AGRARIA. REVISTA CIENTIFICA UAAAN. VOL. 3. NUM. 2. JULIO-DICIEMBRE 1987

COROLOGIA DE LAS GRAMINEAS DE COAHUILA, MEXICO

Jesús Valdés Reyna[1]
Javier Espinoza Aburto[2]

RESUMEN

No obstante que la familia de las gramíneas tiene una gran importancia para la industria pecuaria, particularmente en zonas áridas y semiáridas, no se han realizado trabajos tendientes a conocer los patrones de su distribución en el Estado de Coahuila.

El presente estudio corológico pretende describir y analizar los patrones de distribución de las especies de gramíneas para el Estado de Coahuila, utilizando los registros de colecta disponibles en el herbario de la Universidad, así como en otras fuentes. Cada una de las colectas reportadas se ubicó en 11 unidades geográficas de estudio, en que se dividió el Estado de Coahuila, según las condiciones edafoclimáticas y fisiográficas.

Mediante el uso de técnicas de análisis de conglomerados, ordenación polar y arreglo tabular, se compararon inicialmente cada una de las unidades en función a su composición de especies y, posteriormente, cada una de las especies en base a las unidades en las cuales se presentan, tanto dentro como fuera del Estado. Se concluye que la distribución de la flora de gramíneas de Coahuila, se conforma al patrón de variación edafoclimática del Estado, en el que la fisiografía juega un papel relevante, y que puede visualizarse como una amalgama de elementos discretos, cuya distribución permite suponer que el origen y diversificación de esta flora data de épocas antiguas.

---

1 Ph.D. Maestro Investigador del Depto. de Botánica, División de Agronomía, UAAAN.
2 Ing. Agr. Estudiante de Maestría en Manejo de Pastizales, Depto. Rec. Nat. Renov. Div. Ciencia Animal, UAAAN.

INTRODUCCION

El término "Corología" se deriva de las raíces griegas: *choros* (región) y *logos* (tratado), y en la forma descrita por Font Quer (1979), es una disciplina interesada en el estudio de las leyes por las cuales se rige la distribución de las plantas y los animales sobre la tierra.

Clayton (1974) señala que este término muchas veces se traslapa, tanto con ecología como con fitogeografía, y origina confusiones en su diferenciación; sin embargo, considera que estos términos pueden ser separados según sus objetivos y los métodos empleados. La ecología se enfoca a la descripción y mapeo de comunidades mediante la explicación de sus relaciones con el ambiente, y del examen de las interacciones con las especies constituyentes, en tanto que la fitogeografía trata de dilucidar la distribución mundial de la vegetación, pudiendo ser considerada como ecología en una escala global. En este último caso se aplica a la integración de especies en comunidades, y con la explicación de su presencia en términos de factores ambientales (principalmente climáticos); mientras que la corología se enfoca básicamente al estudio de la distribución de especies y no se enfoca, en cambio, a la asociación entre especies y su abundancia relativa, sino que deriva de datos básicos obtenidos de registros de presencia. Asimismo, intenta investigar las propiedades de la distribución de especies, cuando se acepta que éstas tienen una existencia propia sin considerar a las comunidades en las cuales participan. Finalmente, se considera que la distribución de especies y comunidades, aun cuando estén cercanamente relacionadas, no son necesariamente equivalentes.

Otro término igualmente relacionado es el de areografía, definido como el estudio de las áreas de distribución de las especies (Rapoport, 1975), el cual pudiera ser considerado si no como sinónimo, sí como complementario de la corología, ya que se enfoca básicamente al estudio de las formas y tamaños de las áreas de distribución, sin considerar tampoco una cobertura en cuanto a comunidades.

La importancia de la corología radica principalmente en su potencial para descubrir factores históricos que inciden directamente en problemas de filogenia y taxonomía (Clayton, 1974), y está, asimismo, enfocada a detectar si factores no ambientales han influido sobre la distribución de especies (Clayton y Hepper, 1974). Por otro lado, el conocimiento de la distribución natural de especies debe necesariamente tener implicaciones para cualquier

programa tendiente a elevar los beneficios que se obtienen de la vegetación, ya sea mediante domesticación u otra estrategia de manejo.

Considerando la importancia de las especies de la familia de las gramíneas, fundamentalmente para la industria pecuaria en nuestro país, en particular en los pastizales de las zonas áridas y semiáridas, y dado que hasta la fecha no se ha considerado este enfoque (al menos desde un punto de vista más analítico), se plantea este trabajo con los siguientes objetivos:

- Caracterizar la distribución de las gramíneas en el Estado de Coahuila, bajo un enfoque corológico.

- Obtener información que permita identificar algunos de los factores no ambientales (históricos) que han causado dicha distribución.

REVISION DE LITERATURA

Se han realizado pocas investigaciones corológicas en México. Aunque en algunos trabajos se ofrecen consideraciones sobre las áreas de distribuciones de taxones, el enfoque ha sido principalmente fitogeográfico. Algunos de los trabajos de este tipo, no específicos sobre gramíneas, son los siguientes: Rzedowski (1962, 1972), en donde se trata de distribución de géneros del elemento endémico y flora fanerogámica, en relación con 4 regiones climáticas; Rzedowski (1973), trata las relaciones de la flora de las regiones secas de México con diferentes zonas áridas del país, y a éstas con otras zonas áridas y no áridas del mundo; Rzedowski (1975), compara el número total de géneros y especies de los zacatales localizados en Durango, Tabasco, Valle de México, San Luis Potosí y de zonas alpinas mexicanas, por el porcentaje de presencia en otros tipos de áreas de México, de América y del Mundo. En relación con las gramíneas, Hernández (1959) analiza algunos patrones y áreas de distribución de algunos zacates mexicanos, Beetle (1977), estudia las especies registradas para Baja California Norte, Sonora y Sinaloa en relación a cada entidad y al territorio (hoy Estado) de Baja California Sur. Estos trabajos aunados a la comparación que realizó Gould (1974), sobre la flora de gramíneas de Coahuila, Baja California y Chiapas, son representativos de investigaciones de índole corológica.

Un enfoque más corológico aún, ha sido dado en el trabajo de Kohlmann y Sánchez Colón (1984a y 1984b) en el cual se analizan las áreas de distribución conocidas de las especies mexicanas de *Bursera,* utilizando análisis numérico.

Estudios Corológicos

Los trabajos corológicos sobre gramíneas se han enfocado principalmente desde 4 niveles:

Distribución de Subfamilias

El mejor exponente de trabajos a este nivel es el realizado por Cross (1980), en el cual se utilizaron registros de presencia o ausencia de especies sobre 92 áreas del Viejo Mundo. Los registros se establecieron sobre una matriz que fue posteriormente rearreglada para separar conteos de especies para cada área y cada subfamilia, o cuando pareció más adecuado para las tribus. Se construyeron mapas de porcentajes de especies de cada grupo taxonómico presentes en cada una de las áreas. Concluye que los grupos tropicales C_4 (Andropogoneae, Paniceae, Chlorideae y Aristideae) tienen, en general, patrones de distribución ampliamente similares, mientras que los grupos C_3 (Arundinoideae y Pooideae), presentan patrones de distribución subtropical y templado, respectivamente.

Distribución de Tribus

Hartley (1950), en una forma similar a la utilizada posteriormente por Cross (1980), para subfamilias, concentró la información sobre 70 floras y listados florísticos a través del mundo. Expresando el número de especies de cada tribu como un porcentaje de la flora de gramíneas total y, construyendo mapas de porcentaje, concluye que los factores climáticos, fundamentalmente la temperatura invernal, son de importancia primordial en relación a la distribución de gramíneas. A partir de estos descubrimientos iniciales, se realizaron una serie de trabajos más detallados en los cuales presenta las siguientes conclusiones: (1) La tribu Andropogoneae se distribuye en áreas tropicales con períodos cortos de precipitación, y es poco abundante en América (Hartley, 1958a); (2) la tribu Paniceae tiene una distribución tropical, pero con una temporada de lluvias más extensa, y está muy representada en América (Hartley 1958a), y (3) la tribu Eragrosteae tiende a concentrarse en las fajas áridas, particularmente en el hemisferio sur y en el Viejo Mundo (Hartley y Slater, 1960).

Siguiendo la metodología de Hartley (1950), Montaldo (1977) estudia la distribución de gramíneas en los Llanos Venezolanos, y determina el espectro normal de tribus en esa zona. Concluye que dicho espectro es tí-

pico de un clima tropical, con una temperatura media anual de 27 a 28ºC, y una precipitación anual de 1 000 a 1 500 mm, distribuido en períodos de 7 meses. En este espectro, las tribus más importantes fueron: Paniceae y Andropogoneae

Distribución de Géneros

En este nivel se encuentra el trabajo realizado por Clayton (1974), en el que se compara la distribución de 649 géneros y 25 áreas a través del mundo. Se utilizaron métodos de análisis de conglomerados, tales como enlace promedio ("average linkage") y grafos de longitud mínima ("minimum spanning tree") para la comparación de áreas, y arreglos matriciales agrupando, por medios no computacionales, aquellos géneros con distribución similar para el análisis de su distribución. En este trabajo concluye que puede favorecerse una explicación de la distribución genérica en términos de un desplazamiento continental contra la dispersión a grandes distancias, y discute, asimismo, algunas implicaciones para la filogenia de la familia.

Distribución de Especies

Los trabajos de Clayton y Hepper (1974), y Clayton y Panigrahi (1974), mostraron que los patrones de distribución de especies individuales pueden ser asignados a elementos corológicos, los cuales se limitan en número, y se pueden arreglar jerárquicamente. El trabajo de Clayton y Hepper (1974) describe un método computarizado de análisis corológico aplicable a gramíneas, en el cual se usa el índice de similitud de Jaccard. Con base en este índice se comparan, tanto las áreas de distribución en base a su composición específica, como las especies en función a las áreas en las cuales se presentan, sometiéndolas a 4 métodos de análisis de conglomerados: enlace simple ("single linkage"), grafos de longitud mínima, enlace promedio y el método de arreglo de Peter ("Peter's ranking method").

En otro trabajo, Clayton (1976) estudió los patrones de distribución de las gramíneas de las montañas de Africa tropical, para lo cual se utilizó el procedimiento anteriormente señalado, y propone una clasificación de dichos patrones, con una discusión acerca de los problemas de dispersión.

Clayton (1974), menciona que una variante común de las investigaciones en este nivel, es analizar los patrones de distribución de especies dentro de un solo género. Asimismo aclara que se pueden extender a especies contenidas en taxones más grandes; sin embargo, en este último caso se presentan mayores problemas por la manipulación de mayor cantidad de datos.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización del presente trabajo se utilizaron los registros de colecta de especies de la familia Gramineae, disponibles en el herbario ANSM*, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, los cuales se complementaron con listados en trabajos previos: Cano y Marroquín (1967), Henrickson (1977), Valdés (1977), Pinkava (1979), López (1981) y Ruiz de Esparza (1986).

Unidades Geográficas de Estudio

Uno de los aspectos más importantes, y que representa posiblemente la mayor dificultad en trabajos de esta índole, es la definición de las unidades geográficas de estudio. Clayton (1974) considera, debido a que no es posible delimitar perfectamente los límites regionales, las unidades de estudio generalmente se conforman en base a generalizaciones hechas a partir de datos imperfectos, y adolecen, por lo tanto, de subjetividad. Menciona que algunas de las dificultades más comunes que se presentan en esta etapa son:

a). Dificultades para la definición de límites ecológicos, lo cual origina que inevitablemente tengan que usarse límites políticos.

b). Diferencias en el tamaño de las zonas ecológicas (si pudiesen ser adecuadamente definidas). Se dificultan las inferencias de tipo estadístico, debido a las subsecuentes diferencias en la oportunidad de contener más o menos especies

c). Diferencias en la intensidad de colecta botánica en las diferentes zonas que conforman el área de estudio.

En este trabajo, inicialmente se trató de utilizar simplemente a los municipios como unidades geográficas de estudio; sin embargo, se observó que en algunos casos éstos no cumplían con los requisitos mínimos de homogeneidad ecológica requeridos, presentándose situaciones altamente contrastantes. Se corre el riesgo de generar patrones poco realistas en la distribución de las especies. Por lo tanto, se trató de definir esas unidades desde el punto de vista de sus afinidades.

* Siglas aprobadas, Taxón 26(4):487, 1977

En tal virtud, se optó por tomar en cuenta la información aportada por la Síntesis Geográfica del Estado de Coahuila de la Secretaría de Programación y Presupuesto (1983), que divide al Estado en 10 subprovincias fisiográficas relativamente homogéneas; se incluyó una división posterior sobre la porción de la subprovincia de las llanuras de Coahuila y Nuevo León, en función principalmente de las diferencias tanto edafoclimáticas como de vegetación. Tales variantes, debidas posiblemente a la influencia de los vientos provenientes del Golfo de México, que determinan una condición menos seca en la porción oriental de la subprovincia. Así el Estado quedó diferenciado en 11 unidades geográficas de estudio, a las cuales se les asignaron nombres definidos para las subprovincias:

Provincia	Unidades de estudio No.	Nombre
Sierras y Llanuras del Norte	1	Sierras y Llanuras volcánicas
	2	Bolsón de Mapimí
	3	Laguna de Mayrán
Sierra Madre Oriental	4	Sierras Transversales
	5	Pliegues Saltillo-Parras
	6	Sierra Plegada
	7	Sierra de la Paila
	8	Sierras y Llanuras Coahuilenses
	9	Serranías del Burro
Grandes Llanuras de Norteamérica	10	Llanuras de Coahuila y Nuevo León
	11	Llanuras Tamaulipecas

Mediante el uso de los listados y la ubicación de las colectas, se localizó cada una de las especies dentro de las anteriores unidades de estudio, utilizando únicamente los datos de presencia-ausencia de especies.

Especies

El registro completo incluía 300 especies, de las cuales se hizo una depuración siguiendo algunas de las consideraciones de Clayton (1974). Se eliminaron por tal motivo las de ubicación taxonómica dudosa, así como las cultivadas y las especies introducidas, lo cual redujo la lista a únicamente 259.

METODO DE ANALISIS

Para el análisis de los datos se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard (Sneath y Sokal, 1973; Jardine and Sibson, 1977), el cual describe objetos por medio de un número fijo de atributos binarios, cada uno de los cuales tiene un estado "preferido". En este caso los estados se definieron como positivos (presencia) o negativo (ausencia)

Procedimiento General

i). Inicialmente se construyó una matriz simétrica de similitud, para comparar unidades geográficas de estudio en términos de especies. Los coeficientes de Jaccard se calcularon en base al número de especies en común, divididas por el número de especies en total, en los pares de unidades de estudio bajo comparación (Clayton, 1974, usó un procedimiento similar).

Posteriormente, y con el objeto de "arreglar" las unidades de estudio en un orden multidimensional para mostrar la continuidad entre ellas, se realizó una ordenación polar de Bray y Curtis, en la forma descrita por Muller-Dombois y Ellenberg (1974).

Finalmente se realizó un análisis de conglomerados para agrupar las unidades geográficas de estudio en conjuntos relativamente homogéneos, con base en su composición de especies. En este caso se siguó el procedimiento aglomerativo de enlace promedio, en la forma no combinatoria propuesta por Sneath y Sokal (1973).

Otra técnica desarrollada en forma conjunta fue el Grafo de Longitud mínima, la cual permite mostrar en forma de líneas de longitud variable, las más cercanas similitudes entre unidades geográficas de estudio, como procedimiento corroborativo del primer análisis de conglomerados.

ii). El segundo paso de análisis se desarrolló para comparar especies con base en su distribución, realizándose en este caso una reordenación de la matriz original. Se agruparon aquellas especies que presentaban un patrón de distribución similar, tanto dentro del Estado como en otras áreas, de tal forma que permitiera identificar a los elementos corológicos más importantes que conforman la flora agrostológica del Estado. Posteriormente, sobre cada elemento corológico se determinó el número total de especies constituyentes

y el número correspondiente de éstas a cada una de las unidades geográficas de estudio consideradas inicialmente. Se mapeó la información anterior, y en cada mapa se trazaron líneas imaginarias (isócoras) para separar áreas con diferentes porcentajes de especies presentes en el elemento corológico bajo comparación.

iii). La última fase del análisis se desarrolló para analizar el patrón de distribución de especies endémicas del Estado, considerándose en forma independiente de acuerdo con Clayton (1974), quien considera que pueden ser de especial interés y representan los más pequeños elementos corológicos.

En este caso, el análisis se realizó en 2 sentidos: el primero para comparar unidades geográficas de estudio en términos de la composición de especies, y el segundo para comparar especies en términos de las unidades geográficas en las cuales se presentan. Partiendo de una matriz normal, en la que únicamente se consideran las especies endémicas, se construyó una matriz simétrica de similitud para especies, y otra para unidades geográficas de estudio. En ambos casos se realizó un análisis de conglomerados por 2 procedimientos: a) enlace simple y b) enlace promedio, con el objeto de comparar las dos técnicas.

Basado en este análisis, se determinaron los grupos de especies con distribución homogénea, y el número de especies de cada grupo presentes en cada una de las unidades geográficas de estudio. Se mapeó la información nuevamente, trazándose en cada mapa las isócoras, para separar áreas con diferentes porcentajes de presencia de especies endémicas.

Es importante hacer notar que para la definición de los grupos de especies con distribución homogénea, los análisis de conglomerados no son siempre concluyentes, requiriéndose en muchos casos un rearreglo manual posterior; sin embargo, estos tipos de análisis reducen la cantidad de trabajo que representaría solamente el arreglo manual. Así el segundo paso del análisis del estudio (ii), debió haberse realizado en forma similar; sin embargo, las diferencias de tipo computacional, orillaron a que tuviera que realizarse en forma manual. No se descarta la posibilidad de tener información no tan precisa como pudiera desearse, ya que la definición de grupos puede verse influida por las preferencias del investigador.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las unidades geográficas de estudio con el número de especies registradas para cada una de las subprovincias, se presentan en la Figura 1.

Comparación de Areas

En este análisis se confirma lo que es realmente conocido sobre las condiciones edafoclimáticas del Estado de Coahuila. Las gramíneas se conforman a este patrón. Lo anterior se muestra en forma clara a partir de la ordenación polar de dos ejes en la Figura 2. Se observa ahí un gradiente fisiográfico, que va desde las áreas con predominancia de llanuras (representadas por unidades de áreas enclavadas en las provincias fisiográficas de las sierras y llanuras del norte y la provincia de las grandes llanuras de Norteamérica), hasta las mayores elevaciones de la provincia de la Sierra Madre Oriental encontradas en la Sierra Plegada, fundamentalmente en el Municipio de Arteaga. Igualmente se determina un gradiente climático que se presenta en 2 direcciones: una correspondiente a las diferencias climáticas encontradas en dirección este-oeste, desde la Sierra Plegada con clima templado subhúmedo hasta la zona correspondiente a las sierras y llanuras del norte, con predominancia de climas muy secos semicálidos; y la otra con forma de modo general a las variaciones climáticas que se presentan longitudinalmente (N-S), desde el Bolsón de Mapimí y la Laguna de Mayrán con clima muy seco semicálido, hasta las áreas con clima seco semicálido y semiseco templados, en las serranías del Burro.

Las llanuras de Coahuila y Nuevo León presentan algunas similitudes climáticas y fisiográficas, particularmente con las sierras y llanuras volcánicas del oeste del Estado; sin embargo, las llanuras tamaulipecas presentan condiciones climáticas más favorables, posiblemente por el efecto de la cercanía al Golfo de México, y la ausencia de grandes barreras topográficas.

En las áreas correspondientes a la Sierra Madre Oriental, exceptuando la Sierra Plegada y los Pliegues Saltillo-Parras, en general se presentan condiciones fisiográficas muy variables. Se encuentran tanto sierras y bajadas, como llanuras y valles, lo cual determina la presencia de diferentes tipos de clima y condiciones tanto mésicas como xéricas, en cada una de ellas; sin embargo, el patrón de dominancia se conforma al gradiente climático anteriormente mencionado

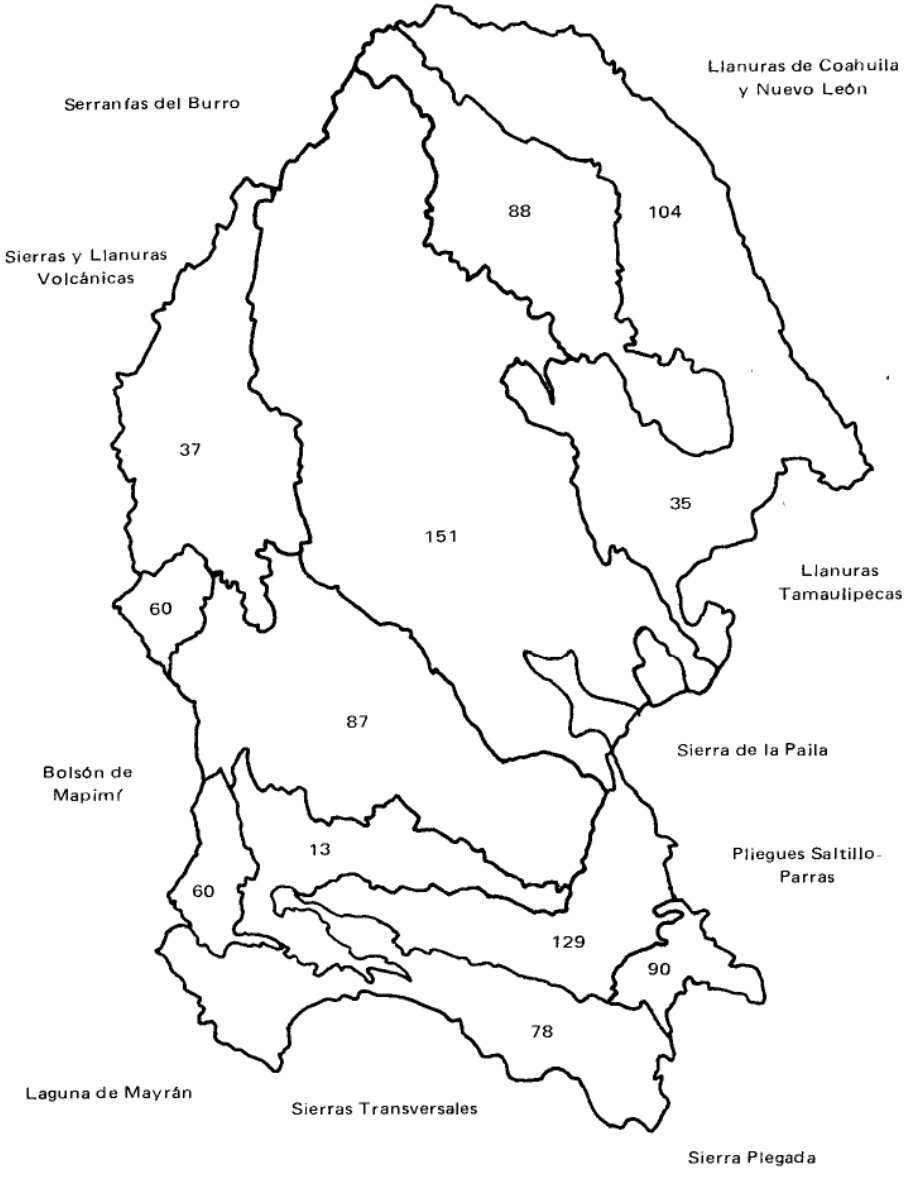

Figura 1. Total de especies por unidad de área (259 spp).

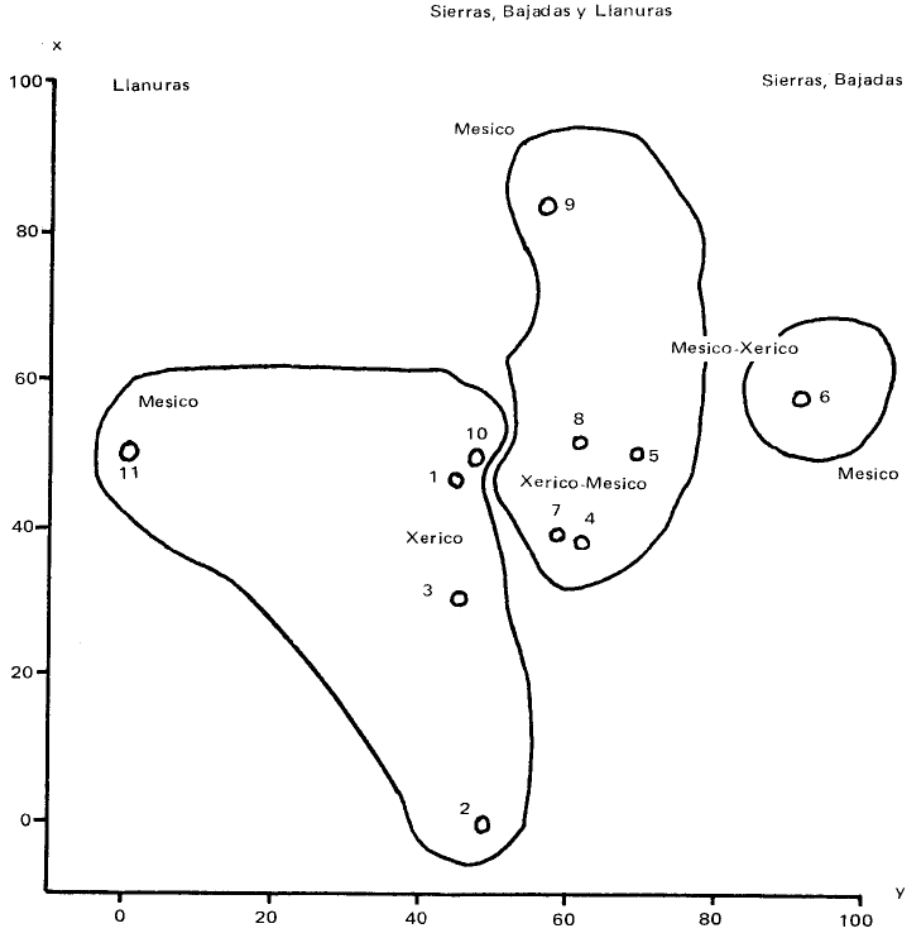

Figura 2. Ordenación polar (en 2 ejes) de las unidades de área de Coanuila, en términos de especies de gramíneas.

El patrón edáfico del Estado, se encuentra también representado en la ordenación, ya que los tipos de suelo se conforman en alto grado con las condiciones fisiográficas, encontrándose litosoles en las sierras, y xerosoles y regosoles en llanuras y bajadas. Una situación especial se presenta en la Laguna de Mayrán, donde predominan yermosoles y zolonchac (SPP, 1983).

En el grafo de longitud mínima (Figura 3) se exhiben las similitudes en composición específica entre las diferentes unidades geográficas de estudio. Se puede observar en forma más clara también, la separación de las unidades correspondientes a cada subprovincia fisiográfica, exceptuando las sierras y llanuras volcánicas, que se asemejan más a las porciones centrales de la Sierra Madre Oriental, posiblemente debido a una mayor intensidad de colecta en las zonas limítrofes con las serranías del Burro, y las sierras y llanuras Coahuilenses.

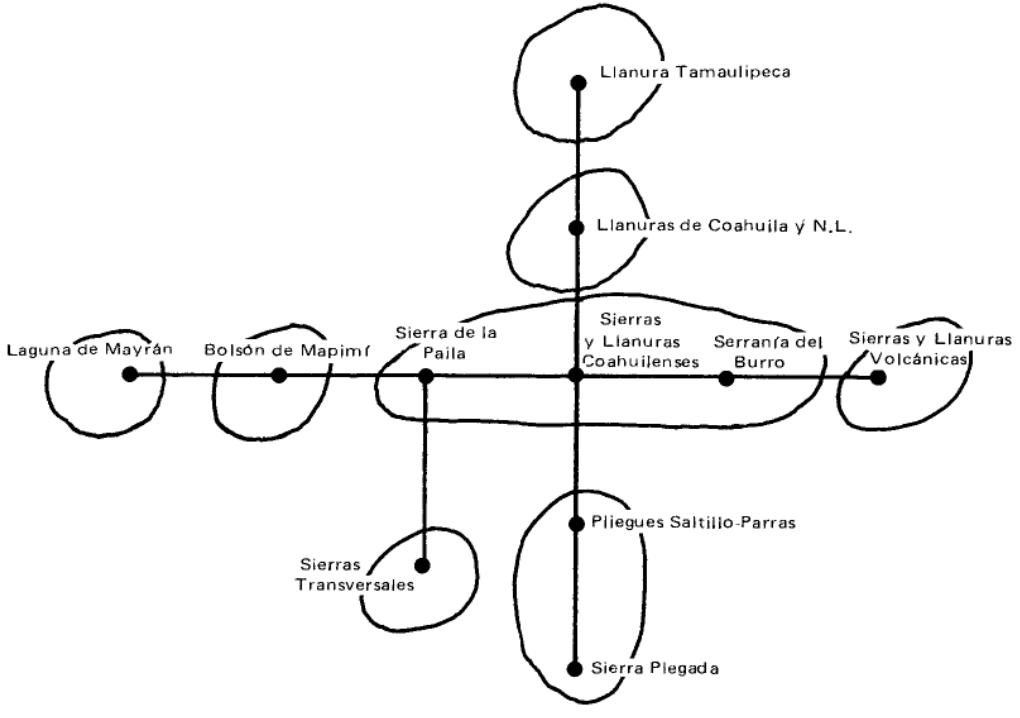

Figura 3. Grafo de longitud mínima comparando áreas de Coahuila en términos de especies de gramíneas. Sobreposición del análisis de "conglomerados" por enlace promedio.

El análisis de conglomerados realizado por enlace promedio, sobrepuesto sobre el grafo, muestra que se pueden distinguir 8 grupos de homogeneidad relativa, ya que únicamente agrupa a la sierra de la Paila, con las sierras y llanuras Coahuilenses y serranías del Burro, y a la sierra Plegada con los Pliegues Saltillo-Parras, coincidiendo en alguna forma con la ordenación polar anteriormente discutida.

DISTRIBUCION DE ESPECIES

El análisis de la distribución geográfica de las especies, consideradas en este trabajo, presenta 7 elementos corológicos (grupos de especies con patrones de distribución similar) como constituyentes de la flora de gramíneas de Coahuila.

Como se muestra en el Cuadro No. 1, hay altos porcentajes de especies con distribución restringida al sur de los Estados Unidos y México, y una afinidad significativa con las gramíneas de las regiones secas de Sudamérica.

Estos resultados concuerdan en gran medida, cuando menos en las tendencias, con el patrón de distribución de las especies y géneros, no específicamente de gramíneas, que conforman los zacatales de Durango, al cual Rzedowski (1975) considera análogo a la caracterización florística de las áreas secas del país.

Cuadro No. 1 Análisis de la distribución de especies de gramíneas de Coahuila.

Distribución	Porcentaje de spp.
Endémicas del Estado	9.26
México	9.65
Sur de E.U. y México	38.62
Norteamérica hasta México	10.42
E.U., México y Sudamérica	14.29
E.U., México, Centroamérica y el Caribe	5.40
E.U., México, Centroamérica y Sudamérica	6.18
México, Centroamérica y Sudamérica	2.31
Otro tipo de distribución	3.87
Total	100.00

Las especies consideradas como endémicas del Estado y áreas circunvecinas, se restringen a un 9.26%. Sin embargo, si a esa proporción se le suman aquéllas con distribución restringida al sur de Estados Unidos y a México en su conjunto, y considerando que la distribución de la mayoría de estas especies no se extiende más allá de la porción central de nuestro país, la proporción de endemismo de esta zona se eleva alrededor del 60%. Aunado a ello a una alta proporción de géneros monotípicos, todo parece indicar, de acuerdo con Rzedowski (1962), que el origen y la diversificación de la flora de esta área datan desde épocas antiguas y, por lo tanto, el origen y diversificación de las gramíneas del Estado de Coahuila, se ajusta a ese patrón. En la discusión siguiente, únicamente se presentan aquellos elementos corológicos, cuya contribución es mayor del 9%, eliminándose los restantes por considerarse irrelevantes.

Especies con Distribución al Sur de Estados Unidos y México

La distribución de estos elementos en el Estado de Coahuila, se muestra en la Figura No. 4; obsérvese que la mayor concentración se localiza en las áreas comprendidas dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental y, fundamentalmente, en las sierras y llanuras coahuilenses, en la porción central del Estado. Esta porción se caracteriza por una gran diversidad, tanto fisiográfica y edafoclimática, como biológica, lo que posiblemente esté determinado por una mayor diversidad de hábitats.

La disyunción que se presenta entre las llanuras de Coahuila y Nuevo León, y las sierras y llanuras coahuilenses, posiblemente sean resultado de una mayor intensidad de colecta en las áreas adyacentes a las serranías del Burro, y si esta aseveración fuera cierta, el patrón de distribución de este elemento en la entidad, permitiría suponer una dispersión de la porción norte del Estado, hacia el sur por la Sierra Madre Oriental, y de ésta hacia las porciones marginales donde las condiciones ambientales son menos fluctuantes en el espacio. Lo anterior se evidencia aún más, por la presencia de especies con este tipo de distribución, restringidas en Coahuila a la fracción localizada al norte.

Este elemento corológico está compuesto principalmente por especies de los géneros: *Muhlenbergia, Aristida, Sporobolus, Bouteloua* en un 43%, y representado fundamentalmente por especies de las tribus Eragrostideae y Chlorideae (59%)

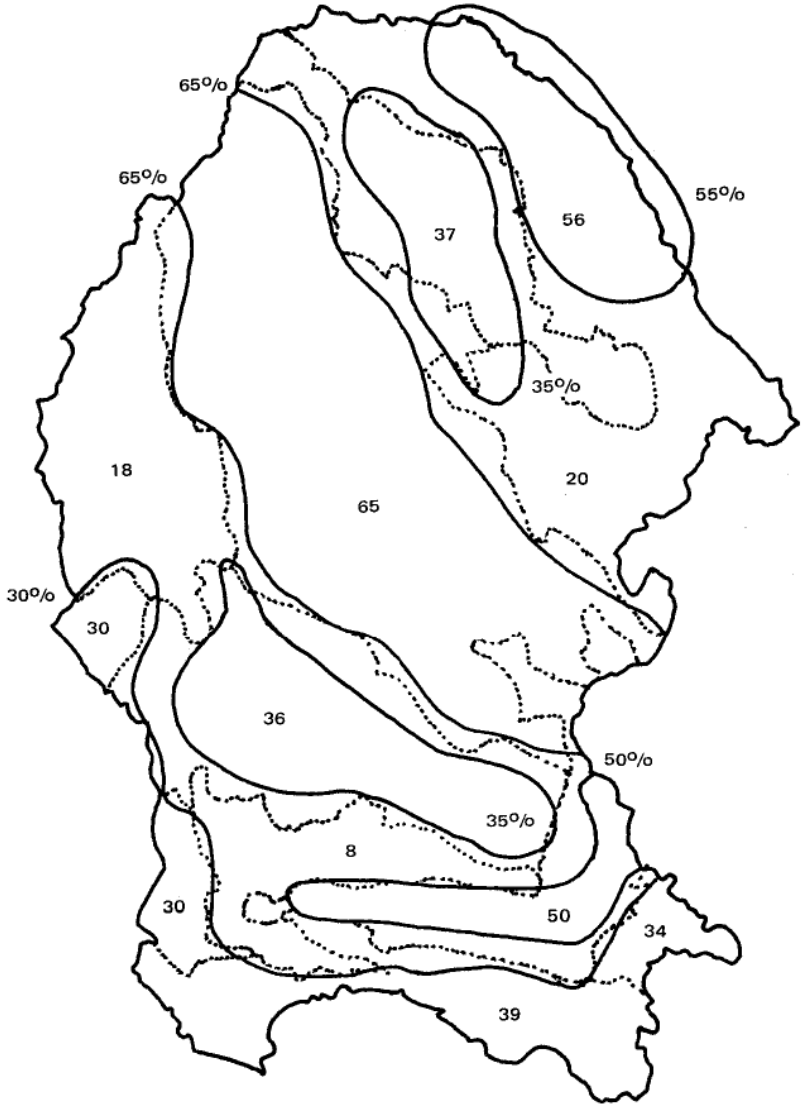

Figura 4. Especies con distribución al sur de Estados Unidos y México. 100 spp. Isócoras al 65, 55, 50, 35 y 30%.

Especies con Distribución Restringida a México

La mayor concentración de estas especies se localiza en la porción sur del Estado, fundamentalmente en las áreas con climas más o menos secos (Figura No. 5). Considérese nuevamente que el mayor número de especies con este tipo de distribución, restringida en Coahuila a una sola localidad, se presentan precisamente en el sur, lo que permite suponer la existencia de un centro de diversificación específica en esta zona, misma que posiblemente alcance una pequeña porción del Estado, a partir de la cual se dispersen hacia el norte por la Sierra Madre Oriental.

En este caso se observa un enclave yermo (pobre florísticamente) de esta zona por la presencia de la Laguna de Mayrán, que posiblemente forma un "filtro" edafoclimático, que ha impedido la dispersión de gramíneas hacia gran parte de la subprovincia de la sierra de la Paila.

Algunas especies representativas de este tipo de distribución son: *Metcalfia mexicana* (Scribn.) Conert., *Muhlenbergia tenuifolia* (H.B.K.) Kunth, *Chloris submutica* H.B.K., *Bothriochloa reevesii* (Gould) Gould., *Bromus densus* Swallen y otras.

Especies con Distribución en Estados Unidos, México y Sudamérica

El alto número de especies encontradas en Coahuila que presentan este tipo de dispersión, no es un hecho novedoso. Rzedowski (1972) presenta una situación similar cuando compara la distribución geográfica de 100 géneros de gramíneas de clima árido y semiárido en México.

Allred (1981) menciona 5 formas, según las cuales se puede originar una distribución disyunta: 1) A través de movimientos de la corteza terrestre, a consecuencia de los cuales las masas terrestres adyacentes pueden separarse (deriva continental); 2) asociado con la anterior, puede haber un cambio climático, y si éste ocurre en la porción central, puede dejar a las poblaciones disyuntas entre sí; 3) durante el proceso de adaptación de especies, elementos aislados pueden diferenciarse de especies parentales; sin embargo, si las fuerzas de selección sobre éstas son similares, pueden dar origen a poblaciones más o menos idénticas; 4) por la dispersión de especies a través de grandes distancias; y 5) por la influencia del hombre. Analizando la disyunción de especies del género *Bothriochloa,* Allred (1981) supone que es un evento reciente posterior al plioceno, a partir del cual

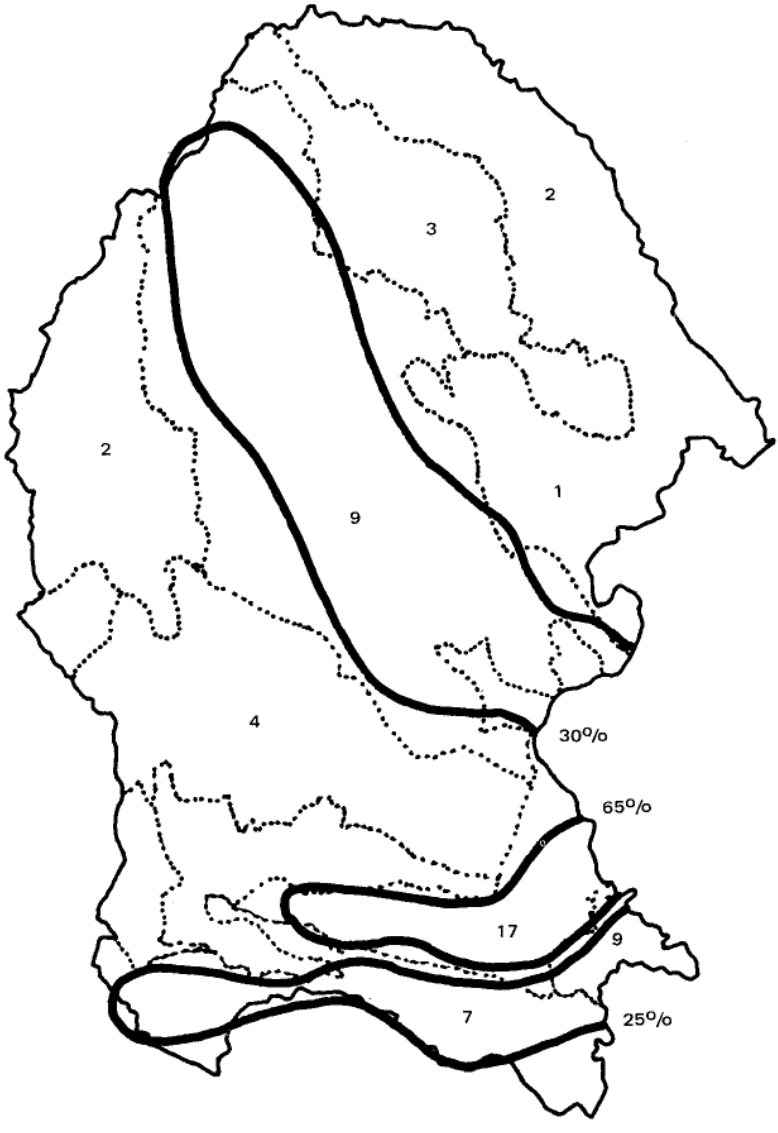

Figura 5. Especies con distribución restringida a México. 25 spp. Isócoras al 65, 30 y 25%.

estas áreas quedaron accesibles, involucrando dispersión a grandes distancias desde el sur al norte, por viento y por las actividades del hombre; sin embargo, hasta la fecha no existen evidencias concluyentes sobre el fenómeno de las disyunciones.

En Coahuila las especies con este tipo de distribución se localizan principalmente sobre la Sierra Madre Oriental (Figura 6) donde se observa nuevamente la diversidad de hábitat sobre esta zona. Si la hipótesis de Allred (1981) fuese cierta, podría pensarse en una dispersión de estos elementos florísticos, a partir del centro del Estado, hacia las áreas con condiciones edafoclimáticas menos fluctuantes. Los grupos que presentan más especies con este tipo de disyunción son: *Leptochloa* (4 spp), *Chloris* (3 spp), *Bouteloua* (3 spp), *Bothriochloa* (2 spp), *Stipa* (2 spp), *Muhlenbergia* (2 spp).

Especies con Distribución en Norteamérica hasta México

El patrón de distribución de este tipo de especies (Figura 7) muestra la mayor concentración de éstas en el Norte de Coahuila. Se evidencia una posible ruta migratoria a partir de esta fracción, desde la cual pudieron haberse dispersado en el Estado. En este caso, puede asumirse que la dispersión de este elemento corológico se encuentra limitada fundamentalmente por el clima y el tipo de suelo, en virtud del poco número de especies presentes en las áreas más secas del oeste del Estado, y la cantidad aún menor en la Laguna de Mayrán, con suelos de elevado contenido de sales. La suposición de inmigración se fundamenta principalmente en el bajo número de especies representativas de este elemento, tales como: *Eragrostis pectinacea* (Michx.) Ness., *Agrostis hiemalis* (Walt) B.S.P., *Festuca rubra* L., *Glyceria striata* (Lam.) Hitchc., *Sporobolus asper* (Michs.) Kunth., entre otras

Elemento Endémico

Los resultados de la comparación de áreas de Coahuila, en términos de la presencia de especies endémicas del Estado y áreas adyacentes, fueron similares con las 2 técnicas de análisis de conglomerados utilizadas. En este caso presenta el dendrograma construido por medio de la técnica de nple, y representado en la Figura 8.

Con menos de .5 de disimilitud, únicamente se agrupa a las sierras y llanuras coahuilenses, con la Sierra Plegada, y a los Pliegues Saltillo-Parras, con las Sierras Transversales.

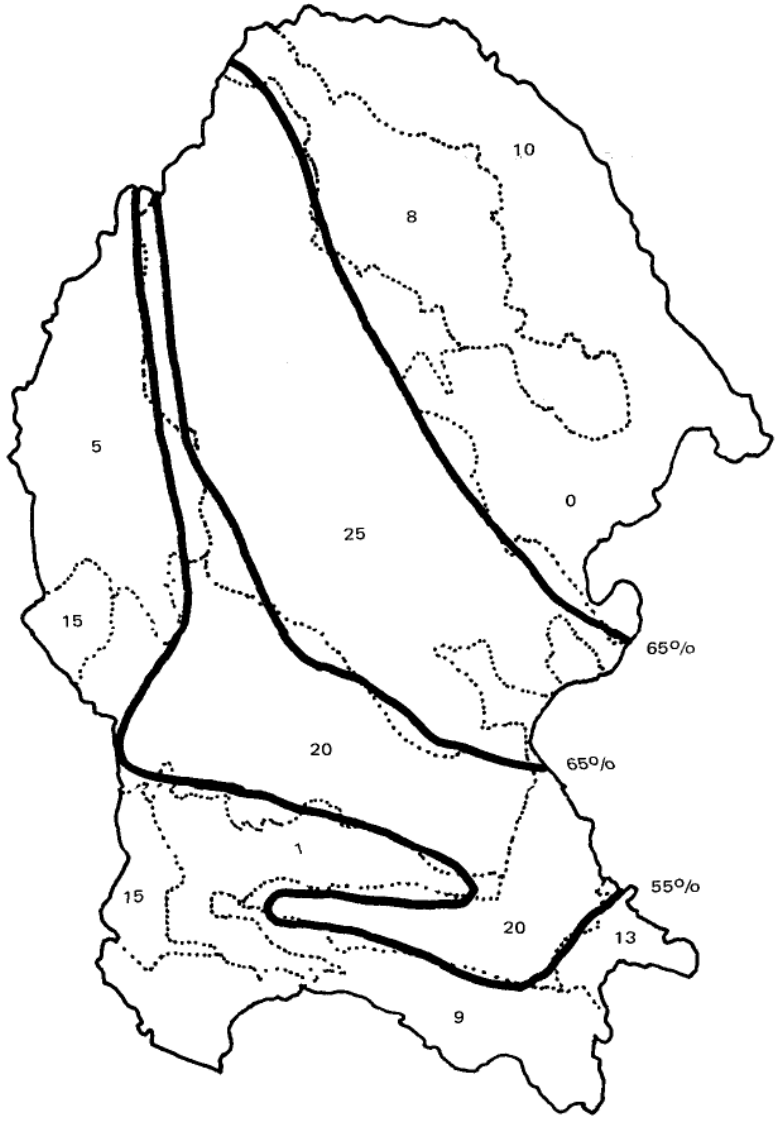

Figura 6. Especies con distribución en Estados Unidos, México y Sudamérica. 36 spp. Isócoras al 65 y 55%.

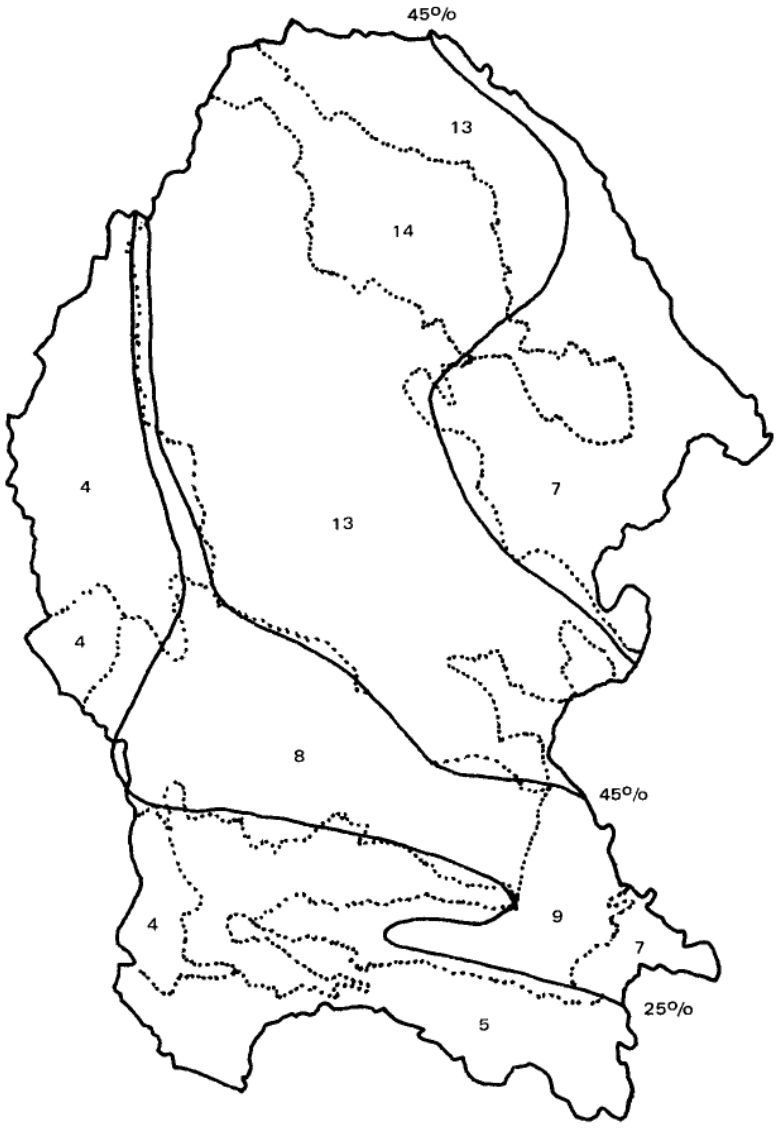

Figura 7. Especies con distribución en Norteamérica hasta México. 27 spp. Isócoras al 45 y 25%

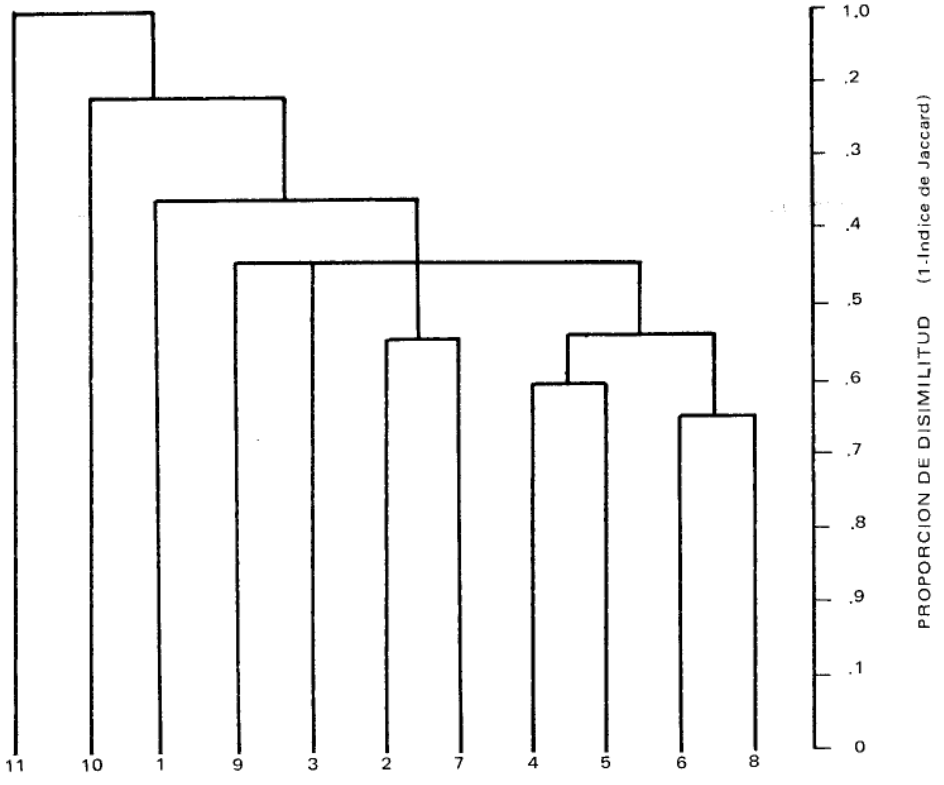

Figura 8. Dendrograma construido por enlace simple comparando áreas de Coahuila en términos de la distribución de especies endémicas. Los números equivalen a los definidos originalmente para las unidades de estudio.

La información anterior, aunada a la comparación de especies presentes en términos de las áreas, permitió detectar 2 grupos de especies con su origen en 2 centros de endemismo:

Uno localizado en la porción suroeste del Estado, en los Pliegues Saltillo-Parras y Sierras Transversales, que muy posiblemente sea parte de una área mayor localizada más al sur del Estado (Figura 9), a partir de la cual las especies se dispersan hacia el norte de la entidad, vía la Sierra Madre Oriental. En este caso se observa nuevamente el efecto de filtro producido por la Laguna de Mayrán.

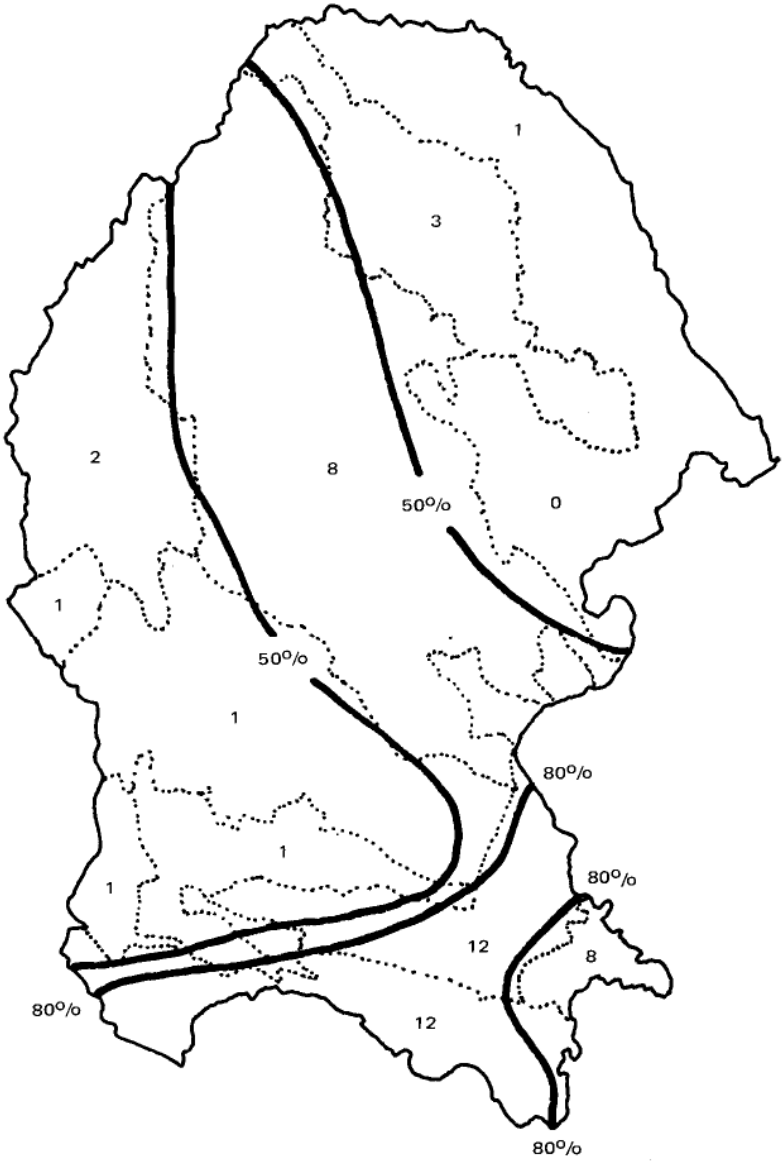

Figura 9. Centro de endemismo localizado en los pliegues, Saltillo-Parras y Sierras Transversales de Coahuila. 15 spp. Isócoras al 80 y 50%.

El otro centro de endemismo, está representado por la subprovincia de la Sierra de la Paila, que también puede ser parte de una área mayor al este del Estado, donde predominan climas más secos y, por lo tanto, una mayor adaptabilidad de las especies a la sequía; esto se evidencia por la presencia de especies de este grupo, en el Bolsón de Mapimí y Laguna de Mayrán (Figura 10).

CONCLUSIONES

1. La distribución de las gramíneas de Coahuila se conforma al patrón de variación edafoclimática del Estado, en el que el aspecto fisiográfico juega un papel relevante.

2. La flora de gramíneas de Coahuila, puede visualizarse como una amalgama de elementos discretos representados en orden de importancia por:

   a) Especies con distribución al sur de Estados Unidos y México.
   b) Especies con disyunción de Estados Unidos y México, a Sudamérica.
   c) Especies con distribución en Norteamérica hasta México.
   d) Especies con distribución restringida a México.
   e) Especies con distribución restringida a Coahuila y áreas adyacentes.

3. Por el gran número de especies restringidas en su distribución al sur de Estados Unidos y norte y centro de México, incluidas las de Coahuila, puede suponerse que el origen y diversificación de la flora de gramíneas de Coahuila data de épocas antiguas.

4. La Flora de gramíneas del Estado se complementa por inmigraciones, tanto del Norte como de Sudamérica, en las que posiblemente la acción del hombre haya jugado un papel determinante.

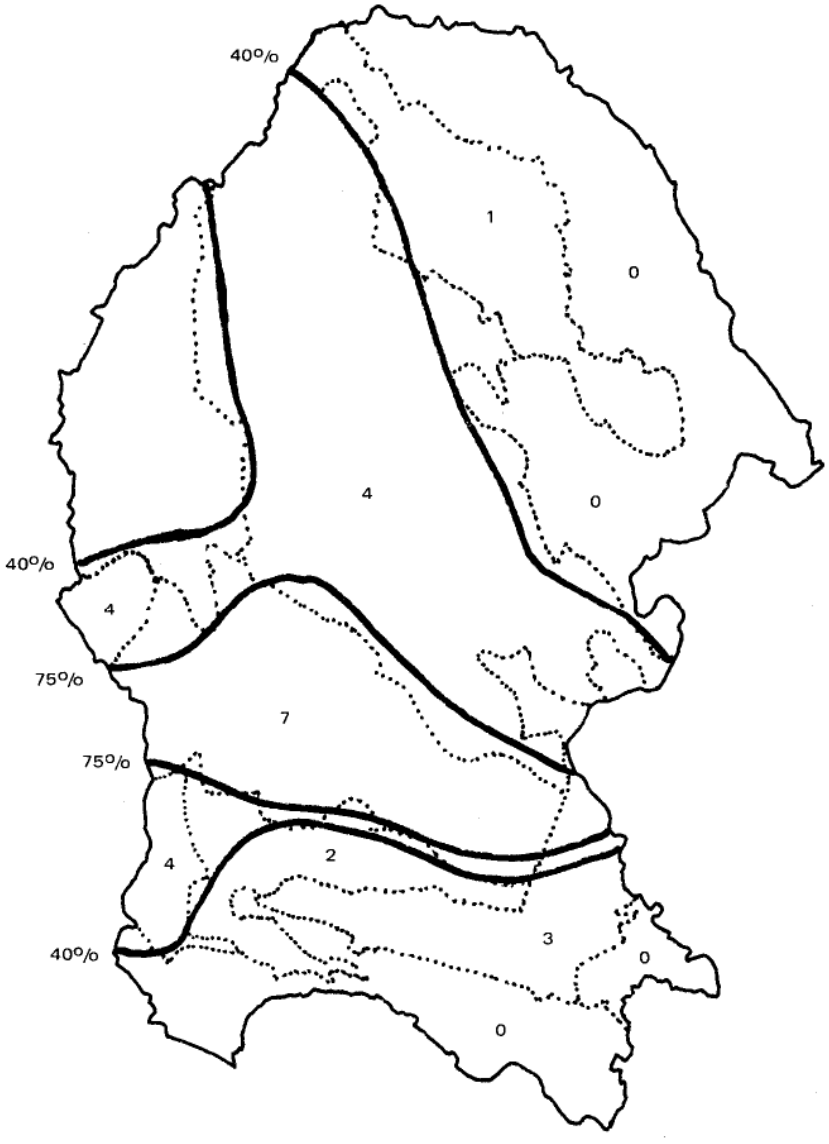

Figura 10. Centro de endemismo localizado en la Sierra de la Paila, en Coahuila. 9 spp. Isócoras al 75 y 40%.

BIBLIOGRAFIA

Allred, K.W. 1981. Cousins to the South: Amphitropical disjunctions in Southwestern grasses. Desert Plants. 3(2):98-106.

Beetle, A.A. 1977. Relationship of the grasses of Baja California to the mexican mainland. Contribuciones al estudio de las gramíneas de México. No. 4. Laromie, Wyoming. Univ. of Wyoming. 13 p.

Cano, G.J. y J.S. Marroquín. 1967. Las Gramíneas de la Sierra de la Paila, Coahuila, México. Boletín de la Soc. Nuevoleonesa de Historia Natural. 1(2):59-108.

Clayton, W.D. and F.N. Hepper. 1974. Computer-aided chorology of W. African grasses. Kew Bulletin 29(1):213-234.

———————— and F. Panigrahi. 1974. Computer-aides chorology of Indian grasses. Kew Bulletin 29(4):669-686.

————————. 1974. Chorology of the genera of Gramineae. Kew Bulletin. 30(1):11-132.

————————. 1976. The chorology of African Mountain grasses. Kew Bulletin. 31(2):273-288.

———————— and T.A. Cope. 1979. The Chorology of Old World Species of Gramineae. Kew Bulletin. 35(1):135-171.

Cross, R.A. 1980. Distribution of sub-families of Gramineae in the old world Kew Bulletin. 35(2):279-289.

Font Quer, P. 1979. Diccionario de Botánica. Barcelona, Editorial Labor, S.A. 1244 p.

Gould, F.W. 1974. A comparision of the grass floras of Coahuila, Baja California and Chiapas. Amer. Jour. Bot. 61(5):43. (Abstracts).

Hartley, W. 1950. The global distribution of tribes of the Gramineae in relation to historical and environmental factors. Austr. J. Agric. Res. 1(4):355-373.

———————. 1958a. Studies on the origin, evolution and distribution of the Gramineae I the tribe Andropogoneae. Aust. J. Bot. 6:116-128.

———————. 1958b. Studies on the origin, evolution, and distribution of the Gramineae. II. The tribe Paniceae. Austr. J. Bot. 6:343-357.

——————— and C. Slater. 1960. Studies on the origin, evolution, and distribution of the Gramineae III. The tribes of the subfamily Eragrostideae. Aust. J. Bot. 8:256-276.

Henrickson, J. 1977. Saline habitats and Halophytic vegetation of the Chihuahuan desert region. In: Weaver, R.H. and D.H. Riskind (Ed.). Transactions of the Symp. on the Biological Resources of the Chihuahuan Desert Region. USA and Mexico. pp. 289-334.

Hernández X., E. 1959. Patrones de distribución de algunos zacates mexicanos. Chapingo. 12(77, 78):392-398.

Jardine N., and R. Sibson. 1977. Mathematical Taxonomy. New York. John Wiley and Sons, Ltd. 286 p.

Kohlmann, B. y S. Sánchez-Colón. 1984a. Estudio Areográfico del género *Bursera* en México. Cact. Suc. Méx. 29(2);27-32.

———————————————. 1984b. En Métodos Cuantitativos en la Biogeografía. Programa MAB. Inst. de Ecología, México. pp.43-120.

López, A.R. 1981. Espectro de tribus de gramíneas en el Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. Tesis Lic. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 150 p.

Montaldo, P. 1977. El espectro de las tribus de Gramíneas de los llanos venezolanos. Turrialba 27(2):175-177.

Muller-Dombois D., and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York. John Wiley and Sons. 547 p.

Pinkava, D.J. 1979. Vegetation and flora of the Bolson of Cuatrocienegas Region, Coahuila, México. Bol. Soc. Bot. Méx. 38:35-74.

Repoport, E.H. 1975. Areografía. Estrategias geográficas de las especies. México. Fondo de Cultura Económica. 214 p.

Ruiz de Esparza, V.R. 1986. Inventario de los Recursos Florísticos de la Reserva de la Biósfera de Mapimí. Tesis Lic. Guadalajara, Jal. Escuela de Biología. U.A.G. 145 p.

Rzedowski, J. 1962. Contribuciones a la Fitogeografía Florística e Histórica de México. I. Algunas consideraciones acerca del elemento endémico en la Flora Mexicana. Bol. Soc. Bot. Méx. 27. pp. 52-65.

————————. 1972. Contribuciones a la Fitogeografía Florística e Histórica de México. II. Afinidades geográficas de la Flora Fanerogámica de diferentes regiones de la República Mexicana. An. México. Esc. Nac. Cienc. Biol. 19:45-48.

————————. 1973. Geographical Relationships of the Flora of Mexican Dry Regions. In: Graham, A. (Ed.). Vegetation and Vegetational history of Northern Latin America. New York. Elsevier Scientific Publishing Co. pp. 61-72.

————————. 1975. An ecological and phytogeographical analysis of the grasslands of Mexico. Taxon 24(1):67-80.

Secretaría de Programación y Presupuesto. (SPP). 1983. Síntesis Geográfica de Coahuila. México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 163 p.

Sneath, P.H.A. and R.R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification. San Francisco, Calif. W.H. Freeman and Company. 573 p.

Valdés R., J. 1977. Gramíneas de Coahuila. Lista de especies. Clave para los Géneros. Saltillo, Coahuila. Monografía Técnico Científica. 3(11):884-1009.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a las siguientes personas que amablemente revisaron el manuscrito original, haciendo valiosas sugerencias y comentarios para la mejor presentación: Dr. Jorge S. Marroquín, Fac. de Silvicultura UANL; Dr. Fernando Chiang C. y Claudio Delgadillo, Inst. de Biología UNAM; Dr. J. Rzedowski, Inst. de Ecología; Dr. José M. Fernández Brondo, Depto. de Botánica UAAAN.