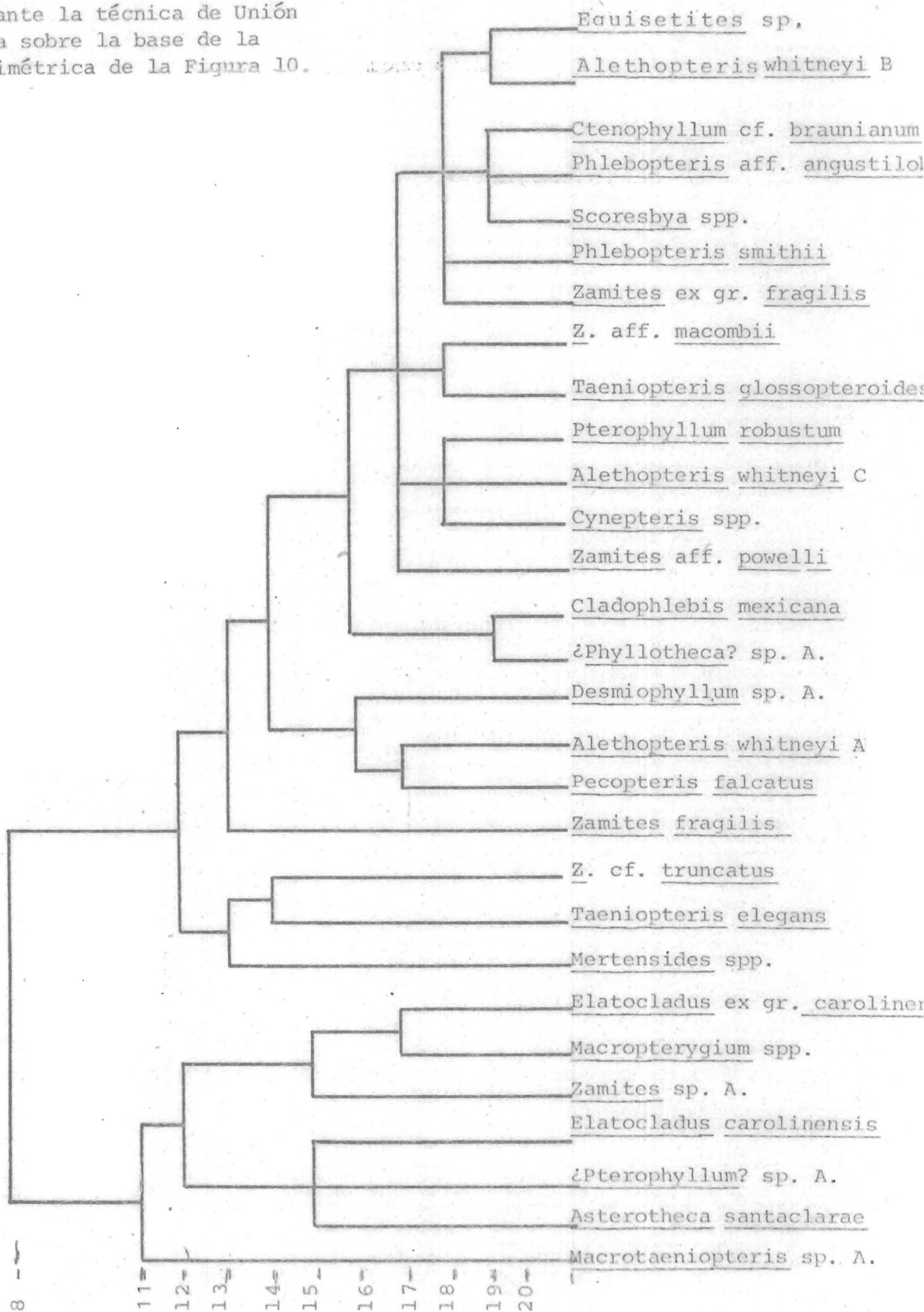


Figura 16.- Fenograma que presenta las 33 unidades taxonómicas agrupadas mediante la técnica de Unión Completa sobre la base de la Matriz Simétrica de la Figura 10.



es el subconjunto de los puntos de colecta 517A, 517B, 541 y 542 que se muestran en los fenogramas de las figuras 11, 12, 13 y 14.

Ante los presentes resultados y la información geológica existente, es indudable que cuando se sedimentaron las rocas de lo que ahora llamamos Formación Santa Clara, existió una variedad de ambientes, donde una de las unidades taxonómicas (Macrotaeniopteris sp. A), poblaba de una manera amplia los distintos lugares de depósito.

La gran diversidad de todas las plantas fósiles colectadas en la última década, los moluscos enumerados anteriormente en el capítulo de geología general, los paleocanales detectados por Potter y colaboradores (1980), el carbón y el grafito estudiados por Wilson y Rocha (1946), llevan a pensar en una gran diversidad de ambientes de depósito; tales como aluviales, lacustres, lagunares, pantanosos (y de playa), donde todo este conjunto de medios muy bien puede corresponder de una manera general a un régimen deltáico (Krumbein y Sloss, 1969; Pettijohn, 1975).

Las tafocenosis de las plantas colectadas en los estratos carbonosos dejan entrever que el medio de depósito presentaba características de pantano. Esto es, cuerpos de agua estancada poco profunda o baja, en depresiones interfluviales; y ciénegas formadas por los brazos muertos de los ríos o meandros, con corrientes de poca energía hidráulica.

Los materiales del medio deslavado hacia los pantanos y las depresiones interfluviales eran básicamente arcilla, limo, lodo o arena fina, además de sales disueltas y gases que se desarrollaban en condiciones anaeróbicas en el agua. El tamaño de los fragmentos vegetales que se preservaron y luego se fosilizaron se encuentra en estrecha relación con la distancia de su origen. El lugar en que se fosilizaron también está condicionado

por el movimiento del agua o la energía de corriente. Si el transporte fuera muy largo y la corriente intensa, los fragmentos vegetales serían cada vez más pequeños, mientras que por el contrario, si no fueran transportados (sepultados in situ), obviamente, los fragmentos serían mayores (Archangelsky, 1970; Krasilov, 1975). Las plantas fósiles colectadas en las localidades seleccionadas para este trabajo presentan un gran tamaño comparado con las demás localidades (puntos de colecta).

N) Discusión

Como se mencionó anteriormente, si uno de los objetivos principales de esta investigación es analizar con detalle los grupos recurrentes en el supuesto de que reflejen de alguna manera el mosaico de la vegetación que florecía en aquella época; si además, los sociólogos vegetales (Whittaker, 1978; Kershaw, 1973), señalan claramente que la vegetación es un indicador sutil y preciso del ambiente físico, que la distribución de las plantas está determinada por el ambiente en que se refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad del agua y de los nutrientes, entonces, la reconstrucción de la vegetación del pasado mediante formas fósiles permite y condiciona la reconstrucción del medio ambiente, desde luego con las limitaciones que impone el hecho de que se trate de restos de comunidades vegetales fosilizadas.

De acuerdo con los resultados del análisis numérico, Mertensides spp., no se asocia con algún grupo del conjunto de plantas que caracterizan el "medio carbonoso". Además, casi todos los estratos en que se encuentra presente, contienen una gran cantidad de materia orgánica dispersa que le da un color negro a la roca. Tomando en cuenta así mismo que este taxón fué localizado por Stur (1888) en el esquisto bituminoso de Lunz, Austria (Oligocarpia robustior, Oligocarpia lunzensis) y también por los mismos tiempos Fontaine, (1883), describió Mertensides bullatus de la cuenca carbonífera de Richmond, Virginia, USA, resulta llamativo que

este género está ligado a un conjunto de puntos de colecta de la Formación Santa Clara con rocas aún más carbonosas que los demás taxa antes asignados al medio "carbonoso".

Previamente se estableció que en las regiones turbosas que dieron origen al carbón existía un determinado grupo ecológico de plantas (Weber et al., 1980-1982b). Con los resultados de este trabajo, dicho grupo se diferenciaba en subgrupos, cada uno con una cierta dominancia ecológica.

Mertensides spp., de acuerdo con lo anterior, se define como unidad taxonómica con un habitat propio estrictamente palustre. El grupo de Asterotheca santaclarae, Elatocladus carolinensis y ¿Pterophyllum? sp. A., seguramente pertenecía a una vegetación que se desarrollaba en las planicies de inundación formadas por llanuras aluviales amplias, donde los factores biológicos formaban una parte importante en la depositación del sedimento.

Por último, el grupo formado por Zamites aff. macombii, Macropterygium sp. y Elatocladus ex gr. carolinensis, pudo bien distribuirse en ambientes de depósito con características propias de llanuras aluviales con corrientes tenues que dominaban una área apreciable, la cual también formaba islotes rodeados de aguas pantanosas.

Una representación idealizada de la distribución de esos grupos en el gradiente de depósito sedimentológico es la que se observa en la Figura 19.

Mayor detalle muestra la Figura 20, donde también se han representado los grupos recurrentes, según su presencia de frecuencia de aparición. En la misma Figura 20, analizando la frecuencia de aparición de las especies de los grupos que se han definido, se ve corroborada la independencia de Mertensides spp., por un lado, formando un grupo independiente y los otros dos grupos de asociaciones de plantas por el otro, (Grupos 2 y 3 de la Figura 19).

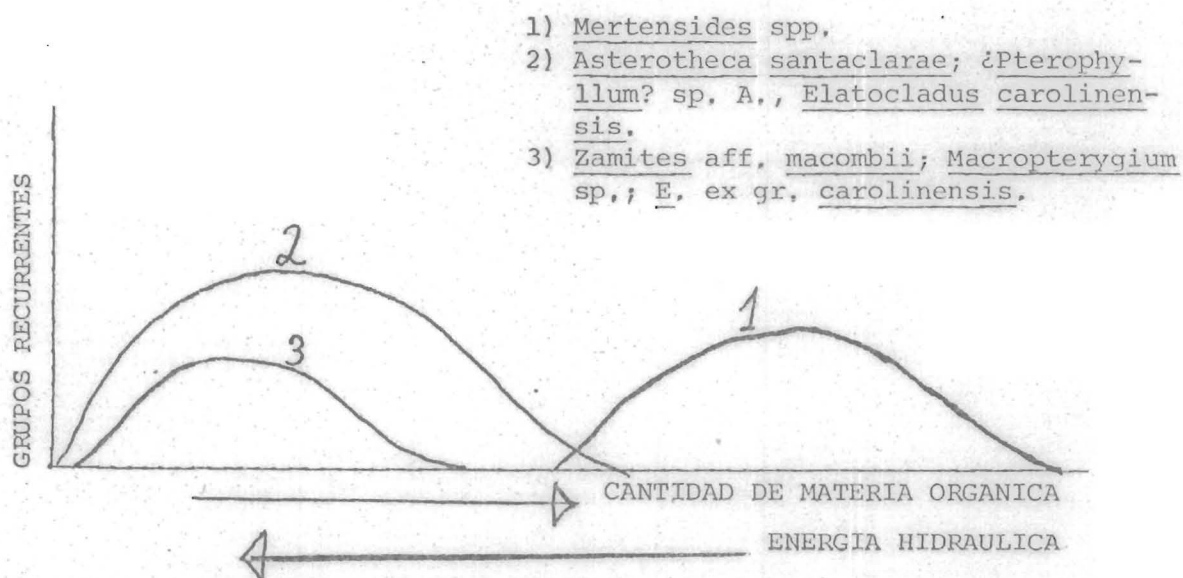


Figura 19.- Gradiente sedimentológico de los "Grupos Recurrentes" detectados en medios pantanosos.

Otra observación colateral que se desprende de los resultados de la Figura 20, es que Elatocladus carolinensis es buena especie indicadora de estratos asociados con carbón, ya que es de las abundantes en los estratos con esas características. De aquí se deduce la posible vegetación que predominó en las planicies de inundación, en donde, el estrato más alto era dominado en aquella época por aquellas coníferas de profusas ramas y de hojas aciculares; el estrato medio en este mismo ambiente, posiblemente fué formado por las cícadas que no incluían especies dominantes, tales como Elatocladus y Asterotheca; esta última indudablemente se desarrollaba bajo las sombras de Elatocladus carolinensis y ¿Pterophyllum? sp. A., en las superficies interfluviales pantanosas, ocupando los estratos desde el herbáceo hasta el arbustivo.

Existen tres especies que forman el otro grupo recurrente, el cual se encuentra inmerso en el grupo de Asterotheca, ¿Pterophyllum? sp. A, y Elatocladus carolinensis, haciendonos pensar que se desarrollaba en las mismas planicies de inundación en un subambiente caracterizado por un factor diferente, quizá, corrientes tenues, las cuales permitieron una mayor oxidación al medio, o, lo que permitió que se desarrollase una vegetación más diversa. Según Pianka (1982), la diversidad de especies está básicamente en función de una mayor gama de recursos disponibles; las especies presentan un nicho más pequeño, un mayor solapamiento de nichos. Si es así, seguramente estos factores también entraron en juego para determinar la riqueza de las especies en las planicies de inundación del Cárnico de lo que hoy es Sonora.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Aguilera, J.G. & E. Ordoñez. 1896. Bosquejo Geológico de México. Inst. Geol. de Mex. Bol. 4-6. 270 p.
- Alencáster, G. 1961a. Paleontología del Triásico Superior de Sonora: Parte I: Estratigrafía del Triásico Superior de la parte central del Estado de Sonora. Univ. Nal. Autón. Mex. Inst. Geol. Paleontol. Mexicana 11:1-18.
- - 1961b. Paleontología del Triásico Superior de la parte central del Estado de Sonora. Parte II. Univ. Nal. Autón de Mex. Inst. Geol. Paleontol. Mexicana 11:1-43
- Amozurrutia, F. 1985. La tafoflora de la Formación Santa Clara (Sonora) y la Fitogeografía del Cárnico (Triásico Superior). Tesis Profesional en Biología. Fac. de Ciencias. UNAM. (en preparación).
- Archangelsky, S. 1970. Fundamentos de Paleobotánica. Univ. de la Plata, Buenos Aires, Argentina. 347 p.
- Ash, S. R. 1981. Upper Triassic Floral Zones of North America. In: Biostratigraphy of fossils plants. Ed. Dowden, Hutchinson & Ross. Stroudsburg, Pennsylvania. 153-167 p.
- Avila de Santiago, G. 1960. Geología de los depósitos de antracita de la Sierra de San Javier y Santa Clara, Municipio de San Javier, Sonora. Tesis Profesional. Fac. de Ingeniería Geológica. UNAM, Mex. 35 p.
- Bello-Barradas, A. 1960. Geología de los yacimientos de antracita de San Marcial, Municipio de San Marcial, Sonora. Tesis profesional. Fac. de Ing. Geológica. UNAM, México, 40 p.
- Biología de Campo. 1979a. Paleobotánica del Triásico Tardío de la región de Hermosillo/Tónichi, Estado de Sonora, Parte I. Fac. de Ciencias, UNAM, (informe inédito), 30 p.
- - 1979b. Paleobotánica del Triásico Tardío de la región de Hermosillo/Tónichi, Estado de Sonora, Parte II. Fac. de Ciencias UNAM, México. (informe inédito) 87 p.
- Colinveaux, P. 1980. Introducción a la Ecología. Ed. Lymusa, México. 639 p.
- Cornet, B. 1977. The palynostratigraphy and age of the Newark Supergroup. The Pennsylvania State University, The Graduate School Department of Geosciences. A Thesis in Geology. (inédito). 505 p.

- De la Sota, E. R. 1982. La Taxonomía y la Revolución de las Ciencias Biológicas. Ed. Sría. Gral. de la OEA, Washington, Serie Biología, Monografía 3. 90 p.
- Dumble, E. T. 1900a. Notes on the Geology of Sonora, Mexico. Trans. Amer. Inst. Mining Eng. 29:122-152.
- - 1900b. Natural coke of the Santa Clara Coal-Field, Sonora, Mexico. Trans. Amer. Inst. Mining Eng. 29: 546-549.
- - 1900c. Triassic Coal and Coke of Sonora, Mexico. Bull. Geol. Soc. Amer. Rochester 11:10-14.
- - 1910. No visto, citado en Wilson y Rocha, 1946.
- Espinoza, G & A. López. 1977. Introducción a los métodos jerárquicos de análisis de cúmulos. IMAS, UNAM. Comun. Tec. Ser. Verde 1(9):1-78.
- Flores, T. 1929. Reconocimiento geológico de la región central del Estado de Sonora. Ist. Geol. de Méx. Bol. 49:
- Fontaine, W. M. 1883. Contributions to the knowledge of the Older Mesozoic Flora of Virginia. U.S. Geol. Surv. Monogr. 6:1-144.
- Gómez, G., P. Miramontes, Torres-Romo, A. & Trejo-Cruz, R. 1983. Los métodos numéricos en la paleoecología de la taoflora de Santa Clara (Triásico de Sonora) In: Resúmenes. V Coloquio sobre Paleobotánica y Palinología, ENCB, IPN e INIREB. México.
- Humphreys, E. W. 1916. Triassic plants from Sonora, Mexico, including a Neocalamites not previously reported from North America. Mem. N. Y. Bot. Garden 6:75-78.
- Islas-López, J., A. Bárcenas & O. Saitz-Sau. 1979. Informe de exploración por reservas de carbón de las áreas de San Enrique y San Marcial, Sonora. Programa Nacional de Exploraciones por Reservas de Carbón. Cons. Rec. Min. Informe interno (inédito). 62 p.
- King, R. E. 1939. Geological reconnaissance in northern Sierra Madre Occidental of Mexico. Geol. Soc. of Amer. Bull. 50:1625-1722.
- Krasilov, V.A. 1975. Palaeoecology of terrestrial plants. Ed. Wiley and Sons, New York, 283 p.
- Krumbein, W. C. & L. L. Sloss, 1969, Estratigrafía y Sedimentación, Ed. UTHEA, México, 779 p.
- Maldonado-Koerdell, M. 1950. Los estudios paleobotánicos en México con un catálogo de sus plantas fósiles. Univ. Nal. Autón. de México. Bol. 55: 1-72
- Matteucchi, S. D. & A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Ed. Sría Gral de la OEA. Washington. Serie Biología. Monografía 22. 168 p.
- Michener, C. D. & R. R. Sokal. 1957. A Quantitative approach to a problem in classification. Evolution 11:1-130.
- Newberry, J. S. 1876. Descriptions of the carboniferous and triassic fossils collected on the San Juan exploring expedition under C. Macomb. U.S. Engineers Rep. Exp. Santa Fe-Mex. to junction Grand River in 1856. Washington D. C., U. S. Army Eng. Dept. Geol. Rept. 137-148 p
- Pgsquera, V. R. & C. M Carbonell. 1960. Geología y exploración de los depósitos de carbón de la región de San Marcial, Estado de Sonora. Com. Dir. Inv. Rec. Min. Mexico. Bol. 59:
- Pettijohn, E. J. 1975. Sedimentary rocks. Harper and Row Pub., New York. 628 p.
- Pianka, E. R. 1982. Ecología Evolutiva. Ed. Omega. Barcelona. 365 p.
- Potter, E. et al., 1980. Sección tipo de la Formación Barranca. Informe para la Dir. Gral. de Ing. Geol. y Energ. del Edo. de Sonora, Mex. (inédito).
- Rangin, C. 1974. Reconocimiento estructural de Sonora centro-oriental en relación con los yacimientos de carbón, México, D. F. Cons. Rec. Min. No. Ren. (informe inédito).
- Rémond de Corinbeau, A. 1866. Notice of geological exploration in Northern Mexico. Prof. Calif. Acad. Sci. 1(3):250-251.
- También en: Amer. Jour. Sci. Arts. (2)XLII:261-264.
- Silva-Pineda, A. 1961. Paleontología del Triásico Superior de Sonora. Parte II. Flora Fósil de la Formación Santa Clara (Cárnico) del

- Estado de Sonora, Univ. Nal. Autón. de Mex. Inst. Geol. Paleontol. Mexicana: 1-36.
- Sneath, P. A. H. 1978. Classification of microorganisms. In: Essays in microbiology. (ed) Norris, J. R. & M. A. Richmond, Wiley and Sons, New York. capítulo 9(1).
- Sokal, R. P. & P. H. Sneath. 1963. Principles of numerical taxonomy. Freeman, San Francisco, California 359 p.
- Stur, D. 1888. Die Lunzer (Lettenkohlen) Flora in den "Older Mesozoic beds of the Coal-Field of Eastern Virginia" Veth. K.K. Geol. Reichsanst. 10: 203-217.
- Torres-Romo, A. & R. Weber, 1983. Tafocenosis en la zona de los Pilares (San Enrique) de la Formación Santa Clara (Triásico-Tardío) del Estado de Sonora. In: Resúmenes, V Coloquio sobre paleobotánica y Palinología. ENCB del IPN e INIREB, México.
- Trejo-Cruz, I. R. 1985. Análisis numérico de la Ecología Vegetal de la Formación Santa Clara (Cárnico, Sonora); una consideración metodológica, Tesis Profesional en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, (en preparación).
- Weber, R., I. R. Trejo-Cruz, Torres-Romo, A. & A. García Padilla. 1980b (1982). Hipótesis de trabajo acerca de la paleoecología de comunidades de la Tafoflora Santa Clara del Triásico Tardío de Sonora. Univ. Nal. Autón. Mex. Inst. Geología. Rev. 4: 138-154.
- Weber, R., A. Zambrano-García & F. Amozurrutia. 1980a (1982). Nuevas contribuciones al conocimiento de la Tafoflora de la Formación Santa Clara (Triásico Tardío) de Sonora. op. cit. 4: 125-137.
- Wiley, E. O. 1981. Phylogenetics. the theory and the practice of phylogenetic systematics. Wiley and Sons. N. Y. 439 p.
- Wilson, I. F. & V. S. Rocha. 1946. Los yacimientos de carbón de la región de Santa Clara, Municipio de San Javier, Edo. de Son. Com. Dir. Inv. Rec. Min. de Méx. Bol. 9: 1-108
- Whittaker, R. 1978. Ordination of plant communities. La Haya, Junk. 7-50 p.

VI. RECONOCIMIENTOS

Es necesario resaltar que la presente tesis desde un principio y en varios aspectos se desarrolló como parte integral de un proyecto de investigación sobre la Tafoflora Santa Clara, en el cual de manera conjunta, a veces formando equipos y a veces de manera individual, colaboraron muchas personas y algunas instituciones, cada una con su particular interés y compromiso.

Cabe destacar la participación de las instituciones como el Instituto de Geología y la Facultad de Ciencias de la UNAM, URAMEX, el Consejo de Recursos Minerales, la Dirección General de Minería, Geología y Energéticos del Estado de Sonora y la Comisión de Electricidad.

Una de las actividades que es necesario destacar como tarea de equipo es la serie de colectas realizadas en Sonora. Aquí, un gran número de personas principalmente estudiantes de la Facultad de Ciencias de la UNAM ayudaron de una manera importante. Un aspecto más de trabajo colectivo fué la obtención de un archivo detallado de datos con información sobre las unidades taxonómicas presentes en cada ejemplar fósil. Todo este trabajo tuvo lugar en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM, en donde se ordenó y etiquetó el material de la Formación Santa Clara. De esto se ocupó principalmente el equipo de paleobotánica conformado al interior del Instituto de Geología (Amozurrutia, Torres, Trejo, Zambrano y Weber), para el proyecto sobre la Tafoflora Santa Clara.

Un último aspecto que jugó tanta importancia como los anteriores, fué la discusión constante y el estudio sistemático para realizar el análisis de los datos obtenidos en el laboratorio (Museo). Aquí, cabe destacar la intervención directa del grupo de Biomatemáticas de la Facultad de Ciencias de la UNAM, donde además se dió a la tarea de procesar los datos en

los sistemas de cómputo. Ante lo mencionado anteriormente, cabe señalar que sin la ayuda de estas instituciones y la participación de sus constituyentes este trabajo hubiese sido imposible de realizarse.

Por tal motivo es necesario reconocer de manera individual la contribución de Reinhard Weber quien dirigió y revisó esta tesis, además siempre trabajó conjuntamente en el laboratorio y se responsabilizó de la identificación de las formas fósiles registradas para la Formación. Por otra parte, cabe destacar a los integrantes del seminario de Biomatemáticas: Guillermo Gómez, Pedro Miramontes, Faustino Sánchez y Alberto Aldama, por su contribución en el área de los análisis matemáticos y su disposición para realizar el procesamiento de datos en el sistema de cómputo de la Facultad de Ciencias. También se debe reconocimiento a Rosa María Ramírez, perforista que elaboró el archivo de tarjetas de cómputo.

También es necesario destacar la colaboración de los geólogos residentes en Hermosillo, Sonora, Oscar Saitz, Eduardo Cossío, Jaime Roldán, Octavio Solano, los cuales guiaron algunos caminamientos, levantaron algunas secciones geológicas y ubicaron algunos puntos de colecta de manera geológica.

Cabe reconocer la participación de mi padre Fernando Torres y la participación del estudiante y amigo Pedro Díaz, los cuales ayudaron fuertemente a extraer el material de plantas fósiles en la última fase de colecta, la que se verá es decisiva para este trabajo.

De ninguna manera se puede dejar de reconocer la participación de Flor Amozurrutia y de Ricardo Trejo-Cruz por sus constantes críticas, revisiones y sugerencias a todo lo largo de este trabajo de tesis, desde el primer día en el campo, durante todo su desarrollo y hasta su presentación final, y en particular se agradece a los sinodales que se dieron a la tarea de revisar esta tesis.

VII, APENDICE

0) Datos de los Resultados

Datos arrojados por la microcomputadora Apple II para la realización de los fenogramas que presentan la agrupación o disociación de los puntos de colecta.

Análisis de Cúmulos

- 0) Promedio Simple
- 1) Promedio Ponderado
- 2) Unión Simple
- 3) Unión Completa
- 4) Salir del Programa

¿Cuál opción quieres? 0

Ciclo de Agrupación 1
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 28
Grupos: 15 y 16.

Ciclo de Agrupación 2
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 28
Grupos: 17 y 19

Ciclo de Agrupación 3
Número de Grupos, 2
Nivel de Similaridad 27
Grupos: 8 y 9

Ciclo de Agrupación 4
Número de Grupos 3
Nivel de Similaridad 27
Grupos: 10,17 y 19

Ciclo de Agrupación 5
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 26
Grupos: 1 y 2

Ciclo de Agrupación 6
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 26
Grupos:

Ciclo de Agrupación 7
Número de Grupos 3
Nivel de Similaridad 26
Grupos: 13, 15 y 16

Ciclo de Agrupación 8

Número de Grupos 4
Nivel de Similaridad 25.5
Grupos: 10, 19, 17 y 18.

Ciclo de Agrupación 9
Número de Grupos 6
Nivel de Similaridad 24.25
Grupos: 3,5,10,17,19 y 18.

Ciclo de Agrupación 10
Número de Grupos 3
Nivel de Similaridad 24
Grupos: 1,2 y 6.

Ciclo de Agrupación 11
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 24
Grupos: 11 y 12

Ciclo de Agrupación 12
Número de Grupos 8
Nivel de Similaridad 23.875
Grupos: 3,5,10,17,19,18,8 y 9

Ciclo de Agrupación 13
Número de Grupos 6
Nivel de Similaridad 23.75
Grupos: 1,2,6,13,15 y 16.

Ciclo de Agrupación 14
Número de Grupos 14
Nivel de Similaridad 22.734
Grupos: 1,2,6,13,15,16,3,5,10,17,19,18
8 y 9.

Ciclo de Agrupación 15
Número de Grupos 15
Nivel de Similaridad 22.1562
Grupos: 1,2,6,13,15,16,3,5,10,17,19,
18, 8,9 y 20.

Ciclo de Agrupación 16
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 22
Grupos: 7,14

Ciclo de Agrupación 17
Número de Grupos 16
Nivel de Similaridad 19.093
Grupos: 1,2,6,12,15,16,3, 5,10,17,19,18
8,9,20 y

Ciclo de Agrupación 18

Número de Grupos 18
Nivel de Similaridad 18,5
Grupos: 1,2,6,13,15,16,3,5,10,17,19,18,
8, 9, 20, 4,7 y 14.

Ciclo de Agrupación 19
Número de Grupos 20
Nivel de Similaridad 16.126
Grupos: 1,2,6,13,15,16,3,5,10,17,19,18,
8,9,20,4,7,14,11 y 12.

- ¿Cuál opción quieres? 1

Ciclo de Agrupación: 1
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 28
Grupos 15 y 16.

Ciclo de Agrupación 2
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 28
Grupos: 17 y 19

Ciclo de Agrupación 3
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 27
Grupos 8 y 9

Ciclo de Agrupación 4
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 26
Grupos 1 y 2

Ciclo de Agrupación 5
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 26
Grupos 3 y 5

Ciclo de Agrupación 6
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 24
Grupos 10 y 18

Ciclo de Agrupación 7
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 24
Grupos 11 y 12

Ciclo de Agrupación 8
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 23
Grupos: 6 y 13

Ciclo de Agrupación 9
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 22

Grupos 7 y 14,

Ciclo de Agrupación 10
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 28
Grupos: 4 y 20

Ciclo de Agrupación 11
Número de Grupos 4
Nivel de Similaridad 14.5
Grupos 10,18,18 y 19.

Ciclo de Agrupación 12
Número de Grupos 4
Nivel de Similaridad 12.75
Grupos: 6,13,15 y 16.

Ciclo de Agrupación 13
Número de Grupos 4
Nivel de Similaridad 11.5
Grupos 1,2,4 y 20.

Ciclo de Agrupación 14
Número de Grupos 4
Nivel de Similaridad 11.25
Grupos: 3,5,8 y 9.

Ciclo de Agrupación 15
Número de Grupos 6
Nivel de Similaridad 7.312
Grupos: 3,5,8,9 y 14 .

Ciclo de Agrupación 16
Número de Grupos 8
Nivel de Similaridad 5.937
Grupos: 1,2,4,20,6,13, 15 y 16.

Ciclo de Agrupación 17
Número de Grupos 10
Nivel de Similaridad 4.680
Grupos: 3,5,8,9,7,14,10,18,17 y 19.

Ciclo de Agrupación 18
Número de Grupos 10
Nivel de Similaridad 2.421
Grupos: 1,2,4,20,6,13,15,16,11 y 12.

Ciclo de Agrupación 19
Número de Grupos 20
Nivel de Similaridad 1.08
Grupos: 1,2,4,20,6,13,15,16,11,12,3,5,8,
9,7,14,10,18,17 y 19.

¿Cuál opción quieres? 2

Ciclo de Agrupación 1

Nivel de Similaridad 27
Grupos: 8 y 9

Ciclo de Agrupamiento 4
Número de Grupos 3
Nivel de Similitud 27
Grupos: 10,17 y 19.

Ciclo de Agrupamiento 5
Número de Grupos 4
Nivel de similaridad 27
Grupos: 10,17,19 y 18

Ciclo de Agrupación 6
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 26
Grupos: 1 y 2.

Ciclo de Agrupación 7
Número de Grupos 6
Nivel de Similaridad 26
Grupos: 1,2,10,17,19 y 18.

Ciclo de Agrupación 8
Número de Grupos 8
Nivel de Similaridad 26
Grupos: 1,2,10,17,19,18, 15 y 16.

Ciclo de Agrupación 9
Número de Grupos 9
Nivel de Similitud 26
rupos: 1,2,10,17,19,18,15,16 y 13.

Ciclo de Agrupación 10
Número de Grupos 2
Nivel de Similaridad 26
Grupos 3 y 5

Ciclo de Agrupación 11
Número de Grupos 4
Nivel de similaridad 26,
Grupos: 3,5,8 y 9.

Ciclo de Agrupación 12
Número de grupos 5
Nivel de similaridad 24
Grupos: 3,5,8,9 y 7.

Ciclo de Agrupación 13
Número de grupos 2
Nivel de similaridad 24
Grupos 11 y 12

Ciclo de Agrupación 14
Número de Grupos 10
Nivel de similaridad 23

Grupos: 1,2,10,17,19,18,15,16,13 y 6.

Ciclo de Agrupación 15
Número de Grupos 11
Nivel de Similaridad 22
Grupos: 1,2,10,17,19,18,15,16,13,6 y 20.

Ciclo de Agrupamiento 16
Número de Grupos 6
Nivel de Similaridad 22
Grupos: 3,5,8,9,7 y 14.

Ciclo de Agrupamiento 17
Número de grupos 17
Nivel de similitud 18
Grupos: 1,2,10,17,19,18,15,16,13,6,20,
3,5,8,9,7,14 .

Ciclo de Agrupamiento 18
Número de Grupos 18
Nivel de similaridad 18
Grupos: 1,2,10,17,19,18,15,16,13,6,20,
3,5,8,9,7,10,14,4.

Ciclo de Agrupamiento 19
Número de Grupos 20
Nivel de similaridad 17
Grupos: 1,2,10,17,19,18,15,16,13,6,20,
3,5,8,9,7,14,4,11 y 12.

¿Cuál opción quieres? 4.

Datos arrojados por la microcomputadora Apple II para la realización de los fenogramas que presentan la agrupación o disociación de las unidades taxonómicas,

Análisis de Cúmulos

- 0) Promedio Simple
- 1) Promedio Ponderado
- 2) Unión Simple
- 3) Unión Completa
- 4) Salir del Programa.

¿Cuál opción quieres? 0.

Ciclo de Agrupación 1
Número de grupos 2
Nivel de similaridad 20
Grupos: 1 y 2

Ciclo de Agrupación 2
Número de Grupos 3
Nivel de similaridad 20
Grupos: 1,2 y 6.

Número de grupos 3
Nivel de similaridad 14,5
Grupos: 5, 15 y 31.

Ciclo de Agrupación 26
Número de Grupos 21
Nivel de similaridad 13,82
Grupos: 1, 2, 6, 24, 32, 20, 21, 28, 25, 33, 13, 9, 27, 10, 19, 16, 26, 23, 14, 17 y 8 .

Ciclo de Agrupamiento 27
Número de grupos 4
Nivel de similaridad 12,75
Grupos: 3, 22, 30 y 11.

Ciclo de Agrupación 28
Número de grupos 24
Nivel de similaridad 12,550
Grupos: 1, 2, 6, 24, 32, 20, 21, 28, 25, 33, 12, 9, 27, 10, 19, 16, 26, 23, 14, 17, 8, 4, 7, 12.

Ciclo de Agrupación 29
Número de grupos 5
Nivel de similaridad 12,125
Grupos: 3, 22, 30, 11, 29.

Ciclo de Agrupación 30
Número de Grupos 27
Nivel de Similaridad 11,343
Grupos: 1, 2, 6, 24, 32, 20, 21, 28, 25, 33, 13, 9, 27, 10, 19, 16, 26, 23, 14, 17, 8, 4, 7, 12, 5, 15 y 31.

Ciclo de Agrupación 31
Número de Grupos 32
Nivel de similaridad 9,889
Grupos: 1, 2, 6, 24, 32, 20, 21, 28, 25, 33, 12, 9, 27, 10, 19, 16, 26, 23, 14, 17, 8, 4, 7, 12, 5, 15, 31, 3, 2, 11 y 29.

Ciclo de Agrupación 32
Número de Grupos 33
Nivel de similaridad 8,156
Grupos: 1, 2, 6, 24, 32, 20, 21, 28, 25, 33, 12, 9, 17, 10, 19, 16, 26, 23, 14, 17, 8, 4, 7, 12, 5, 15, 31, 3, 2, 11, 29 y 18.

¿Cuál opción quieres? 2

Ciclo de Agrupación 1
Número de Grupos 2
Nivel de similaridad 20
Grupos: 1 y 2.

Ciclo de Agrupación 2
Número de Grupos 3

Nivel de similaridad
Grupos 1, 2, y 6

Ciclo de Agrupación
Número de grupos
Nivel de similaridad
Grupos: 1, 2, 6, 2

Ciclo de Agrupación
Número de Grupos
Nivel de similaridad
Grupos: 1, 2, 6, 2

Ciclo de Agrupación
Número de grupos
Nivel de Similaridad
Grupos 1, 2, 6, 2

Ciclo de Agrupación
Número de Grupos
Nivel de similaridad
Grupos: 1, 2, 6, 2

Ciclo de Agrupación
Número de Grupos
Nivel de similaridad
Grupos: 1, 2, 6, 2

Ciclo de Agrupación
Número de grupos
Nivel de similaridad
Grupos: 1, 2, 6, 2

Ciclo de Agrupación
Número de Grupos
nivel de similaridad
Grupos: 16 y 20

Ciclo de Agrupación
Número de grupos
Nivel de similaridad
Grupos: 1, 2, 6, 2

Ciclo de Agrupación
Número de grupos
Nivel de similaridad
Grupos 1, 2, 6, 2

Ciclo de Agrupación
Número de grupos
Nivel de similaridad
Grupos: 1, 2, 6, 2

Ciclo de Agrupación
Número de grupos
Nivel de similaridad

13,

y 19.

3, 19, 33.

Grupos: 9 y 27.

Ciclo de Agrupamiento 14
Número de grupos 3
Nivel de similaridad 18
Grupos 14,16 y 26.

Ciclo de Agrupamiento 15
Número de grupos 15
Nivel de similaridad 17
Grupos: 1,2,6,24,32,20,21,25,28,13,19,
33,14,16,26.

Ciclo de agrupación 16
Número de grupos 16
Nivel de similitud 17
Grupos: 1,2,6,24,32,20,21,25,28,13,19
33,14,16,26 y 23.

Ciclo de Agrupación 17
Número de grupos 2
Nivel de similaridad 17
Grupos: 4 y 7

Ciclo de Agrupación 18
Número de Grupos 3
Nivel de similaridad 17
Grupos: 9,27 y 10.

Ciclo de Agrupación 19
Número de grupos 2
Nivel de similaridad 17
Grupos 22 y 30.

Ciclo de Agrupación 20
Número de grupos 17
Nivel de similaridad 16
Grupos: 1,2,6,24,32,20,21,25,28,13,19,
33,14,16,26,23 y 3.

Ciclo de Agrupación 21
Número de grupos 18
Nivel de similaridad 16
Grupos: 1,2,6,24,32,20,21,25,28,13,19,
33,14,16,26,23,3 y 17.

Ciclo de Agrupamiento 22
Número de Grupos 3
Nivel de similaridad 16
Grupos: 4,7,12

Ciclo de Agrupación 23
Número de Grupos 4
Nivel de similaridad 16
Grupos: 9,27, 10 y 11.

Ciclo de Agrupación 24
Número de Grupos 22
Nivel de similaridad 15
Grupos: 1,2,6,24,32,20,21,25,28,13,19,33,
14,16,26,23,3,17,9,17,10 y 11.

Ciclo de Agrupación 25
Número de grupos 24
Nivel de similaridad 15
Grupos: 1,2,6,24,32,20,21,25,28,13,19,33,
14,16,26,23,3,17,9,27,10,11,22,30.

Ciclo de Agrupación 26
Numero de grupos 2
Nivel de similaridad 15
Grupos 5 y 15.

Ciclo de Agrupación 27
Número de grupos 27
Nivel de similitud 14
Grupos: 1,2,6,24,32,20,21,25,28,13,19,33,
14,16,26,23,3,17,9,27,10,11,23,30,4,7,12.

Ciclo de Agrupación 28
Número de grupos 28
Nivel de similaridad 14
Grupos: 1,2,6,24,32,20,21,25,28,13,19,33,
14,16,26,23,3,17,9,27,10,11,22,30,4,7,12,8.

Ciclo de Agrupación 29
Número de grupos 3
Nivel de similaridad 14
Grupos: 5,15 y 31.

Ciclo de Agrupación 30
Número de grupos 29
Nivel de similaridad 13
Grupos: 1,2,6,24,32,20,21,25,28,13,19,
33,14,16,26,23,3,17,9,27, 10,11,22,30
4,7,,2,8 y 29.

Ciclo de Agrupación 31.
Número de grupos 4
Nivel de similaridad 13
Grupos: 5,15,31 y 18.

Ciclo de Agrupamiento 32
Número de grupos 33
Nivel de similaridad 6
Grupos: 1,2,6,24,32,20,21,25,28,13,19,
33,14,16,26,23,3,17,9,27,10,11,22,30
4,7,12,8,25,15,31 y 18.

¿Cuál opción quieres? 4.

FACULTAD DE CIENCIAS