

Agraria

AGRARIA VOL. 3, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1987

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO
Buenavista, Saltillo., Coah., México
www.uaaan.mx

DIRECTORIO DE LA UAAAN

RECTOR:

Ing. MS. Reginaldo de Luna Villarreal

SECRETARIO GENERAL:

Ph.D. Luis Alberto Aguirre Uribe

DIRECTOR DE INVESTIGACION:

Ph.D. Homero Ramírez Rodríguez

SUBDIRECTOR DE INTERCAMBIO CIENTIFICO

Ing. MS. Julián Gutiérrez Castillo

SUBDIRECTOR DE DESARROLLO DEL PERSONAL CIENTIFICO

Ing. M.C. Arturo Coronado Leza

SUBDIRECTOR DE PROGRAMACION Y EVALUACION CIENTIFICA

Ing. M.C. Gustavo Olivares Salazar

SUBDIRECTOR DE OPERACION DE PROGRAMAS

Ing. Ricardo Torres Ramos

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

AGRARIA. Es una revista científica creada para difundir los resultados de la investigación generados, preferentemente, por los maestros y alumnos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se publica 2 veces al año, con un tiraje de 1 000 ejemplares.

Comisión Editorial: Ing. Felipe Rodríguez Cano, Ing. Gustavo Villarreal Maury, Ing. Oziel Montañez González, e Ing. Julián Gutiérrez C.

La edición, diseño e impresión de esta publicación, estuvo a cargo del personal de las Subdirecciones de Difusión y Servicios de apoyo, y de Intercambio Científico de la UAAAN.
Editor: Ing. Oziel Montañez González.

CENTEOTL. Deidad de la Agricultura; es una advocación de *chicomecóatl*, Diosa del maíz de los aztecas. La UAAAN, en su afán de rescatar los valores culturales del pasado histórico de México, ha adoptado como logotipo de esta revista a *Centéotl*, como un símbolo que evoca y reafirma nuestras raíces culturales.

Agropapia

AGRARIA VOL. 3, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1987

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO
Buenavista, Saltillo., Coah., México
www.uaaan.mx

CONTENIDO

COROLOGIA DE LAS GRAMINEAS DE COAHUILA, MEXICO. Valdés Reyna, J. y Espinoza Aburto, J.	109
CLASIFICACION DEL GRADO DE RESISTENCIA A CLOROSIS, PARAMETROS GENETICOS Y CORRELACIONES EN FRIJOL COMUN. Cortinas Escobar, H.M. y Kuruvadi S.	137
COMPORTAMIENTO DE 2 LINEAS PROLIFICAS DE MAJZ (<i>Zea mays</i> L.) Burciaga Vera, G.A., Vega Sánchez, M.C., Rodríguez Valdés, J.G. y Arreola Garcia, J.	154
METODOLOGIA PARA EVALUAR <i>in vitro</i> GENOTIPOS DE MAIZ EN BASE A SU RESISTENCIA A <i>Fusarium moniliforme</i> , Escobedo Bocardo, L. y Olivares Salazar, G.	171
LAS HORMIGAS <i>Crematogaster</i> sp. ASOCIADAS A <i>Yucca filifera</i> (CHAMB.) EN EL SUR DE COAHUILA. Guerrero Rodríguez, E., Beristáin Rosales, L.A. y Aguirre Uribe, L.A.	187
TRIFLUMURON, UNA ALTERNATIVA DE CONTROL DE <i>Musca domestica</i> L. (DIPTERA MUSCIDAE), MORTALIDAD DE LARVAS Y EMERGENCIA DE ADULTOS Lozoya Saldaña, A , Juárez Ramos, F J. y Aguirre Uribe L.A.	195
OPCIONES DE MANEJO Y TRANSFORMACION EN EL MATORRAL CRASIOSULIFOLIO ESPINOSO EN EL NORTE DE MEXICO. Medina Torres, J.G., Cruz Bretón, J.A. de la, y Cavazos Cadena, O.E.	212
CARACTERIZACION DE LAS RELACIONES HIDRICAS INTERNAS DEL CULTIVO TRITICALE (<i>X. Triticosecale</i> WITTMACK). Faz Contreras, R. y Jasso Ibarra, R.	229



COROLOGIA DE LAS GRAMINEAS DE COAHUILA, MEXICO

Jesús Valdés Reyna¹
Javier Espinoza Aburto²

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 (hoÿ 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 rearrreglada 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 C₄ (Andropogoneae, Paniceae, Chlorideae y Aristideae) tienen, en general, patrones de distribución ampliamente similares, mientras que los grupos C₃ (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 28°C, 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 siguió 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 rearrreglo 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 Artega. 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 semisecho 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 méxicas como xéricas, en cada una de ellas; sin embargo, el patrón de dominancia se conforma al gradiente climático anteriormente mencionado

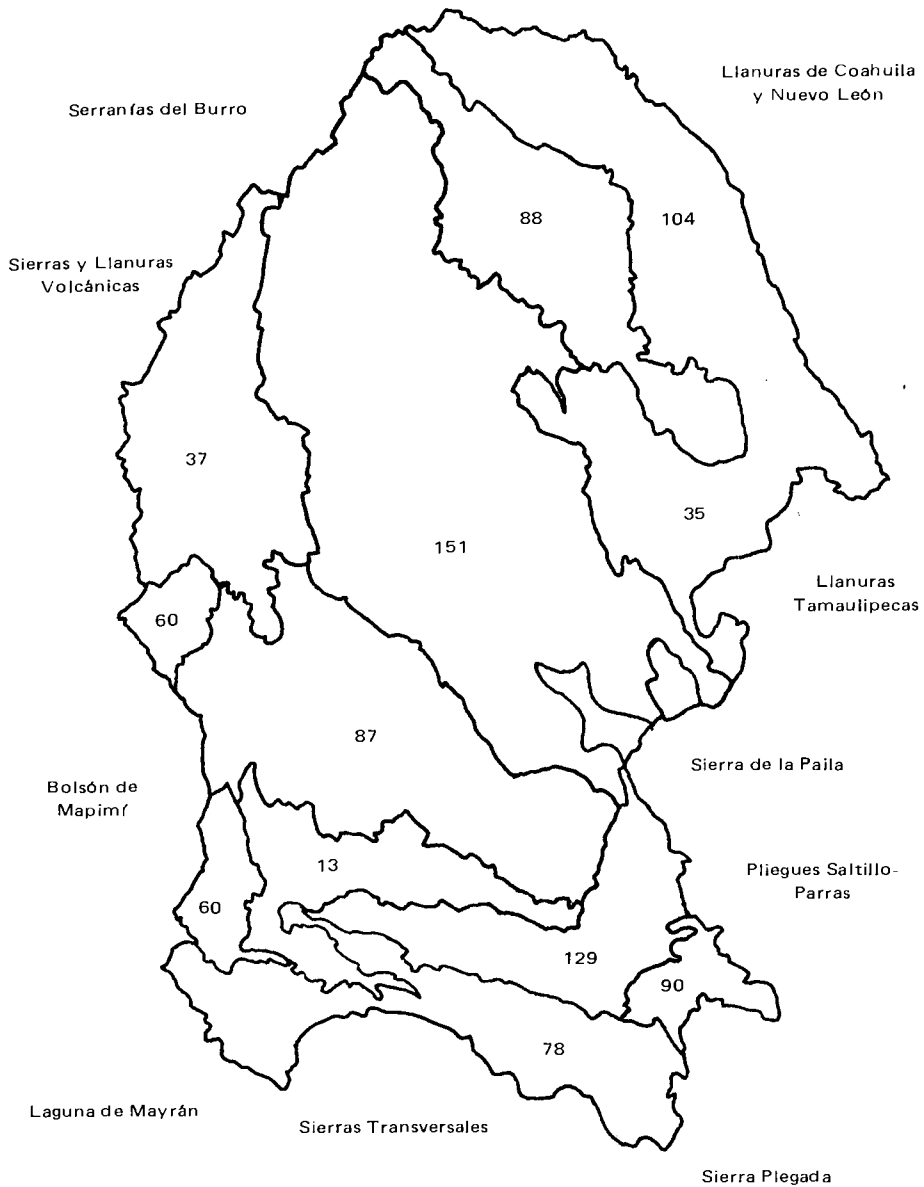


Figura 1. Total de especies por unidad de área (259 spp).

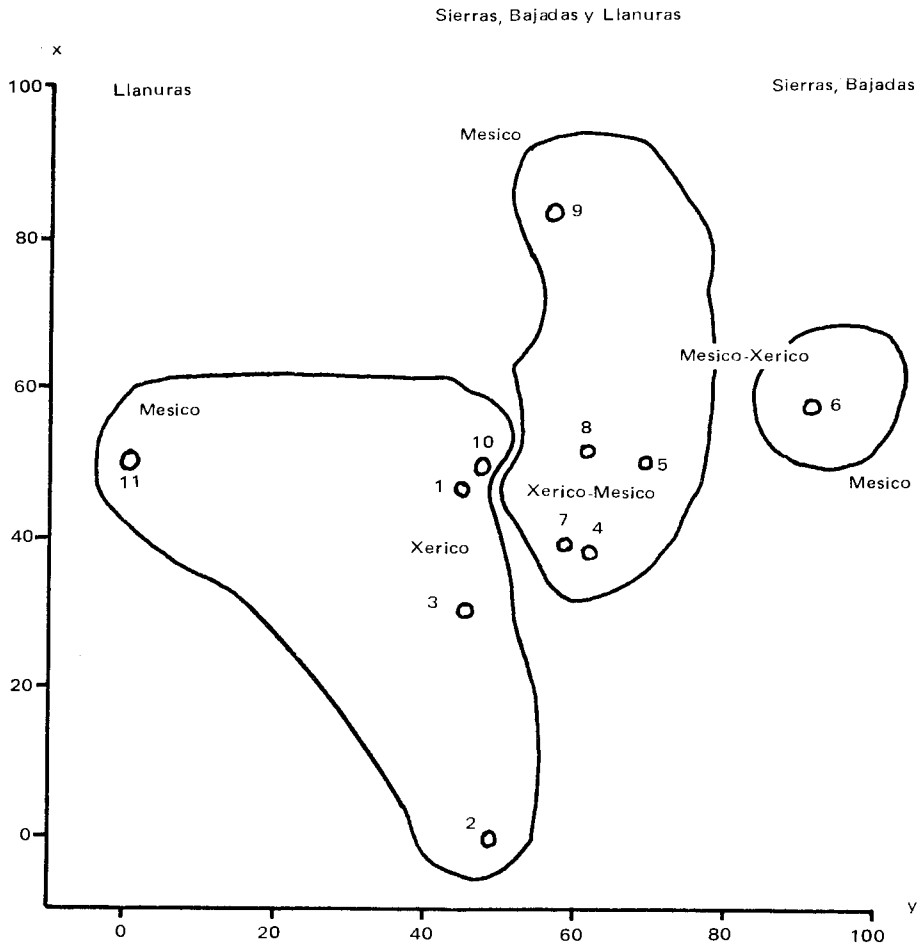


Figura 2. Ordenación polar (en 2 ejes) de las unidades de área de Coahuila, en términos de especies de gramíneas.

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.

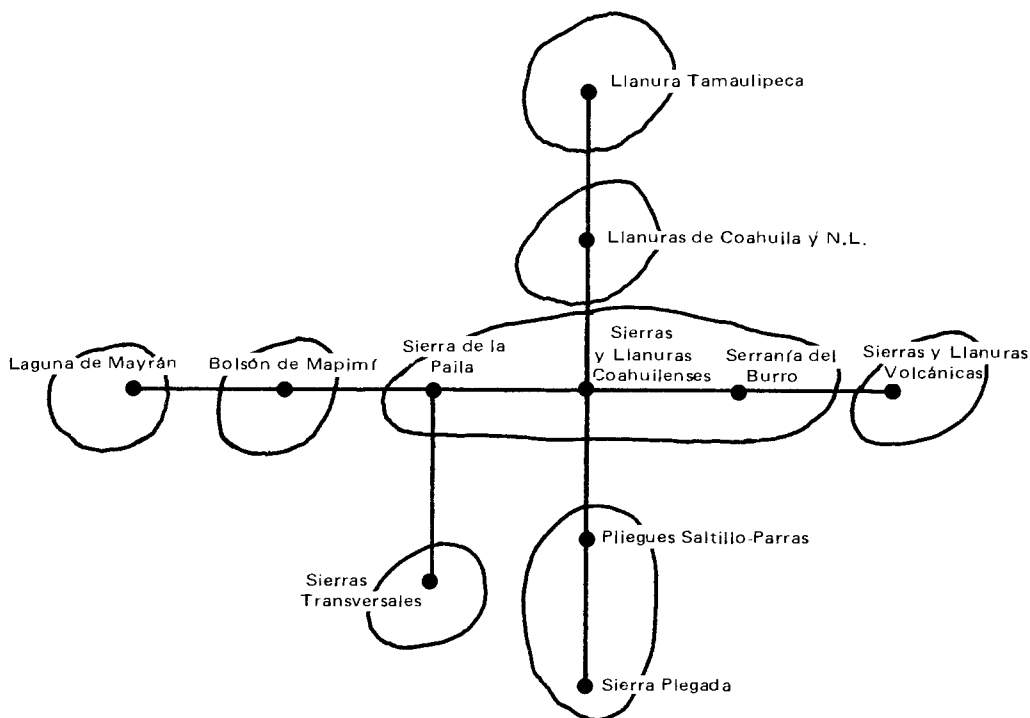


Figura 3. Grafo de longitud mínima comparando áreas de Coahuila en términos de especies de gramíneas. Sobreposición del análisis de "conglomerados" por enlace promedio.

El análisis de conglomerados realizado por enlace promedio, sobre- puesto sobre el grafo, muestra que se pueden distinguir 8 grupos de homo- geneidad 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 orde- nación 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 gramí- neas 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 ten- dencias, con el patrón de distribución de las especies y géneros, no específi- camente 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 Coa- huila.

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 90%, 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%)

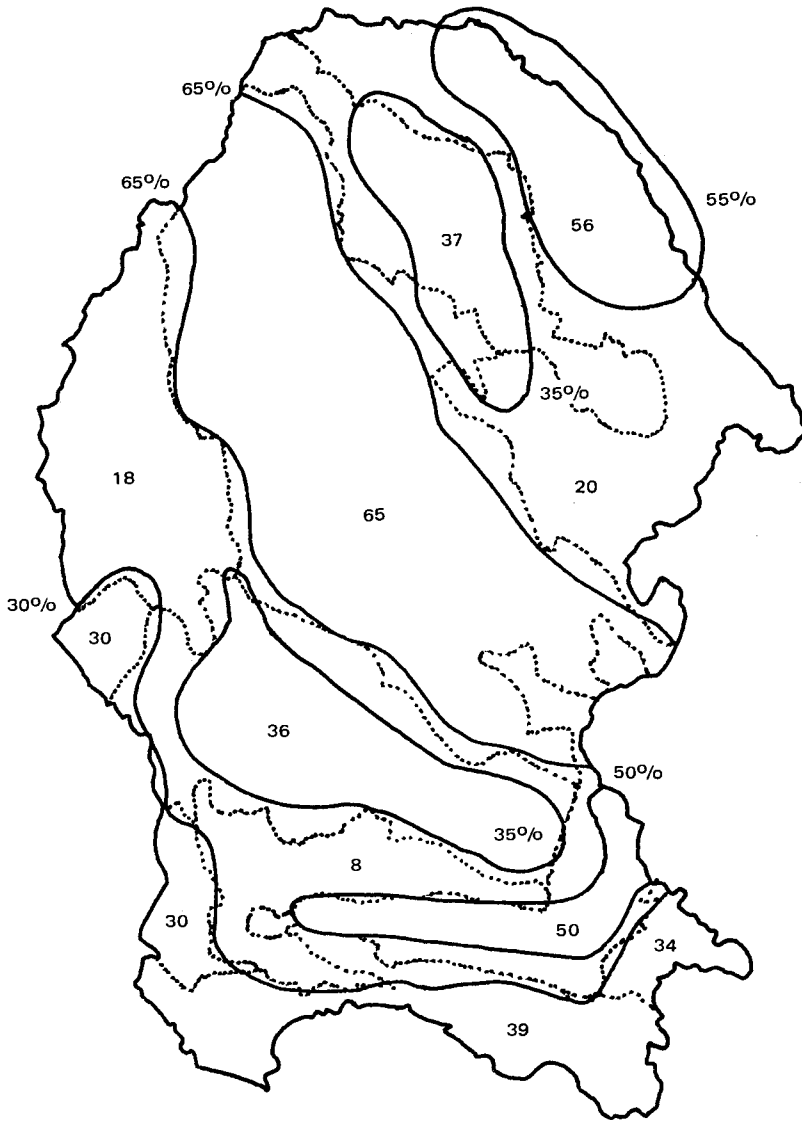


Figura 4. Especies con distribución al sur de Estados Unidos y México, 100 spp. Isócloras al 65, 55, 50, 35 y 30%.

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

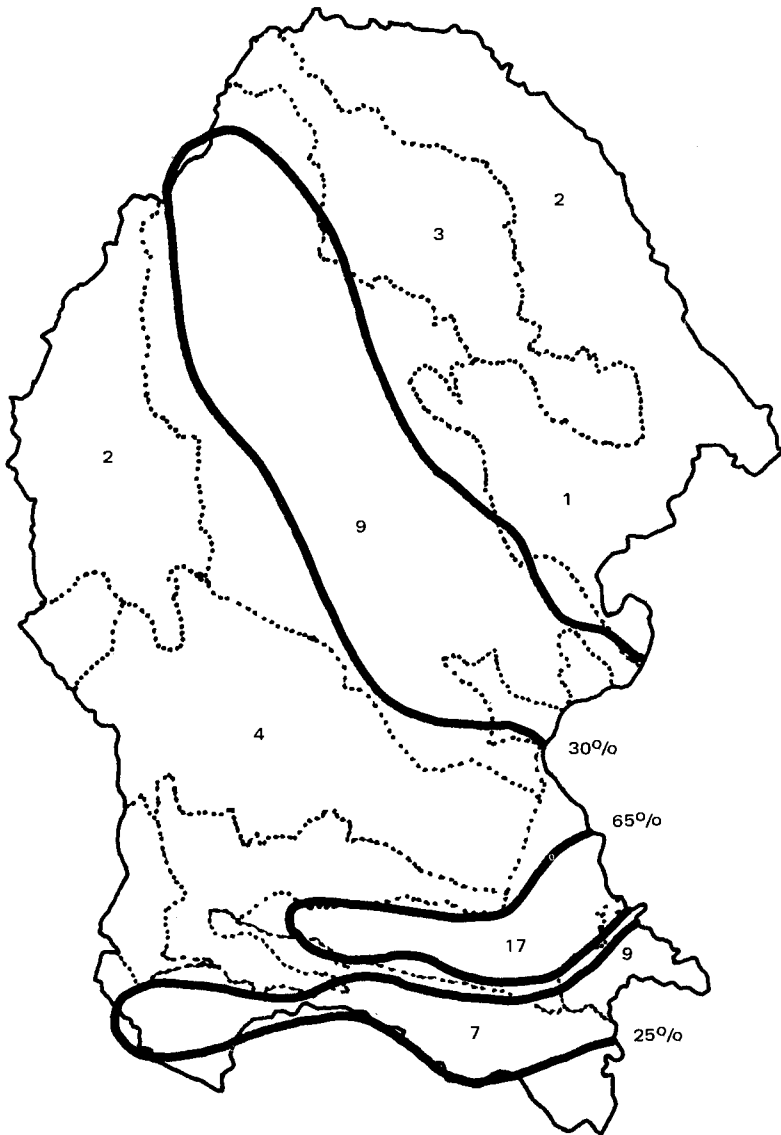


Figura 5. Especies con distribución restringida a México. 25 spp. Isócoras al 65, 30 y 25%.

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* (Michx.) 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 niple, 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.

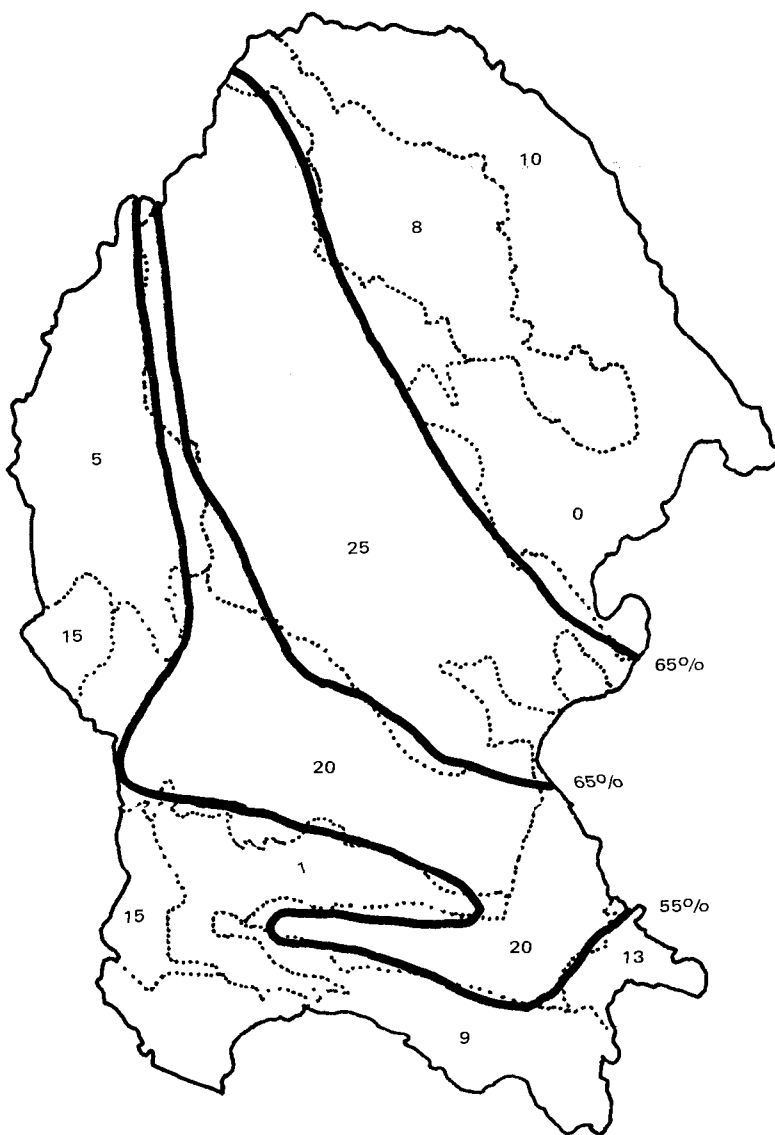


Figura 6. Especies con distribución en Estados Unidos, México y Sudamérica. 36 spp. Isócoras al 65 y 55%.

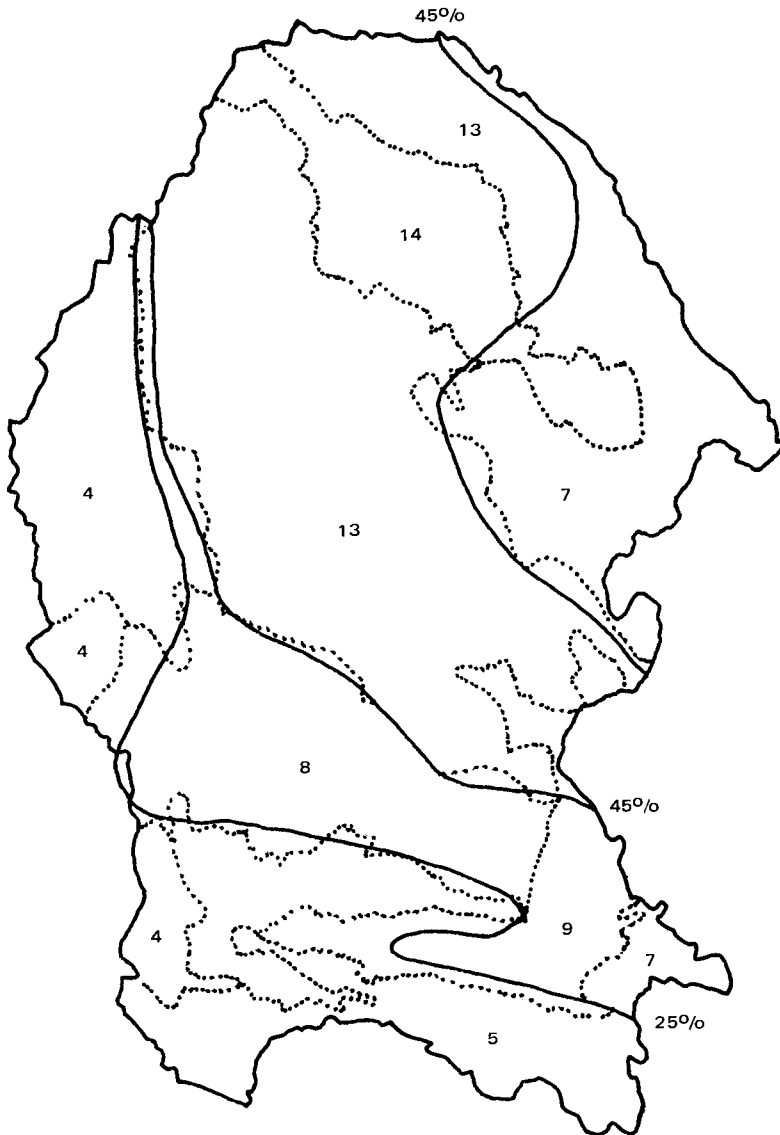


Figura 7. Especies con distribución en Norteamérica hasta México, 27 spp. Isócoras al 45 y 25°N

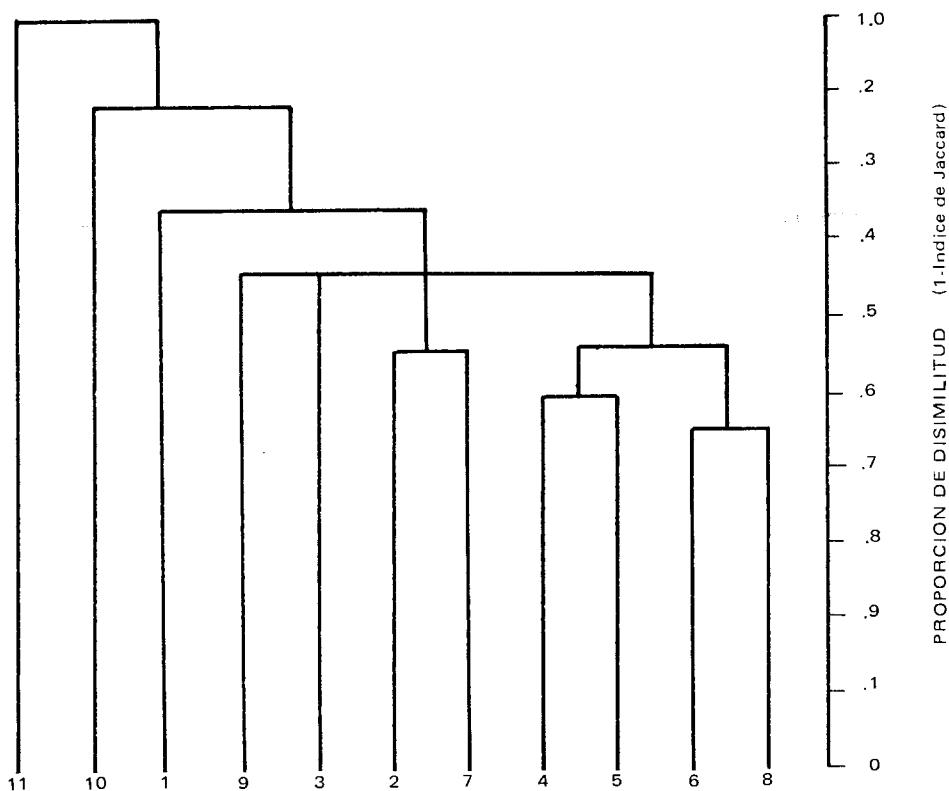


Figura 8. Dendrograma construido por enlace simple comparando áreas de Coahuila en términos de la distribución de especies endémicas. Los números equivalen a los definidos originalmente para las unidades de estudio.

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.

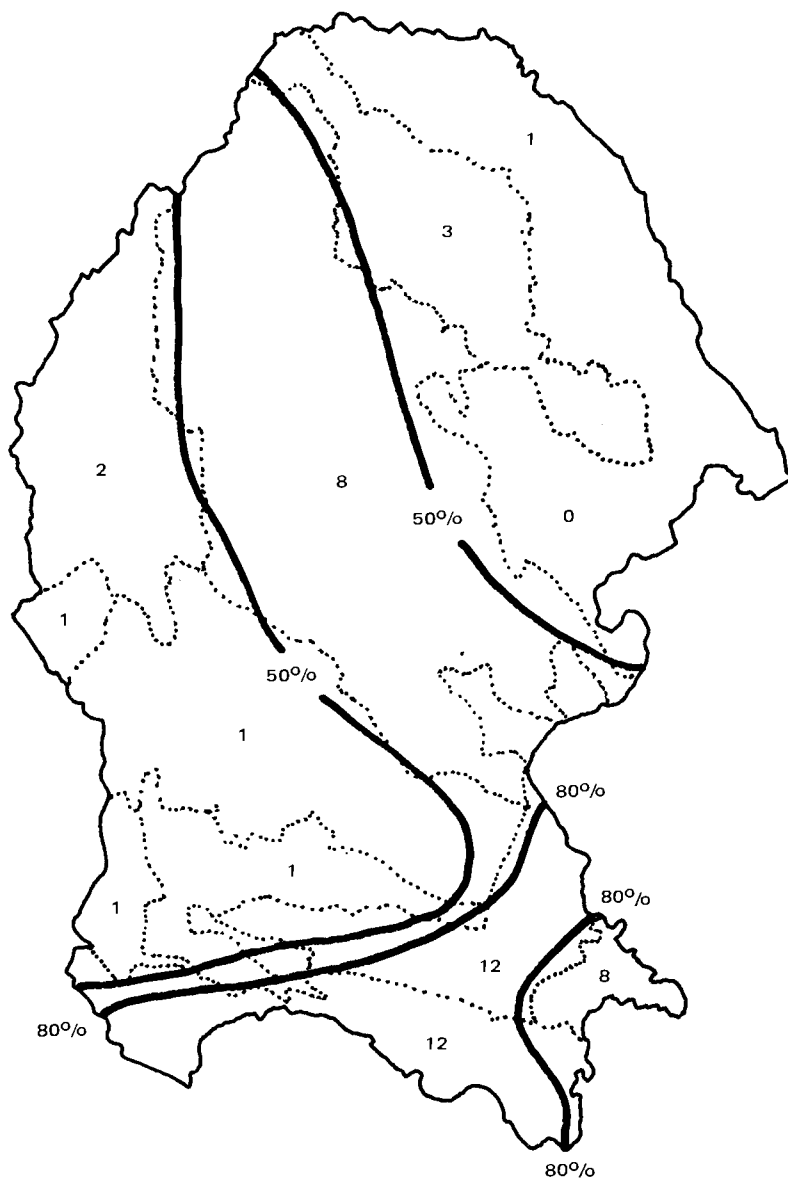


Figura 9. Centro de endemismo localizado en los pliegues, Saltillo-Parras y Sierras Transversales de Coahuila. 15 spp. Isócoras al 80 y 50%.

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.

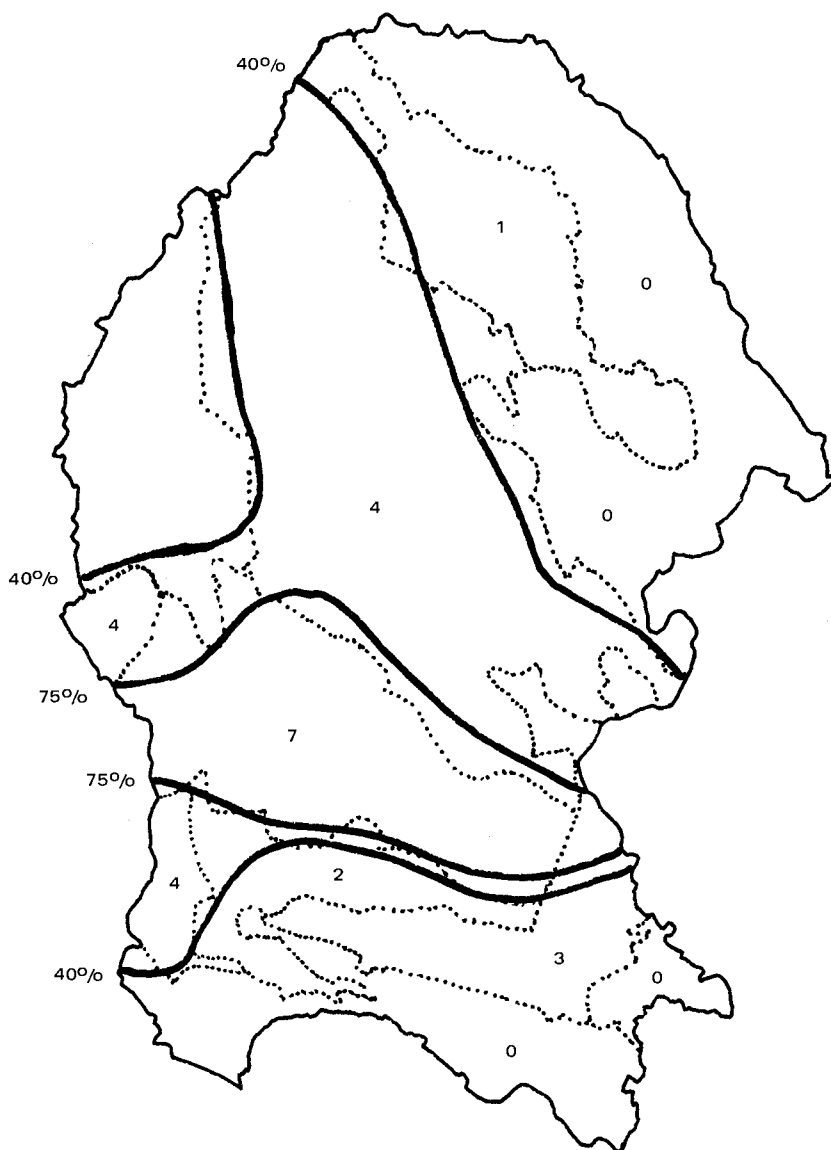


Figura 10. Centro de endemismo localizado en la Sierra de la Paila, en Coahuila, 9 spp. Isócoras al 75 y 40%.

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 comparison 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 Eragrosti-deae. 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 Cuatrociénegas 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.

CLASIFICACION DEL GRADO DE RESISTENCIA A CLOROSIS, PARAMETROS GENETICOS Y CORRELACIONES EN FRIJOL COMUN*

Héctor M. Cortinas Escobar¹
Sathyanarayanaiah Kuruvadi²

RESUMEN

Se evaluaron 20 genotipos de frijol durante 2 años, bajo un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones, con el objetivo de clasificar genotipos de acuerdo a su grado de resistencia a clorosis, calcular parámetros genéticos y correlaciones entre diferentes variables.

El análisis de varianza indicó diferencias significativas para todas las características estudiadas, y se identificaron 5 genotipos: Mulato, Pinto Norteño, Fe-30-RB, S-17-RB y Fe-22-RB, como altamente resistentes a clorosis. Por su alto rendimiento y sus componentes, sobresalen: S-17-RB, Adjuntas 21, Fe-30-RB, Ciateño y S-19-RB. Se recomienda hibridación entre variedades con alta resistencia a clorosis y altamente rendidoras, para obtener recombinaciones superiores.

El rendimiento se correlacionó significativa y positivamente con vainas por planta, semillas por vaina, altura y días a floración, y negativamente con clorosis. Se registraron altos valores de heredabilidad en sentido amplio para: rendimiento, vainas por planta, semillas por vaina, peso de 100 semillas, altura, días a floración y clorosis. Selección visual para estas características es muy efectiva para mejorar rendimiento en frijol.

* Parte del trabajo de tesis de 1, como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante 1985.

1 Tesista, actualmente Investigador del Programa de Frijol del Campo Agrícola Experimental, Río Bravo, Tamaulipas.

2 Ph.D. Maestro Investigador del Depto de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.

INTRODUCCION

El frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) es una leguminosa muy importante por su alto contenido de proteína, y por la gran cantidad de grano consumido por el pueblo mexicano. México es el centro de origen del frijol, y cuenta con gran variabilidad para diferentes características. La superficie dedicada a su cultivo, en México, es aproximadamente 2 millones de hectáreas por año, de las cuales un 15% se desarrolla bajo condiciones de riego con un rendimiento medio de 1 300 kg/ha.

Los bajos rendimientos se atribuyen a la acción e interacción de diversos factores, como: plagas, enfermedades, sequía, y exceso o deficiencia de macro y micronutrientes. Específicamente, en la región agrícola del Norte de Tamaulipas, la deficiencia de hierro asimilable ha sido identificada como la causante principal de la clorosis que se presenta en las hojas de frijol. Este factor limita el desarrollo de la planta, y en casos severos causa la muerte de la misma. La clorosis normalmente se expresa en las plantas cultivadas en suelos calcáreos de escasa precipitación, y puede reducir considerablemente el rendimiento de las variedades susceptibles de frijol (Galván 1983).

La deficiencia de hierro en las plantas, es causada por diferentes factores cuya importancia puede variar entre localidades y años, lo cual produce una gran cantidad de interacciones entre dichos factores, incrementa el valor de la interacción del genotipo con el medio ambiente, y dificulta la correlación del problema (Brown, 1961).

Los métodos para controlar la deficiencia de hierro, incluyen la aplicación de micronutrientes, un adecuado manejo del cultivo, y el uso de variedades resistentes. El mejoramiento genético para desarrollar variedades resistentes, es el método más eficiente, económico y fácilmente adoptado por el agricultor, ya que elimina los altos costos de los micronutrientes y su aplicación.

La literatura publicada sobre los factores que provocan el desarrollo de la clorosis, y especialmente, estudios de la variabilidad para el grado de resistencia a clorosis bajo condiciones de riego es muy escasa, por lo cual, la presente investigación pretende obtener información sobre resistencia a clorosis, utilizando 20 genotipos de frijol con los siguientes objetivos:

Clasificar el grado de resistencia a clorosis en algunos genotipos de frijol.

- Identificar genotipos que combinen alto rendimiento y resistencia a clorosis, y
- Estudiar parámetros genéticos, correlaciones, y sus implicaciones en el mejoramiento genético del frijol.

REVISION DE LITERATURA

Tiffin (1983) indica que el fierro en la semilla, se ubica en la clase de micronutrientes que generalmente se encuentra en cantidades no adecuadas, excepto en las etapas tempranas de la plántula, a pesar de las cantidades relativamente elevadas que pueden encontrarse en semillas grandes.

Bowen (1981) reporta que el primer síntoma visible de deficiencia de fierro, es un moteado clorótico entre las nervaduras de las hojas nuevas en formación. A medida que la deficiencia se hace más severa, las áreas moteadas se tornan amarillas. En caso de deficiencia severa, toda la hoja, incluso las nervaduras, se tornan amarillas, y a veces hasta blancas. Si esa condición empeora, las partes cloróticas, o toda la hoja, se vuelven necróticas. Las plantas resultan delgadas y débiles, y no producen floración ni fructificación normales. El desarrollo de la planta queda muy retardado y puede morir.

Brown (1961) indica que los factores que causan la clorosis férrica son: bajo suministro de fierro, carbonatos de calcio en el suelo, bicarbonatos en el suelo o agua de riego, sobreirrigación o alto nivel de humedad, alto nivel de fosfatos, altos niveles de metales pesados como Magnesio, Cobre y Zinc, altas o bajas temperaturas, alta intensidad de luz, altos niveles de nitrógeno, desbalance de cationes, baja aereación del suelo, virus, y daño de raíces por nemátodos u otros organismos. En general, cualquier factor que intervenga en la absorción o utilización del fierro puede causar una deficiencia de este elemento.

Brown y Jones (1976) han reportado que el uso del fierro por las plantas es controlado genéticamente por un mecanismo adaptativo, el cual es activado en las plantas fierro-eficientes en respuesta a una deficiencia, pero permanece inactivo si el fierro es suficiente.

Galván (1983), al estudiar el comportamiento de 25 genotipos de frijol, estimó una pérdida de 611 kg/ha por cada unidad de aumento en el grado de clorosis férrica. El hecho de que las plantas difieran en su capacidad para utilizar el fierro, permite una solución adecuada y económica a largo plazo al problema de la clorosis.

Salinas (1982) señala que las correlaciones entre el rendimiento del frijol y algunas características, como: peso de 100 semillas, longitud de vainas, días a floración, área foliar, peso seco de planta y altura, son poco confiables, debido a su poca repetitividad en diferentes experimentos.

Sathyanarayanaiah y Morales (1985) mencionan que la utilidad de calcular los parámetros genéticos, radica en particionar las varianzas atribuibles a diversas causas. La varianza fenotípica es constituida por las varianzas genotípicas, ambiental y de interacción; la varianza genotípica, a su vez, se constituye de los efectos genéticos aditivos, de dominancia e interacción. Estudios de parámetros genéticos son muy útiles para interpretar los resultados, y planear un eficiente programa de mejoramiento genético de los cultivos.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación comprendió 2 experimentos, los cuales se establecieron en el Campo Agrícola Experimental de Río Bravo, Tamps., (CAERIB), durante los ciclos otoño-invierno de 1983 (experimento I), y primavera-verano de 1984 (experimento II).

Los 20 genotipos incluidos en este estudio (Cuadro 1) fueron proporcionados por los investigadores del programa de frijol y soya del CAERIB: 17 de ellos son originarios del Norte de Tamaulipas, uno del sur del mismo Estado, uno de Veracruz y uno del Estado de Querétaro. Se presentan 2 tipos de hábito de crecimiento en los materiales, 14 de ellos son de hábito indeterminado con crecimiento erecto, y 6 genotipos presentan hábito indeterminado con numerosas ramas postradas. El peso de 100 semillas varía de 15 a 32 g, y se observan diferentes colores de semillas que incluyen: el negro, bayo, rosado, bayo-negro, bayo-café y bayo-morado. Estos genotipos contienen una considerable variación, para componentes del rendimiento y características agronómicas.

Los suelos de Río Bravo, Tamps., presentan una textura arcillosa, medianamente pobres en materia orgánica, un pH muy ligeramente alcalino de 7.3, y una conductividad eléctrica de 2.22 mmhos/cm, correspondiente a un suelo ligeramente salino. La temperatura y precipitación media anual es de 23°C, y 700 mm, respectivamente.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con 4 repeticiones para cada experimento. La parcela experimental se formó de 4 surcos de

Cuadro 1. Características y origen de los genotipos de frijol incluidos en el estudio.

Genotipo	Hábito*	Color de grano	Peso de 100 semillas (g)	Origen
Mulato	III	Bayo-negro	22	Tamaulipas
Azabache	II	Negro	18	Tamaulipas
Delicias 71	III	Bayo-café	17	Tamaulipas
Pinto 114	III	Bayo-cefé	31	Tamaulipas
Negro Jamapa	II	Negro	17	Tamaulipas
Agrarista	II	Bayo	16	Tamaulipas
Ciateño	II	Bayo	16	Tamaulipas
S-18-RB	II	Negro	18	Tamaulipas
Negro-Huasteco	II	Negro	15	Veracruz
Adjuntas-21	II	Bayo	16	Sur Tamaulipas
Lef-25-RB	III	Bayo-café	32	Tamaulipas
Agramejo	II	Bayo	16	Tamaulipas
Pinto Norteño	II	Bayo-café	17	Tamaulipas
Fe-33-RB	II	Rosado	21	Tamaulipas
Fe-30-RB	II	Bayo-café	21	Tamaulipas
S-19-RB	II	Negro	21	Tamaulipas
S-17-RB	III	Bayo-negro	17	Tamaulipas
S-4-RB	II	Bayo	20	Tamaulipas
Fe-22-RB	II	Bayo-negro	22	Tamaulipas
Flor de Mayo	III	Bayo-morado	30	Querétaro

* II Hábito indeterminado con crecimiento erecto

III Hábito indeterminado con numerosas ramas postradas

5 metros de longitud; la distancia entre surcos y entre plantas fue de 80 cm, y 5 cm, respectivamente. La parcela útil fue formada por los mismos 4 surcos, a los cuales se les eliminó 50 cm en cada extremo, para un total de 12.8 m² de superficie.

La siembra del experimento I se realizó el día 11 de agosto de 1983, y el II el 16 de febrero de 1984. Se aplicó un riego de siembra en ambos casos, y un riego de auxilio a los 25 días después de la siembra.

El manejo del experimento, en cuanto a las prácticas culturales, se realizó de acuerdo a las recomendaciones para el cultivo del frijol en el Norte de Tamaulipas.

Se obtuvieron los siguientes datos, en base al promedio de 5 plantas etiquetadas al azar en cada parcela: número de vainas por planta, número de semillas por vaina, altura y rendimiento por planta. Además, los siguientes datos fueron tomados en base a la parcela útil: días a 50% de floración, rendimiento por hectárea, peso de 100 semillas y reacción a clorosis.

La reacción a clorosis fue determinada en cada parcela mediante la escala indicada por Cianzio *et al.* (1979): 1. Sin clorosis; 2. Clorosis leve; 3. Clorosis moderada; 4. Clorosis intensa; y 5. Clorosis severa con algo de necrosis. Esta escala corresponde a genotipos altamente resistentes, resistentes, moderadamente resistentes, susceptibles y altamente susceptibles, respectivamente.

Los promedios de cada característica se utilizaron para calcular análisis de varianza, parámetros genéticos y correlaciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis de varianza para todas las características agronómicas, durante los ciclos Otoño-Invierno de 1983 y Primavera-Verano de 1984, se presentan en el Cuadro 2, en el cual se revelan diferencias significativas para todas las características estudiadas entre los genotipos incluidos. Lo anterior sugiere que el mejoramiento genético para desarrollar variedades resistentes a clorosis y con alto rendimiento, es promisorio en estos genotipos. El coeficiente de variación se presentó para la mayoría de las características, en un rango de 2.9% a 17.3% en 1983, y de 2.3% a 16.8% en 1984, lo que indica la alta confiabilidad de los resultados. En 1983, el coeficiente de variación registró valores de 24.8% para rendimiento por planta, y de 26.4% para rendimiento por hectárea, los cuales fueron ligeramente altos debido a la variabilidad de los genotipos, su origen y condiciones ambientales, y sus interacciones. Mosqueda (1984), al realizar el análisis de varianza para diferentes características agronómicas en 12 genotipos de frijol bajo riego, también encontró diferencias significativas entre genotipos probados.

Cuadro 2. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol durante los ciclos otoño-invierno de 1983, y primavera-verano de 1984.

Fuentes de variación	Año	g.l.	F calculada						Días a 50% de floración	Clorosis
			Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento por planta (kg/ha)	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura		
Repeticiones	1983	3	3.29	0.68	2.57	0.51	2.47	3.17	2.22	8.57
	1984	3	3.47	0.94	0.21	0.11	0.31	3.56	5.14	1.44
Tratamientos	1983	19	5.48**	3.15**	2.96**	4.50**	44.08**	5.31**	23.69**	9.73**
	1984	19	15.36**	5.67**	7.07**	10.11**	13.35**	5.92**	147.56**	37.84**
Error (cm)	1983	57	30286.70	4.25	5.03	0.33	1.54	8.50	2.60	0.05
	1984	57	10873.80	1.02	1.80	0.11	3.86	9.11	1.70	0.02
Total (cm)	1983	79	90875.80	8.87	10.68	0.82	24.37	24.96	23.47	0.23
	1984	79	68540.30	2.99	6.06	0.48	21.10	28.77	85.88	0.25
C.V. (o/o)	1983		26.40	24.80	17.30	14.30	6.20	9.70	2.90	14.18
	1984		11.60	16.80	14.90	8.30	9.60	12.60	2.30	11.80

** Significativa al nivel de 1%

CM Cuadrado medio

Los promedios de las diferentes características agronómicas en frijol, durante 1983 y 1984, se presentan en el Cuadro 3. El rendimiento por hectárea varió de 214 a 948 kg/ha, con un promedio de 657 kg/ha en 1983, mientras que en 1984, dicha variación fue de 383 a 1 141 kg/ha, con un promedio de 902 kg/ha. Considerando en forma simultánea los resultados de los 2 años, los genotipos: S-17-RB, Adjuntas-21, Fe-30-RB, Ciateño y S-19-RB, presentaron los máximos rendimientos por hectárea y por planta. En 1984, el promedio de rendimiento fue superior en 37.30%, al obtenido en 1983.

De acuerdo con Safari (1978), los componentes del rendimiento de primer orden en frijol son: número de vainas por planta, semillas por vainas y peso de semilla. Las vainas por planta oscilan entre 10 y 17, con un promedio de 13, en 1983, mientras que en 1984, la variación fue de 4 a 11, con un promedio de 9, presentando una reducción de 44.40% en 1984, en relación a 1983. Los 4 genotipos: Pinto Norteño, Mulato, Fe-30-RB y Fe-33-RB, produjeron altos valores para vainas por planta, a través de 2 años de estudio.

El carácter número de semillas por vaina, varió de 2 a 5, con un promedio de 4 en 1983, y de 2 a 4 semillas por vaina, con un promedio de 4 en 1984. Al considerar los resultados de ambos experimentos en forma simultánea, las líneas S-17-RB presentó el mayor número de semillas por vainas (5), seguidos de 17 genotipos con igual valor (4). El promedio de esta característica no presentó cambio en los 2 años, por lo cual se considera que no fue afectada por el cambio de ambiente.

El peso de 100 semillas, en 1983, varió entre 15.1 g (Negro Huasteco) y 30.7 g (Lef-25-RB), con una media de 20.0 g; en 1984, dicha variación fue de 16.4 g (Negro Huasteco) a 31.8 g (Lef-25-RB), con un promedio de 20.5 g. Considerando en forma conjunta ambos experimentos, los genotipos: Lef-25-RB, Pinto-114, S-4-RB, Mulato y Flor de Mayo, mostraron el mayor peso de semilla. Este carácter es muy importante en el Norte de México, donde la preferencia del consumidor se inclina hacia variedades de frijol que presenten granos de mayor tamaño, por lo cual los genotipos con mayor peso de semilla, deberán utilizarse en un programa de mejoramiento genético para combinar alto rendimiento y alto peso de 100 semillas. El carácter peso de semilla no fue afectado por el ambiente, ya que el cambio en los promedios fue muy leve.

Considerando los resultados de los 2 experimentos simultáneamente, los genotipos que mostraron la mayor altura fueron: Negro Huasteco (34

Cuadro 3. Promedio de diferentes características agronómicas en frijol durante los ciclos otoño-invierno de 1983 y primavera-verano de 1984.

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)		Rendimiento por planta (g)		Vainas por planta		Semillas por vaina		Peso de 100 semillas (g)		Altura (cm)		Días a 50% de floración		Clorosis*	
	83	84	83	84	83	84	83	84	83	84	83	84	83	84	83	84
Mulato	635	1031	10.1	7.4	16	10	4	4	20.5	22.0	33	26	54	57	AR	AR
Azabache	521	1055	8.3	6.9	13	10	4	4	19.1	19.6	29	25	56	60	MR	R
Delicias-71	865	676	8.1	5.4	13	10	4	4	18.9	18.2	23	21	58	59	R	AR
Pinto-114	214	383	5.8	3.3	10	4	2	2	30.5	26.8	26	17	42	37	AS	S
Negro Jamapa	506	907	7.7	6.9	13	10	4	4	18.4	19.1	28	28	56	63	MR	AR
Agrarista	634	938	8.0	6.2	12	9	4	4	16.5	18.0	30	23	57	63	R	AR
Ciateño	938	926	7.1	5.5	10	9	4	4	16.2	17.9	30	24	58	63	R	AR
S-18-RB	798	848	8.4	6.4	12	10	4	4	18.9	20.4	29	23	55	57	MR	AR
Negro Huasteco	493	856	5.4	5.0	12	9	3	4	15.1	16.4	31	36	59	63	MR	MR
Adjuntas-21	901	1121	8.4	6.8	13	10	4	4	17.9	18.4	32	24	57	62	R	AR
Lef-25-RB	750	821	9.4	5.1	13	7	4	3	30.7	31.8	28	21	54	36	R	R
Agramejo	599	879	8.6	6.2	13	10	4	4	17.6	21.5	32	24	57	63	R	AR
Pinto Norteño	495	840	11.1	5.6	17	10	4	4	17.1	17.9	30	22	54	55	AR	AR
Fe-33-RB	502	1055	9.9	6.9	15	11	4	4	19.5	20.0	32	25	56	56	R	AR
Fe-30-RB	948	1056	9.7	7.6	16	11	4	4	20.5	20.8	36	27	56	58	AR	AR
S-19-RB	792	1039	7.2	7.0	13	10	4	4	17.3	21.5	32	26	56	57	MR	AR
S-17-RB	886	1141	11.2	5.4	16	9	5	4	20.0	17.0	30	26	54	61	AR	AR
S-4-RB	766	957	9.7	7.3	13	10	4	4	19.7	23.4	35	28	54	57	A	AR
Fe-22-RB	521	957	7.9	5.7	13	9	4	4	21.3	20.3	29	24	47	51	AR	AR
Flor de Mayo	386	458	4.0	3.5	11	6	3	3	23.8	18.4	23	23	54	47	S	S
Promedio	657	902.	8.3	6.0	13	9	4	4	20.0	20.5	30	24	55	56		
DMS (50%)	302	181	3.6	1.8	4	2	1	1	2.2	3.4	5	5	3	2		

* AR Altamente resistente
R Resistente
MR Moderadamente resistente
S Susceptible
AS Altamente susceptible

cm), Fe-30-RB (32 cm), S-4-RB (32 cm) y Mulato (30 cm). Rocha (1984) señala que la altura de planta es una función del número y longitud de entrenudo; en cada nudo se desarrolla una hoja y un racimo, por lo cual, teóricamente, el rendimiento depende del número de nudos por planta.

De acuerdo a la fecha de floración, los genotipos más precoces en los 2 experimentos fueron: Pinto-114 (40 días), Lef-25-RB (45 días), Fe-22-RB (49 días) y Flor de Mayo (51 días), mientras que los que presentan mayor número de días a floración son: Ciateño y Negro Huasteco (ambos con 61 días), seguidos de: Negro Jamapa, Agrarista, Adjuntas-21 y Agramejo (60 días). De acuerdo con Miranda (1966), las variedades precoces pueden ser utilizadas para evitar el riesgo de heladas, sequía, plagas, enfermedades, y para cubrir el mercado cuando hay escasez de frijol. Por otro lado, las variedades intermedias se prefieren para áreas de riego altamente tecnificadas, y las tardías se utilizan, principalmente, en asociación con otros cultivos para autoconsumo, en regiones poco tecnificadas. La diferencia entre el promedio de 1983 y 1984 fue muy leve, por lo que se considera que el carácter días a floración es muy estable a través de 2 años.

En el Cuadro 4 se muestra la clasificación de los genotipos, de acuerdo a su reacción a clorosis durante 1983 y 1984. Los síntomas de clorosis fueron observados al inicio de la floración, aproximadamente a los 50 días después de la siembra, y se manifestaron en forma de un amarillamiento progresivo de las hojas más jóvenes, disminuyendo la altura, el rendimiento y sus componentes, lo que provocó un retraso en el desarrollo general de las plantas, así como la muerte de los genotipos más susceptibles. La clorosis se manifestó con una gran variación en los recursos genéticos incluidos en el presente estudio.

De acuerdo al grado de clorosis, los genotipos: Mulato, Pinto Norteño, Fe-30-RB, S-17-RB y Fe-22-RB, se clasificaron como altamente resistentes, mientras que: Delicias-7a, Agrarista, Ciateño, Adjuntas-21, Lef-25-RB, Agramejo, Fe-33-RB y S-4-RB, se clasificaron como resistentes.

En 1983 se observa un ligero incremento en la susceptibilidad a clorosis de los genotipos, con respecto a 1984, lo cual se atribuye a los excesos de humedad provocados por lluvias intensas, en combinación con el drenaje deficiente de los suelos de Río Bravo. La expresión de los síntomas de clorosis puede variar entre años, por lo que los materiales deben estudiarse por lo menos 2 o 3 años, para identificar una verdadera resistencia a clorosis.

Cuadro 4. Clasificación del grado de resistencia y susceptibilidad a clorosis en 20 genotipos de frijol, durante los ciclos de otoño-invierno de 1983, y primavera-verano de 1984.

Genotipo	1983	1984	Combinado
Mulato	AR	AR	AR/AR
Azabache	MR	R	MR/R
Delicias-71	R	AR	R/AR
Pinto-114	AS	S	AS/S
Negro Jamapa	MR	AR	MR/AR
Agrarista	R	AR	R/AR
Ciateño	R	AR	R/AR
S-18-RB	MR	AR	MR/AR
Negro Huasteco	MR	MR	MR/MR
Adjuntas-21	R	AR	R/AR
Lef-25-RB	R	R	R/R
Agramejo	R	AR	R/AR
Pinto Norteño	AR	AR	AR/AR
Fe-33-RB	R	AR	R/AR
Fe-30-RB	AR	AR	AR/AR
S-19-RB	MR	AR	MR/AR
S-17-RB	AR	AR	AR/AR
S- 4-RB	R	AR	R/AR
Fe-22-RB	AR	AR	AR/AR
Flor de Mayo	S	S	S/S

AR Altamente resistente
R Resistente
MR Moderadamente resistente
S Susceptible
AS Altamente susceptible

Los genotipos: Mulato, Pinto Norteño, Fe-30-RB, S-17-RB y Fe-22-RB, fueron altamente resistentes, y mostraron estabilidad a través de 2 años, lo que indica que su respuesta a la deficiencia de fierro no fue afectada por el ambiente.

Los genotipos altamente resistentes y resistentes a clorosis, también presentaron alto rendimiento, por lo que pueden ser utilizados como fuente de nuevos genes, progenitores donantes en un programa de resistencia a clorosis, para sembrarse en áreas que muestren el problema de clorosis, y como población básica en un programa de selección recurrente, con el objetivo de incrementar la frecuencia de genes resistentes en cada generación, producir nuevas recombinaciones, y mantener la variabilidad genética de la población. Prohaska y Fher (1981) mencionan que la selección recurrente puede ser utilizada con éxito en poblaciones de soya, para mejorar la resistencia a clorosis férrica en suelos calcáreos.

En el Cuadro 5 se presentan los parámetros genéticos estimados para diversas características agronómicas, en 1983 y 1984. La heredabilidad en sentido amplio, presentó valores altos de promedio de 2 años, para las características: días a floración (97.60/o), peso de 100 semillas (95.10/o), clorosis (94.30/o), rendimiento por hectárea (84.80/o), semillas por vaina (82.50/o), altura de planta (82.10/o), vainas por planta (760/o) y rendimiento por planta (75.50/o). Por lo tanto, la selección para estos rasgos es muy efectiva para mejorar rendimientos en el programa de mejoramiento genético de frijol. Estos valores de heredabilidad se consideran altos, y pueden explicarse señalando que los genotipos en estudio representan a una población mejorada para altos rendimientos a través de varias generaciones de selección. Rocha (1984), en un estudio sobre parámetros genéticos en frijol, encontró una heredabilidad en sentido amplio, superior al 800/o para rendimiento de grano. Falconer (1970) indica que la función de la heredabilidad es predecir la confiabilidad de valor fenotípico, a través de las generaciones, mientras que Liang *et al.* (1972) menciona que dicho parámetro puede ayudar a realizar una selección más efectiva, así como también a predecir el avance genético por generación.

Kambal (1969) indicó que el rendimiento es un carácter complejo, heredado cuantitativamente y determinado por diversos componentes. El rendimiento, por sí mismo, no es el mejor criterio de selección, por lo que es importante examinar sus componentes y el grado de asociación de éstos con el rendimiento.

Cuadro 5. Varianzas genéticas (Vg), fenotípicas (Vf) y heredabilidad (o/o) en sentido amplio de 8 características agronómicas de frijol durante los ciclos otoño-invierno de 1983 y primavera-verano de 1984.

Características	1983			1984		
	Vg	Vf	h ²	Vg	Vf	h ²
Rendimiento (kg/ha)	33935.09	41506.76	81.75	39040.90	44477.82	87.77
Rendimiento por planta	2.29	3.35	68.35	1.19	1.44	82.63
Vainas por planta	2.47	3.73	66.21	2.73	3.18	85.84
Semillas por vaina	0.28	0.37	75.67	0.25	0.28	89.28
Peso de 100 semillas	16.59	16.97	97.76	11.92	12.89	92.47
Altura	9.15	11.28	81.11	11.20	13.47	83.14
Días a 50% de floración	14.77	15.42	95.78	62.36	62.78	99.33
Clorosis	0.11	0.12	91.66	0.17	0.17	97.00

Espinoza (1984) mostró evidencia de que el rendimiento de frijol se correlaciona en forma positiva con el número de vainas por planta, semillas por vaina y peso de semilla.

En los 2 años se observó una correlación positiva y significativa del número de vainas por planta con rendimiento por hectárea, rendimiento por planta, semillas por vaina y altura. En los programas de selección para

alto rendimiento, los fitomejoradores de frijol están enfatizando mayor importancia al carácter número de vainas por planta, ya que puede utilizarse como índice de selección.

Se detectó una correlación positiva y significativa entre el número de semillas por vaina con rendimiento por hectárea, por planta, vainas por planta, altura y días a 50% de floración. Una correlación negativa y significativa se detectó entre el peso de 100 semillas con el número de semillas por vaina y días a 50% de floración, lo cual indica que los genotipos con semilla más pesada muestran un menor número de semillas por vaina, y tienden a ser precoces. Se detectaron importantes correlaciones significativas y positivas del carácter días a 50% de floración con rendimiento, semillas por vaina y altura de planta.

Existe asociación negativa y significativa entre clorosis con diversos rasgos, tales como: rendimiento, vainas por planta, semillas por vaina, altura y días a floración, lo que indica que la mayoría de las características estudiadas mostraron efectos negativos, reducción de los valores de rendimiento y sus componentes en frijol. Galván (1983) también indicó asociación negativa entre clorosis con componentes del rendimiento.

CONCLUSIONES

1. Existe variabilidad sustancial para rendimiento, componentes del rendimiento y características agronómicas en los genotipos estudiados.
2. Los genotipos: S-17-RB, Adjuntas-21, Fe-30-RB, Ciateño y S-19-RB, son sobresalientes para el rendimiento y sus componentes, de acuerdo a los resultados de 2 años.
3. Los genotipos Pinto Norteño y Fe-30-RB tienen alto número de vainas por planta; S-17-RB presentó el mayor número de semillas por vaina, y el mayor peso de 100 semillas se manifestó en Lef-25-RB y Pinto-114.
4. Los recursos genéticos: Mulato, Pinto Norteño, Fe-30-RB y Fe-22-RB, fueron identificados como altamente resistentes a clorosis, por lo que pueden utilizarse como progenitores en un programa de hibridación.

Cuadro 6. Correlaciones fenotípicas simples entre diferentes características agronómicas de frijol, durante los ciclos otoño-invierno de 1983, y primavera-verano de 1984.

Característica	Año	Rendimiento por planta	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de 100 semillas	Altura	Días a 50% de floración	Clorosis
Rendimiento (kg/ha)	1983	0.420	0.215	0.683	-0.322	0.376	0.530	-0.584**
	1984	0.831**	0.791**	0.770**	-0.252	0.477**	0.597**	-0.808**
Rendimiento por planta	1983	-	0.824**	0.739**	-0.112	0.521*	0.116	-0.749**
	1984	-	0.871**	0.743**	-0.112	0.390	0.571*	-0.762**
Vainas por planta	1983	-	-	0.583**	-0.182	0.467*	0.155	-0.699**
	1984	-	-	0.933**	-0.438	0.467*	0.756**	-0.797**
Semillas por vaina	1983	-	-	-	-0.434	0.368	0.486*	-0.776**
	1984	-	-	-	-0.613**	0.555*	0.859**	-0.762**
Peso de 100 semillas	1983	-	-	-	-	-0.365	-0.701**	0.426
	1984	-	-	-	-	-0.417	-0.780**	0.195
Altura	1983	-	-	-	-	-	0.236	-0.557*
	1984	-	-	-	-	-	0.573**	-0.187
Días a 50% de floración	1983	-	-	-	-	-	-	-0.229
	1984	-	-	-	-	-	-	-0.505*

** Significativa al nivel de 1%o

* Significativa al nivel de 5%o

5. Las características de rendimiento, vainas por planta, semillas por vaina, peso de 100 semillas y clorosis, presentaron altos valores de heredabilidad en sentido amplio, por lo cual la selección es más efectiva en estos caracteres para mejorar el rendimiento en frijol.
6. El rendimiento exhibió correlaciones positivas y significativas para: rendimiento por planta, vainas por planta, semillas por vaina, altura y días a 50% de floración, por lo que estas características pueden utilizarse como índice de selección indirecta para identificar genotipos superiores.

BIBLIOGRAFIA

- Bowen, J.E. 1981. Hierro, elemento vital para plantas y animales. Agr. de las Américas. 30(2):14-28.
- Brown, J.C. 1961. Iron chlorosis in plants. Adv. in Agron. 13:329-369.
- and W.E. Jones. 1976. A technique to determine iron efficiency in plants. Soil Sci. Soc. Amer. J. 40:398-404.
- Cianzio, S.R., W.R. Fehr and I.C. Anderson. 1979. Genotypic evaluation for iron deficiency chlorosis in soybeans by visual scores and chlorophyll concentration. Crop Sci. 19:644-646.
- Espinoza, G.S. 1984. Evaluación de la variabilidad genética y correlaciones con respecto de área foliar en diferentes etapas de crecimiento y condiciones de siembra con componentes de rendimiento en frijol común. Tesis profesional. Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 80 p.
- Falconer, D.S. 1970. Introducción a la genética cuantitativa. México. CECSA
- Galván C., F. 1983. Estudio de la eficiencia de diferentes medios de cultivos para estimar la capacidad de respuesta a la tensión férrica del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis D.C. Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Kambal, A.A. 1969. Components of yield in field beans (*Vicia faba* L.). J. Agr. Sci. 72:359-363.

- Liang, G.H., C.R. Reddy and A.D. Dayton. 1972. Heterosis in breeding depression and heritability estimates in a systematic series of grain sorghum genotypes. *Crop Sci.* 12:409-411.
- Miranda, C.S. 1966. Mejoramiento del frijol en México. México. Folleto misceláneo No. 13.
- Mosqueda A., J.E. 1984. Efecto de la densidad de planta sobre los componentes de rendimiento y sus correlaciones con rendimiento en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis profesional. Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 67 p.
- Prohaska, K.R. and W.R. Fehr. 1981. Recurrent selection for resistance to iron chlorosis in soybeans. *Crop Sci.* 21:524-516.
- Rocha, R.G. 1984. Efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre la asociación de caracteres en frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.). Tesis M.C. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Salinas G., G.E. 1982. Comportamiento de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo y en asociación con maíz (*Zea mays* L.). Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, México.
- Safari A. 1978. A yield component selection experiment involving American and Iranian cultivars of the common bean. *Crop Sci.* 18:5-7.
- Sathyanarayanaiah K. y Morales L.A. 1985. Atributos iniciales, parámetros genéticos y correlaciones en nivel de plántula de frijol tepari (*Phaseolus acutifolius* G.). México. *Agraria* 1(2):160-172.
- Tiffin, L.O. 1983. Translocación de micronutrientes en plantas. En: Mortvedt, J.J., P.M. Giordano y W.L. Lindsay (Comp.). *Micronutrientes en Agricultura*. México. A.G.T. Editor, S.A. pp. 217-252.

COMPORTAMIENTO DE 2 LINEAS PROLIFICAS DE MAIZ (*Zea mays*, L.)*

Gustavo A. Burciaga Vera¹
Ma. Cristina Vega Sánchez²
José G. Rodríguez Valdés³
Jesús Arreola García⁴

RESUMEN

Una de las alternativas mediante la cual es factible incrementar los rendimientos por unidad de superficie, es el mejoramiento genético y, dentro de éste, la formación de ideotipos, lo que implica detectar, seleccionar y acumular características morfológicas deseables en una planta, para que ésta exprese al máximo su potencial genético. En el Instituto Mexicano del Maíz de la UAAAN, se cuenta con líneas que, además de presentar divergencia genética, muestran características deseables, como prolificidad y alta lisina en el grano, que se consideran parte de un ideotipo; por consiguiente, aptas para la formación de híbridos capaces de soportar altas densidades de siembra y, por ende, incrementar los rendimientos. En base a lo anterior, se desarrolló el presente trabajo, con los objetivos de evaluar el comportamiento de 2 líneas prolíficas y de alto contenido de lisina, a través de sus cruzas con probadores (líneas y cruzas simples), también prolíficos representativos del Bajío y Trópico Seco mexicano, realizando las evaluaciones en 3 localidades de interés.

Las cruzas de prueba fueron evaluadas en 3 localidades: Celaya (Bajío); Torreón (Bajío-Trópico Seco) y Durango (Bajío-Valles Altos), y se obtuvieron rendimientos medios de: 15.068; 10.154 y 8.955 toneladas por hectárea, respectivamente. El análisis de varianza combinado mostró diferencias

¹ Tesista

² y ³ Ing. M.C. y ⁴ Ing. Maestros Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN

estadísticas entre las localidades para todas las características medidas; los tratamientos tuvieron diferencias altamente significativas en todos los caracteres; los cuadrados medios para líneas y líneas por probador, presentaron diferencias altamente significativas para rendimiento y otras características, no así para probadores.

Las correlaciones fenotípicas entre rendimiento y otras características, mostraron valores altamente significativos y positivos, como mazorcas por 100 plantas (0.57) y altura de mazorca (0.46), y significativos para altura de planta (0.33). Mazorcas por 100 plantas correlacionó de forma positiva y con alta significancia, con altura de mazorca (0.66) y con acame de tallo (0.76); con altura de planta (0.32) fue significativo, y negativo para mala cobertura (-0.37).

INTRODUCCION

El maíz es uno de los cultivos básicos de mayor interés para la alimentación a nivel mundial. En nuestro país, este grano reviste gran importancia en la dieta alimenticia de todos sus habitantes. Debido al aumento en la tasa de crecimiento de la población, año con año la producción de maíz es insuficiente para satisfacer su gran demanda, por lo que el Gobierno de México se ha visto en la necesidad de importar grandes cantidades de este cereal.

Las técnicas para incrementar el rendimiento se pueden clasificar en la mejora de las prácticas culturales y el mejoramiento de las variedades a sembrarse en diferentes ambientes; o sea, elevar la capacidad rendidora para aprovechar el agro-ecosistema.

Entre las filosofías del mejoramiento de plantas se tiene la de ideotipos, que ha sido aplicada en el Instituto Mexicano del Maíz de la UAAAN, y ha logrado éxitos tales como los híbridos AN-360, AN-461 y Tehuano H-6, entre otros, con características ideotipo para zonas específicas de explotación.

Un carácter que debe conjuntar un ideotipo es el de prolificidad, dada la naturaleza del maíz se pueden lograr genocultivares mejorados con alto porcentaje de cuateo en pocas generaciones, lo que permite una mayor plasticidad y amortiguamiento genético-ambiental, y puede explotarse en altas densidades de población bajo óptimas condiciones, cuando los factores ambientales son favorables durante toda la estación de crecimiento.

Con el propósito de explotar el carácter cuateo o prolificidad en híbridos de maíz, se implementó el presente trabajo con los siguientes objetivos:

1. Evaluar el comportamiento de líneas seleccionadas por su alto contenido de lisina, y que mostraron prolificidad a través de probadores prolíficos de los programas de Bajío y Trópico Seco.
2. Identificar las combinaciones más prometedoras para su posible explotación en regiones representativas, tanto del Bajío como del Trópico Seco.

REVISION DE LITERATURA

Sorrells *et al.* (1979) estudiaron en maíz el tipo de herencia del carácter prolificidad, en un ensayo de cruzas dialélicas, donde se involucró a 6 líneas seleccionadas y 6 no seleccionadas. Al evaluar éstas sus F_1 's y F_2 's, a densidades de 17 200 y 34 000 durante 2 años, encontraron que los efectos de aptitud combinatoria fueron significativos para prolificidad e índice de prolificidad. Al evaluar las líneas seleccionadas, sus F_1 's y F_2 's, y sus retrocruzas, encontraron efectos genéticos aditivos altamente significativos para número de mazorca e índice de prolificidad, y efectos de dominancia significativos para el índice de prolificidad.

Hallauer (1974) con el propósito de estimar la heredabilidad relativa del carácter prolificidad y cómo afecta la densidad de población a la herencia de dicho carácter, evaluó diferentes poblaciones de maíz (progenitores, F_1 's, F_2 's, RC_1 y RC_2) bajo 3 densidades de población, en 4 ambientes. Observó que las estimaciones de heredabilidad diferían entre las poblaciones dentro de una densidad de plantas y entre las densidades de planta dentro de las mismas poblaciones; basado en este estudio y otros previos, concluye que la herencia para prolificidad es compleja, condicionada grandemente por genes recesivos y depende altamente, tanto de los genotipos en estudio, como de los ambientes donde se evalúan, pues se ha observado que el carácter prolificidad es poligénico, y su distribución fenotípica es discontinua, presentando una clasificación fenotípica en clases discretas de 0, 1, 2 y 3 mazorcas por planta.

Lonnquist (1967) reporta que en 5 ciclos de selección masal, basado en el carácter prolificidad, se obtuvieron ganancias de 6.28% en la variedad Hays Golden; esto es una comparación favorable con la ganancia de 2.80%

reportada por Gardner (1961) para las primeras generaciones en la misma variedad, utilizando selección masal en base a peso de grano por planta. La eficiencia aparente de la selección por prolificidad, al incrementar la productividad, no es debida a la intensidad de selección aplicada, ya que la selección masal por peso de planta fue sujeta a una presión de selección de 10%, y para prolificidad fue cerca de 5%. Este último tipo de selección resultó ser mucho más simple de conducir, y está menos sujeto a la variación ambiental. La heredabilidad del carácter rendimiento por planta en maíz es relativamente bajo y la heredabilidad para el número de mazorcas es mayor que para rendimiento.

De acuerdo con Falconer (1960) el uso de un carácter secundario de alta heredabilidad y altamente correlacionado con un carácter primario, puede conducir a una selección indirecta que permita manejar a las poblaciones con menor error y esfuerzo; así, Lonnquist (1967) concluye que la prolificidad (carácter secundario), es más fácil de medir que el rendimiento (carácter primario).

Duvick (1974) utilizando el método continuo de retrocruzas, incrementó el carácter de prolificidad en la línea C 103 de maíz. Las 9 líneas obtenidas por este método fueron probadas a través de combinaciones híbridas bajo 3 densidades de población, en donde éstas fueron más prolíficas y rendidoras que la línea original a bajas densidades; sin embargo, fueron más precoces, presentaron mucho menos jorrismo y mucho mayor rendimiento que la línea original en altas densidades. Estos resultados van de acuerdo con la hipótesis de que el germoplasma prolífico tiende a reducir el jorrismo en altas densidades (Prior y Russell, 1975; Bunting, 1973); también Duvick (1974) demostró que las retrocruzas continuas pueden utilizarse para transferir rápidamente caracteres cuantitativos como es el de prolificidad, y concluye que un alto grado de acame presentado en híbridos prolíficos, es una medida de los altos niveles de densidad de población, o bien, donde no hubo jorrismo pudo deberse a la competencia de metabolitos entre tallo y mazorca, presentándose mayor estrés en los tallos de plantas prolíficas; por lo tanto, los genes para prolificidad pueden estar ligados con genes para susceptibilidad al acame.

Buren *et al.* (1974) probaron híbridos de maíz a una densidad de 98 800 pta/ha, para determinar la influencia de varias características morfológicas y fisiológicas sobre el jorrismo. Los análisis de regresión múltiple y la correlación, indicaron que los genotipos tolerantes a altas densidades de po-

blación deben estar caracterizados por un intervalo corto entre floración masculina y femenina, prolificidad, un rápido crecimiento tanto de la primera como de la segunda mazorca, tamaño reducido de espiga y ser eficientes en la producción del grano por unidad de área. Concluyen que las características, antes mencionadas, deberán ser incluidas en la formación de un ideotipo tolerante a altas densidades de población.

Wolley *et al.* (1962) y El-Lakany y Russell (1971) mencionan que los genotipos clasificados como tolerantes a altas densidades, poseen un menor intervalo entre dehiscencia de anteras y receptividad de estigmas, que los genotipos no tolerantes.

Arancivia (1983), al evaluar híbridos de maíz bajo 2 densidades de población (50 000 y 80 000 pta/ha) encontró para la densidad alta un mayor efecto en la correlación de floración masculina y femenina, y prolificidad con rendimiento.

Oyervides (1986) al evaluar genotipos emparentados, prolíficos vs no prolíficos denominados líneas cuasi-isogénicas sembradas a 40 000, 80 000 y 120 000 pta/ha, encontró que para incrementar el rendimiento económico mediante el carácter prolificidad, éste deberá ser mayor al 250% bajo óptimas condiciones ambientales y de manejo.

Motto y Moll (1983) señalan que el rendimiento de grano en maíz puede incrementarse a través de cambios en varias características morfológicas y fisiológicas, tal como el número de mazorcas por planta, que ha recibido considerable atención por su posible relación con alta capacidad de rendimiento. Por otro lado, la prolificidad es reconocida como un relevante componente del rendimiento, el cual afecta la estabilidad sobre un amplio rango de condiciones ambientales. Este carácter puede ser utilizado como una herramienta en el mejoramiento para obtener híbridos superiores con prolificidad.

MATERIALES Y METODOS

Para este trabajo se evaluaron las líneas Tuxpeño 137-5-2 y Tuxpeño 139-1-2 prolíficas y de alto contenido de lisina, a través de cruces de prueba con los 8 probadores que a continuación se enlistan:

(Trop. 148 x SCS ₅ -7)-4-5	(Trop. 148 x SCS ₅ -7)-13-2
(Trop. 148 x SCS ₅ -7)-4-6	SSE-232-22-2-3-5
(Trop. 148 x SCS ₅ -7)-17-1	353-173-5-1
(Trop. 148 x SCS ₅ -7)-17-4	AN ₂ x AN ₁

Como testigos se utilizaron 17 cruizas experimentales y 6 híbridos comerciales.

Areas de Evaluación

El establecimiento del experimento se realizó en el ciclo primavera-verano del año de 1984, en 3 localidades: Celaya, Gto., Orizaba, Dgo. y Torreón, Coah. Las unidades experimentales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de las unidades experimentales.

Características	Celaya	Durango	Torreón
Diseño experimental		bloques al azar	
Fecha de siembra	3-V-84	29-IV-84	1-V-84
No. de tratamientos	39	39	39
No. de repeticiones	2	2	2
No. de surcos/parcela	2	2	2
Longitud de surcos (m)	4.40	4.40	4.40
Distancia entre surcos (m)	0.75	0.75	0.75
Matas por surco ¹	21	21	21
Distancia entre matas	22	22	22
Plantas por mata	sembrar 2 aclamar 1	sembrar 2 aclamar 1	sembrar 2 aclamar 1
Plantas/parcela útil	6.930	6.930	6.930
Matas por bordo	2	2	2
Fertilización	120-80-00	140-70-00	140-80-00

¹ Lo que correspondió a una densidad teórica de población de 60 600 plantas por hectárea.

Trabajo de Campo

En la preparación del terreno, se realizaron las operaciones comunes como es el barbecho, el rastreo y el surcado, dando mayor importancia a la uniformidad de terreno.

Caracteres Medidos

Durante el desarrollo de los experimentos fueron medidos: días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, acame de raíz y tallo, mazorcas podridas, mala cobertura, uniformidad de mazorca, número de mazorcas por 100 plantas (prolificidad) y rendimiento en mazorca.

Posteriormente, bajo el diseño de bloques al azar, a cada una de las características se le practicó un análisis de varianza combinado, bajo el siguiente modelo lineal estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j(k) + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Para probar la eficiencia en conducción del experimento se calculó el coeficiente de variación (CV)

Con el propósito de conocer cómo interaccionan el rendimiento y número de mazorcas por 100 plantas con otras características, se obtuvieron las correlaciones respectivas.

RESULTADOS

Los cuadrados medios y sus significancias para rendimiento y otras características agronómicas de los materiales evaluados en 3 localidades, se presentan en el Cuadro 2.

Con el propósito de conocer los efectos de los diferentes componentes en dicho análisis, la fuente de variación tratamientos se dividió en cruza, testigos y la comparación entre ellos; cruza se subdividió en líneas, probadores y las interacciones de las diferentes fuentes con localidades.

Se observa que para la fuente de variación localidades, la mayoría de las características presentaron alta significancia ($P < .01$) y sólo 3 de ellas presentaron significancia ($P < .05$).

Para la fuente de variación tratamientos, se observaron diferencias estadísticas a la probabilidad de 1% para todas las características en estudio.

En la división cruza, se encontraron diferencias altamente significativas para todas las variables, a excepción de mazorcas podridas, donde no se encontró significancia.

Cuadro 2. Cuadrados medios de rendimiento y otras características agronómicas de 16 cruzaş en comparación con 23 testigos, evaluados en Celaya, Durango y Torreón, 1984.

Fuentes de variación	g.l. ¹	g.l.	Cuadrados medios				Acame de raíz (°/o) ²
			Días a flor masculina	Días a flor femenina	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	
Localidades (Loc.)	1	2	10371.692**	10355.391**	35243.400*	24162.235*	26356.624**
Rep./Loc.	2	3	4.680*	2.391	1835.179**	1811.547**	308.756
Tratamientos (Trat.)	38	38	16.828**	23.090**	875.968**	933.761**	343.792**
Cruzas (C)	15	15	13.650**	14.666**	387.665**	688.672**	283.451**
Líneas (L)	1	1	85.563**	92.641**	45.375	4916.344**	1997.116**
Probadores (P)	7	7	12.357**	13.623**	606.089**	558.213**	187.591
L x P	7	7	4.670**	4.569*	218.137**	172.320	134.502
Testigo	22	22	19.760**	28.711**	1102.105**	713.601**	360.550**
Cruzas x Testigos	1	1	0.007	25.799**	3225.510**	9753.558**	880.220**
Trat. x Loc.	38	76	5.548**	11.273**	183.731**	115.722	213.247**
C. x Loc.	15	30	3.217**	4.266**	77.474**	95.672	207.947*
L. x Loc.	1	2	0.249	0.140	66.969*	339.594	792.858**
P. x Loc.	7	14	5.312**	7.194**	53.433**	66.320	157.596
L x P x Loc.	7	14	1.545	2.926	103.016**	90.177	174.739
Test. x Loc.	22	44	6.869**	16.555**	261.542**	124.370	209.781**
Test. vs C x Loc.	1	2	10.762**	0.158	65.392*	226.214	368.977
Error Experimental	76	114	1.114	1.852	18.158	120.012	122.579
C.V. (%o)			1	2	2	9	54

1 grados de libertad para los análisis de varianza del carácter días a flor masculina y femenina.

2 datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X/10}$

3 Al 15.5°/o de humedad.

* ** significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

Cuadro 2.continuación

Fuentes de variación	g.l. ¹	g.l.	Acame de tallo (‰) ²	Cuadrados medios Mazorcas podridas (‰) ²	Mala cobertura (‰) ²	Mazorcas/ 100 plantas	Rendimiento mazorcas (ton/ha) ³
Localidades (Loc.)	1	2	4065.256**	5079.975**	3289.314*	22571.979**	758.391**
Rep./Loc.	2	3	89.808	90.452**	212.845**	256,192	6.993*
Tratamientos (Trat.)	38	38	254.000**	110.714**	275.040**	2336.026**	5.347**
Cruzas (C)	15	15	381.716**	30.102	218.851**	2677.338**	7.812**
Líneas(L)	1	1	993.455**	12.542	850.708**	4173.844**	15.611**
Probadores (P)	7	7	578.214**	31.216	270.439**	2769.356**	3.338
L x P	7	7	97.828*	31.496	76.999	2371.534**	11.173**
Testigo	22	22	69.524	107.580**	325.583**	868.929**	3.899*
Cruzas x Testigos	1	1	2396.724**	1388.837**	5.931	29492.475**	0.245
Trat. x Loc.	38	76	91.335**	58.840**	59.459*	511.707	3.228*
C. x Loc.	15	30	95.959**	24.852**	61.361	480.186	2.769
L. x Loc;	1	2	246.805**	21.457	4.251	624.500	6.418
P. x Loc.	7	14	163.835**	23.143	61.961	531.744	2.732
L. x P x Loc.	7	14	6.533	27.045	68.029*	408.012	2.285
Test. x Loc.	22	44	52.497	66.317**	60.051	337.686	2.869
Test. vs C x Loc.	1	2	967.768**	400.783**	297.184**	4812.977**	18.111**
Error Experimental	76	114	43.165	20.533	40.848	407.438	2.256
C.V. (‰)			43	25	28	15	14
3289.314*	5.347**	59.459*	1	1	1	1	1

Para líneas, la mayoría de las características fueron altamente significativas, con excepción de altura de planta y mazorcas podridas, donde la significancia fue menor del 5% ($p < .05$). Para probadores, sólo en 3 características no hubo significancia, y el resto de ellas presentaron valores de alta significancia. La interacción L x P, mostró diferencias de alta significancia, solamente en días a flor masculina, altura de planta, mazorcas por 100 plantas y rendimiento, y con significancia días a flor femenina y acame de tallo.

La interacción tratamientos por localidades, mostró alta significancia para días a floración, acame, altura de planta y mazorcas podridas, y diferencias significativas para mala cobertura y rendimiento.

La interacción cruza por localidad, sólo mostró diferencias en días a flor, altura de planta, acame de tallo y mazorcas podridas, y en menor grado acame de raíz.

Para la interacción líneas por localidad, en la mayoría de las características no se encontraron diferencias estadísticas, a excepción de altura de planta y acame. Para probadores por localidad, solamente presentaron alta significancia días a flor (macho y hembra), altura de planta y acame de tallo. La doble interacción L x P x Loc., mostró alta significancia para altura de planta, y significancia para mala cobertura.

Los comportamientos medios de las características estudiadas a través de los 3 ambientes, se presentan en el Cuadro 3.

En base a la Diferencia Mínima Significativa 1.717 ton/ha para rendimiento de mazorca, sólo se presentaron 3 grupos estadísticamente diferentes; en el primero intervinieron 10 tratamientos con rendimiento de 11.562 a 13.256 ton/ha, encontrándose en este grupo 5 testigos (2 híbridos comerciales y 3 experimentales), y el resto del grupo fueron cruza de prueba.

En cuanto a mazorcas por 100 plantas, se observó que todos los materiales de este primer grupo presentaron un alto número de mazorcas por 100 plantas (117 a 188) con una media de 152.

En el segundo grupo, el rendimiento ofreció valores de 9.810 a 11.532 ton/ha, y quedaron comprendidos 25 tratamientos, todos ellos con prolificidad de 114 a 159 mazorcas por 100 plantas, y una media de 132.

El tercer grupo estuvo integrado solamente por 4 tratamientos, con rendimientos de 9.054 a 9.781 ton/ha y con 98 a 139 mazorcas por 100 plantas, con media de 118.

En el Cuadro 4, se presenta la prepotencia de las líneas prolíficas Tuxpeño 137-5-2 y Tuxpeño 139-1-2, al igual que sus diferencias mínimas significativas; se observa que el comportamiento de las líneas fue diferente, a excepción de los caracteres mazorcas podridas y altura de planta.

Las correlaciones fenotípicas, y su nivel de significancia para rendimiento y número de mazorcas por 100 plantas con las características evaluadas, se presentan en el Cuadro 5. Se encontró que rendimiento correlacionó positiva y significativamente con mazorcas por 100 plantas, en tanto que altura de planta y mazorca sólo mostraron significancia. Mazorcas por 100 plantas correlacionó con alta significancia y valores positivos con altura de mazorca y acame de tallo, y en forma significativa con altura de planta. Con mala cobertura presentó un valor negativo y significativo.

DISCUSION

Las diferencias encontradas para la fuente localidades (Cuadro 2) se explican fundamentalmente por lo contrastante de los ambientes de evaluación. Para tratamientos y sus diferentes divisiones, las diferencias detectadas muestran que el comportamiento de los materiales en estudio ofrecen opciones para su selección, dado que existe variabilidad entre los genotipos, la cual se refleja a través de las características medidas; sin embargo, dado el comportamiento de algunas cruza a través de las localidades, se considera que es posible obtener híbridos triples y dobles que respondan satisfactoriamente a los diferentes ambientes.

En cuanto a mazorcas por 100 plantas, la significancia encontrada en tratamientos se debió a sus componentes: cruza, testigos y su contraste; la subdivisión de cruza indica que las diferencias encontradas se debieron tanto a líneas como a probadores y a su interacción, lo que permite la posibilidad de disponer de genotipos superiores en dicho carácter, y que influya favorablemente en el rendimiento de grano. Tratamientos por localidad para la misma característica, al no manifestar significancia, indica que el comportamiento a través de las localidades fue similar; no se manifestaron efectos genético-ambientales en las divisiones de dicha fuente, a excepción de T vs C x Loc.

Cuadro 3. Medias de producción y otras características agronómicas de 16 cruces de prueba en comparación con 23 testigos, evaluados a 60 600 plantas por hectárea en 2 repeticiones. Celaya, Durango y Torreón, 1984.

Genealogía	Días a flor		Altura cm	Acame		Mazorcas podridas %	Maia cobertura %	Uniformidad mazorca (1.5)	Mazorcas x 100 plantas	Rendimiento mazorca ton/ha ²
	♂	♀		Plta. Maz.	Raíz Tallo					
H-303	(T)	79	79	259	144	23	3	32	131	13,256
(Trop. 148 x SCSs-7)-4-5 x Tuxp. 137-5-2		80	81	256	146	10	18	7	188	13,041
(Trop. 148 x SCSs-7)-17-4 x Tuxp. 137-5-2		77	78	243	150	13	26	6	175	13,038
(AN2 x AN1) x Tuxp. 137-5-2		76	77	242	144	8	6	14	141	12,151
AN441	(T)	74	75	231	111	21	5	14	117	12,118
(255-18-19 x 53-36-37-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-4-6-1	(T)	79	81	242	126	19	5	25	144	11,880
(Trop. 148 x SCSs-7)-4-6-1 x Tuxp. 137-5-2		81	82	239	143	24	17	7	178	11,869
Tuxp. 139-1-2 x (Trop. 148 x SCSs-7)-13-2		75	76	237	127	18	21	26	164	11,751
(255-18-19 x 53-36-37-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-4-2-1	(T)	79	80	239	129	14	6	17	146	11,709
(255-18-19 x 53-36-37-17-1-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-4-2-1 (T)	(T)	79	80	250	134	21	13	11	136	11,562
Tuxp. 139-1-2 x 353-173-5-1		77	78	240	123	13	4	22	153	11,532
(Trop. 139-1-2 x (Trop. 148 x SCSs-7)-17-1		74	76	246	140	35	13	13	157	11,492
(Trop. 148 x SCSs-7)-17-1 x V524-212-2	(T)	77	78	222	125	10	5	21	143	11,400
(255-18-19 x 53-36-37-17-1-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-16-1	(T)	76	78	278	119	29	4	20	138	11,387
(Trop. 148 x SCSs-7)-17-1 x Tuxp. 137-5-2		79	80	240	151	13	28	9	159	11,361
(Trop. 148 x SCSs-7)-17-1 x (Trop. 85 x SSE-76)Fs-23N	(T)	78	80	242	128	22	3	15	117	11,213
(255-18-19 x 53-36-37-17-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-17-4-1	(T)	75	76	233	119	33	8	3	138	11,162
AN-462	(T)	78	79	256	138	10	4	10	123	11,145
(255-18-19 x 53-36-37-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-4-6-1	(T)	76	77	243	124	13	10	16	122	11,142
(255-18-19 x 53-36-37-17-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-4-6-1	(T)	77	78	237	124	7	6	15	137	11,114
(Trop. 148 x SCSs-7)-17-1 x 255-18-19	(T)	75	77	209	110	18	5	9	122	11,108
AN-430R	(T)	76	77	160	121	10	4	24	132	11,079
Tuxp. 137-5-2 x 232-22-23-5-1		76	78	239	139	23	12	4	135	10,074
(255-18-19 x 53-36-37-17-1) x (Trop. 148 x SCSs-7)-17-1-1	(T)	76	77	240	127	40	8	5	128	11,022
AN-444	(T)	75	76	224	118	16	8	3	116	10,952

Genealogía	Días a flor		Altura cm		Acame		Mazorcas podridas	Mala cobertura %	Uniformidad mazorca (1-5)	Mazorcas x 100 plantas	Rendimiento mazorca ton/ha ²
	♂	♀	Pta.	Maz.	o/o	Raíz Tallo					
Tuxp. 139-1-2 x (Trop. 148 x SCS5-7)-17-4	74	76	230	128	28	14	6	16	2	144	10,880
AN-434	(T)	73	74	201	93	5	9	20	17	114	10,830
(Trop. 148 x SCS5-7)-13-2 x Tuxp. 137-5-2	76	77	240	146	13	14	11	13	3	158	10,784
(Trop. 85 x SSE-76)Fa-21N x 353-238-2-1	(T)	78	80	235	122	2	1	14	30	119	10,746
Tuxp. 139-1-2 x 232-22-23-5	75	76	236	124	28	1	7	18	2	135	10,715
(25b-18; 19 x 53-36-37-17-1) x (Trop. 148 x SCS5-7)-17-4-1 (T)	75	77	237	128	20	8	14	10	2	122	10,622
(Trop. 148 x SCS5-7)-17-1 x 353-238-2-1	(T)	77	78	213	115	5	9	32	2	136	10,381
Tuxp. 139-1-2 x (AN2 x AN1)	76	76	237	127	28	6	11	29	2	110	10,277
Tuxp. 139-1-1 x (Trop. 148 x SCS5-7)-4-5	77	78	255	133	33	13	7	15	2	142	9,944
(Trop. 148 x SCS5-7)-17-1 x Comp. A-80	(T)	76	78	233	130	3	11	8	2	132	9,810
(Trop. 148 x SCS5-7)-17-1 x V524-177-2-1	(T)	78	79	228	123	16	9	7	5	121	9,781
(Trop. 85 x SSE-76)Fa-21N x V524-86-1-1	(T)	84	85	212	106	6	1	7	28	98	9,416
(Tuxp. 139-1-2) x (Trop. 148 x SCS5-7)-4-6	77	78	232	122	24	10	5	16	2	139	9,343
353-173-5-1 x Tuxp. 137-5-2	78	79	225	122	7	2	10	33	2	118	9,054
Media	76	78	235	127	20	15	10	23	2	136	11,392
DMS (0.05)	1,478	1,905	4,871	12,523	12,656	7,511	5,180	7,306		23,075	1,717

1 valores medios de dos localidades 2 Mazorca al 15,5% de humedad

Cuadro 4. Prepotencia de las líneas evaluadas en cruces de prueba a través de 3 ambientes.

Línea	Días a flor		Altura (cm)		Acame (°/o)		Maz. pod. (%)	Mala cob. (%)	Mazorcas por 100 plantas	Rend. mazorca (ton/ha) al 15,5% de humedad	
	♂	♀	Pta.	Maz.	o/o	Tallo					
Línea 1	Tuxp. 137-5-2	77 a	79 a	204 a	142 a	18 a	22 a	16 a	19 a	156 a	11,548 a
Línea 2	Tuxp. 139-1-2	75 b	76 b	239 a	128 b	27 b	16 b	15 a	25 b	143 b	10,742 b
Media		76	78	240	135	23	19	16	22	150	11,145
DMS (.05)		0.5	0.7	2	4	4	3	2	3	8	0.607

Cuadro 5. Correlaciones fenotípicas y nivel de significancia para rendimiento y número de mazorcas por 100 plantas con diferentes características agronómicas.

Mazorcas x 100 plantas	Días a flor		Plta. ♀	Altura (cm)		Acame (%)		Mazorcas podridas (%)	Mala cobertura (%)
	♂	♀		Maz.	Tallo	Raíz	Tallo		
Rendimiento	0.57**	-0.04	-0.01	0.33*	0.46*	0.08	0.23	0.30	-0.23
Mazorcas x 100 plantas	1.00	0.12	0.12	0.32*	0.66**	0.13	0.67**	-0.26	-0.37*

*, ** : significativo al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

Los comportamientos medios de mazorcas por 100 plantas y rendimiento (Cuadro 3), señalan que de los 3 grupos, estadísticamente diferentes en base a la diferencia mínima significativa de rendimiento, el número de mazorcas por 100 plantas influyó sobre el carácter rendimiento, de una manera más marcada en el primer grupo donde se presentó mayor prolificidad. En el segundo grupo, aunque también hubo valores altos de mazorcas por 100 plantas, no se vio reflejado en el rendimiento. En el tercer lugar se presentaron los valores más bajos en cuanto a mazorcas por 100 plantas y rendimiento; esto confirma lo expuesto por diversos investigadores (Falconer, 1960; Lonnquist, 1967), quienes han encontrado que el carácter prolificidad, determinado como secundario, presenta una correlación positiva con rendimiento (carácter primario), lo que permite que dicho carácter sea tomado en cuenta para la selección de genotipos en el inicio de un programa de mejoramiento, para lograr mayor efectividad.

Las diferencias encontradas en las prepotencias de las líneas (Cuadro 4) para mazorcas por 100 plantas, muestran que, aunque estadísticamente son diferentes, no es muy grande la diferencia numérica entre ellas; sin embargo, en base a su comportamiento agronómico, la línea Tuxpeño 137-5-2 resultó ser superior.

Las correlaciones fenotípicas (Cuadro 5) muestran que a mayor número de mazorcas mayor rendimiento y que a mayor rendimiento mayor altura de mazorca; la correlación de éste se reduce con altura de planta. Por tener correlación negativa, prolificidad con mala cobertura, se deben cruzar las líneas prolíficas con materiales que posean características de mazorca larga, con lo que se tendrán cruza con buena cobertura y mazorca grande.

En cuanto a la correlación entre mazorcas por 100 plantas con altura de mazorca, indica que a mayor prolificidad se observará más altura de mazorca, y no igual para altura de planta, presentando el mismo caso con acame de tallo, lo que apoya a lo reportado por Duvick (1974), quien señala que los genes para prolificidad pueden estar ligados con susceptibilidad al acame.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. El comportamiento de las líneas Tuxp. 139-1-2 y Tuxp. 137-5-2 en cruza de prueba, fue estadísticamente diferente a través de las lo-

calidades de evaluación, sobresaliendo Tuxp. 137-5-2 en su comportamiento agronómico, principalmente en rendimiento y prolificidad.

2. Se detectaron cruzamientos sobresalientes entre la línea Tuxpeño 137-5-2 x las líneas 4-5 y 17-4 de Tuxp. 148 x SCS₅-7 y con AN₂ x AN₁, que fueron superadas en rendimiento solamente por el híbrido H-303 (testigo), pero con mayor número de mazorcas por 100 plantas, y menor porcentaje de mazorcas podridas y mala cobertura. En cruza con (Trop. 148 x SCS₅-7)-4-6-1 ocupó el séptimo lugar en rendimiento, con 178 mazorcas por 100 plantas, y con características agronómicas muy favorables. La línea Tuxp. 139-1-2, en cruza con (Tuxp. 148 x SCS₅-7)-13-2, mostró un comportamiento similar.

RECOMENDACIONES

- a. Debido al rango encontrado en número de mazorcas por 100 plantas en las diferentes cruzas, se sugiere que sean evaluados en densidades de población mayores a 60 000 plantas por hectárea, para continuar explorando el potencial de dicho carácter.
- b. Dado el comportamiento de la cruza (AN₂ x AN₁) x Tuxp. 137-5-2, se recomienda continuar evaluándola para su posible explotación, a la vez que se formen híbridos dobles entre las cruzas AN₂ x AN₁ y la línea Tuxp. 137-5-2 en cruza con las líneas 4-5 y 17-4 de (Trop. 148 x SCS₅-7), ya que éstas fueron superiores en los 3 ambientes de evaluación, y se sometan a una densidad al menos de 60 000 plantas por hectárea.

BIBLIOGRAFIA

- Arancivia G., J.G. 1983. Comportamiento de 25 cruzas simples de maíz para resistencia al acame en el mejoramiento del híbrido AN-439. Tesis profesional. Buenavista, Saltillo, Coah., México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Bunting, F.S. 1973. Plant density and yield of grain maize in England. J. Agric. Sci. Camps. 81:453-455.
- Buren, L.L.; J.J. Mock and I.C. Anderson. 1974. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. Crop Sci. 14:126-128.

- Duvick, D.N. 1974. Continuous backcrossing to transfer prolificacy to single-eared inbred line of maize. *Crop Sci.* 14:69-71.
- El-Lakany, M.A. and W.A. Russell. 1971. Relationships of maize character with yield in test crosses of inbreds at different plant densities. *Crop Sci.* 11:698-701.
- Falconer, D.S. 1960. *Introducción a la genética cuantitativa*. 6a. ed. México, D.F. Ed. CECSA.
- Gardner, C.O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. *Crop Sci.* 1(4): 241-245.
- Hallauer, A.R. 1974. Heritability of prolificacy in maize. *Jours. Hered.* 65: 163-168.
- Lonquist, J.H. 1967. Mass selection for prolificacy in maize. *Der. Zuchter.* 37:185-187.
- Motto, M. and R.H. Moll. 1983. Prolificacy in maize. A review *Maydica.* 28:53-76.
- Oyervides G., A. 1986. Estudio de la importancia económica de 3 caracteres morfológicos de maíz: I. Efecto del número de mazorcas por plantas sobre el rendimiento económico. II. Efecto del tamaño de espiga sobre rendimiento económico. III. Efecto de la posición de las hojas sobre el rendimiento económico. Tesis M.C. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados.
- Prior, C.L. and W.A. Russell. 1975. Yield performance of non-prolific and prolific maize hybrids at six plant densities. *Crop Sci.* 15:482-486.
- Sorrells, M.E.; J.M. Lonquist and R.E. Harris. 1979. Inheritance of prolificacy in maize. *Crop Sci.* 19:301-306.
- Wolley, D.G.; N.P. Baracco and W.A. Russell. 1962. Performance of four inbreds in single-cross hybrids as influence by plant density and spacing patterns. *Crop Sci.* 2:441-444.

METODOLOGIA PARA EVALUAR *in vitro* GENOTIPOS DE MAIZ EN BASE A SU RESISTENCIA A *Fusarium moniliforme**

Leticia Escobedo Bocardo¹

Gustavo Olivares Salazar²

RESUMEN

Con la finalidad de desarrollar una metodología de evaluación *in vitro* de material germoplásmico de maíz, en base a su resistencia a *Fusarium moniliforme*, se utilizaron las líneas de maíz: AN₁, AN₂, AN₁₂, AN₂₀, SSE-232-1-1-26-6, MLS₄₋₁, Zap Br₂-211-1-1, 255-18,19, 4346 x 2-3-2 y 232-10-11-1, que fueron probadas sembrando los embriones en el medio de cultivo de Murashige and Skoog, adicionado con el filtrado tóxico obtenido del hongo a diferentes concentraciones: 4, 8, 12, 16, 20, 24 y 28%, además del testigo; se encontró que las concentraciones más adecuadas de filtrado tóxico para detectar diferencia entre materiales fueron: 20, 24 y 28%. Por otra parte, las líneas: SSE-232-10-11-1, 255-18-19, 46 x 2-3-2 y Zap Br₂-211-1-1, se comportaron como resistentes; las líneas: SSE-232-1-1-26-6 y MLS₄₋₁, se comportaron como medianamente resistentes y, finalmente, las líneas: AN₁, AN₁₂, AN₂₀ y AN₂, presentaron susceptibilidad en presencia del filtrado tóxico.

Para conocer la eficiencia de este método de evaluación *in vitro*, las mismas líneas fueron probadas con el método de palillo de dientes, el cual, en este caso, reportó resultados muy parecidos, lo que indica que el método de cultivo *in vitro* es efectivo en la evaluación de resistencia a *Fusarium moniliforme*.

* Trabajo presentado en el XI Congreso de la SOMEFI, celebrado en Guadalajara, Jal., 1986.
1 y 2 Ing. M.C. Maestros Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.

INTRODUCCION

En México, el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) dentro del sector agropecuario es sin duda alguna el más importante, pues constituye el alimento básico de la población.

Robles (1979) reporta que en nuestro país la mitad del área bajo cultivo se siembra con maíz, y en forma comparativa se considera aproximadamente 8 veces mayor que la destinada al trigo. En cuanto al rendimiento promedio, en algunos Estados ha alcanzado las 2.6 ton/ha; los Estados de: México, Jalisco, Chiapas, Guanajuato y Tamaulipas, son los principales productores (SARH-DGEA), 1980.

La gran expansión de este cultivo se debe, en su mayor parte, a que es una especie vegetal con una gran área de adaptación bajo diversas condiciones edáficas y ecológicas, pero a nivel nacional su rendimiento por hectárea es bajo; esto obedece a 2 factores principales: uno de ellos es que la mayor parte del área que se siembra con maíz, se realiza bajo condiciones de temporal; el otro factor se refiere a la deficiente tecnificación de las prácticas de cultivo, poco uso de fertilizantes y falta de híbridos o variedades mejoradas para cada zona (Robles, 1979).

En algunas regiones del país, la producción de maíz se ha visto afectada por una enfermedad denominada pudrición del tallo, la cual es causada por el hongo, *Fusarium moniliforme*. Durante los últimos años, esta enfermedad se ha intensificado en dichas regiones, y ha alcanzado altos porcentajes de infección en áreas donde antes apenas se manifestara su presencia.

Los ataques por podredumbres al tallo del maíz, causan considerables pérdidas en su producción. Según Kommedahl *et al.* (1979), la podredumbre del tallo ha sido considerada como una importante y destructiva enfermedad del maíz, por lo menos en 22 Estados de los Estados Unidos de América, así como en otros países productores del grano.

Los daños severos a la raíz y al tallo, ocasionan el doblamiento o caída por completo de la planta, lo que se refleja en una producción pobre y semilla anormal, cuando el ataque es temprano o bien las mazorcas desarrolladas pueden ser contaminadas en su caída por organismos del suelo.

Conociendo el carácter preventivo que debe tomarse en cuenta para el control de enfermedades de las plantas, el uso de productos químicos resulta a veces incosteable e inútil, pues el patógeno es capaz de invernar en el suelo o en la semilla, siendo estas fuentes de inóculo bastante difíciles de eliminar. Por tal motivo, el control por resistencia genética del hospedero se ha señalado como el más adecuado.

Para evaluar el grado de resistencia a *Fusarium* se emplean diversas técnicas, la más utilizada es la del palillo de dientes, la cual se practica en el campo cuando las plantas han alcanzado su etapa de madurez; aunque estas técnicas para evaluación de resistencia en campo han sido exitosas, saltan a la vista los altos costos requeridos en su realización. Actualmente se pretende que se definan nuevas técnicas de evaluación, en donde se maneje el material bajo condiciones más controladas, ya sea en el invernadero o laboratorio, en un tiempo relativamente corto y con el uso de mucha menor mano de obra, lo que resulta lógicamente en menores costos.

Así pues, el presente trabajo pretende desarrollar una posible metodología de evaluación de material germoplásmico de maíz, en base a su resistencia al patógeno *Fusarium moniliforme*, a través del uso del cultivo *in vitro* de embriones en medio nutritivo, adicionado con el filtrado tóxico obtenido del hongo.

REVISION DE LITERATURA

Aspectos Importantes sobre la Puerición del Tallo del Maíz

El-Meleigi *et al* (1983), reportan que las podredumbres del tallo y raíz son causadas por especies de *Fusarium*, particularmente *Fusarium moniliforme*, y están consideradas dentro de las enfermedades más dañinas del maíz bajo riego.

Walker (1965) reporta que el género *Fusarium* comprende muchas especies, así como variedades dentro de cada una de ellas, y se caracteriza por la presencia de macroconidias, hialinas, fusiformes, a veces pediculadas, uni o pluritabecadas con inserción acrógena. Los conidióforos son ramificados y pueden aparecer salpicados o en ramilletes cubiertos por una masa de conidios, más o menos mucilaginosos, que forman esporodoquios, los cuales pueden presentar una base plana conocida como plectiniquima. Las clamidiosporas unicelulares, o unitabecadas, poseen gruesas paredes, y son de in-

serción terminal, o intercalar. Las masas de esporas, los esclerocios, así como el micelio, generalmente son coloreados.

Gilman (1963) y Alexopoulos (1966), sitúan a los miembros del género *Fusarium* dentro de la clase Deuteromyceta y orden Monial. Las características elementales para esta clase son: existencia de micelio septado, así como ausencia de una fase de reproducción sexual, y la sola presencia de reproducción asexual por medio de conidios, razón por la cual son llamados hongos imperfectos.

El hongo puede ser encontrado en forma de micelio en tejidos podridos, como masas conodiales en partes de planta próximas a la tierra, como clamidiosporas en el suelo o desperdicios, o pueden ser transportados por el aire (Snyder y Toussoun, 1965).

Así pues, la infección causada por el *F. moniliforme* se caracteriza por la presencia de granos aislados cubiertos por moho blanco rosáceo en la mazorca, así como por lesiones de la misma coloración en entrenudos y vainas.

Por su parte, Foley (1962) menciona que el ataque por hongos del género *Fusarium*, produce una gradual deteriorización del parénquima, manifestada por un decaimiento visible del tallo. Dependiendo de la severidad del ataque, la planta puede estar desde ligeramente inclinada, hasta rota por completo en el tallo; cuando el daño es por podredumbre de raíz, la planta se cae por completo.

Varios investigadores han concluido, según Christensen y Wilcoxson (1964), que las podredumbres del tallo causadas por *Diplodia zea* y *Gibberella zea*, así como por especies de *Fusarium*, se ven favorecidas en su desarrollo cuando se presentan lluvias por varias semanas, aproximadamente durante la polinización. A su vez, la Sociedad Fitopatológica Americana (1973), indica que condiciones secas y calientes (29 a 30°C) a principios de la estación y tiempo húmedo, 2 o 3 semanas después del sedeñamiento, favorecen el desarrollo de podredumbre del tallo por especies de *Fusarium*, mientras que el desarrollo y distribución de podredumbre de mazorca, por los mismos patógenos, se ve estimulado por tiempo seco y caliente.

Dood (1980) reporta que altas densidades de siembra provocan mayor podredumbre del tallo a causa de las tensiones fotosintéticas originadas por

la competencia, lo que afecta la producción de carbohidratos, así como el movimiento desbalanceado de carbohidratos dentro de la planta, en detrimento de algunas partes que carecerán de ellos, y las cuales quedarán más susceptibles al daño por el patógeno.

El descubrimiento de productos de secreción por microorganismos, como los causantes de enfermedades, ha originado una fuerte corriente de estudios al respecto.

Agrios (1985) indica que existe una acción directa de las toxinas sobre el protoplasto celular del hospedero; sin embargo, Wood *et al.* (1972), afirman que aún no se ha descrito con claridad la forma de acción de las toxinas, y sólo se puede asegurar que el patógeno puede producir una o más sustancias que, aplicadas a las plantas, reproducen algunos, o muchos, de los síntomas de la enfermedad natural.

Al respecto Mohamed *et al.* (1968), citados por Scott y Futrell (1970), encontraron que plántulas de maíz que se desarrollan en humedad con un filtrado de *F. moniliforme*, mostraron los mismos síntomas que los causados por el hongo. Además, Scott y Futrell (1970), observaron que un material extraído de *F. moniliforme* afectó el desarrollo de raíz, tanto en longitud como en número de raíces por plántula de maíz.

Gaumann (1954) reporta 4 toxinas producidas por *Fusarium lycopersici* desarrollado *in vitro*: la pectasa y la vasinfusearina, como causantes del obscurecimiento y necrosis de vasos conductores, así como la lycomarasmina y ácido fusárico responsables de la decoloración y necrosis del follaje.

En cuanto a las micotoxinas de *F. moniliforme* y *F. graminearum*, fueron aisladas, por Thiel *et al.* (1982), de granos de maíz en Sudáfrica y son: monilimorfina, deoxynivalenol y zearalenone.

La influencia de variados factores bajo determinadas condiciones en la producción de toxinas por un organismo, ha sido observada por diversos investigadores. Gaumann (1954) considera que la capacidad productiva de toxinas por un organismo, depende de la composición del medio de cultivo en que se desarrolle; además, considera que pueden existir ciertos factores que aportan condiciones óptimas para la producción de toxinas por un patógeno, de tal forma que un hospedero resistente puede

ser aquél capaz de formar un microclima adverso a la producción de toxinas por un patógeno en el área de ataque, y un hospedero susceptible lo contrario.

Métodos de Selección para Evaluación de Resistencia

Christiensen y Wilcoxson (1964), indican que existen una gran cantidad de métodos de inoculación para evaluar la resistencia a pudrición del tallo en el campo, entre ellos se encuentran: el método de la paja infectada, de inyección de esporas, aspersión de esporas, aplicación de residuos infestados a la semilla, el del palillo de dientes, etc.; de ellos, el más utilizado es el del palillo de dientes.

La inoculación con palillos de dientes infestados con *Fusarium* en tallos, debe hacerse durante el período de floración del cultivo, y evaluarse alrededor de 40 días después; para ello se utiliza una escala arbitraria de daños, que va de 1-5 según el grado de intensidad del daño; los resultados en este caso dependerán fuertemente de las condiciones climáticas prevalentes durante el desarrollo del maíz (FAO, 1976).

En condiciones ambientales más controladas, se han definido metodologías de evaluación de resistencia. Al respecto, Martínez (1978) y Trápaga (1980), llevaron a cabo estudios de evaluación de materiales de tomate y trigo, respectivamente, utilizando el filtrado tóxico producido por hongos del género *Fusarium*, sobre plántulas ubicadas en laboratorio o invernadero; en el laboratorio las raíces de las plántulas fueron sumergidas en frascos de vidrio con filtrado tóxico durante varios días, mientras que en el invernadero se aplicó el filtrado tóxico en forma de riego; al final, ambos autores concluyen que el filtrado tóxico afectó diferencialmente las variedades tratadas, incrementando la respiración y disminuyendo la sobrevivencia de las plántulas, lo que permitió la selección de plántulas resistentes a la enfermedad.

Actualmente se realizan grandes esfuerzos para desarrollar una nueva metodología de evaluación de resistencia, mediante el uso de técnicas de cultivo de tejidos, cuya ventaja, según Haissing (1962), es lograr el desarrollo de la secuencia fenológica o parte de ella en el interior de un recipiente de vidrio, en el que son proporcionadas a las células, tejidos y órganos, los nutrientes, vitaminas y hormonas, así como las condiciones ambientales requeridas para su desarrollo.

Al utilizar la técnica del cultivo de embriones, Raghavan (1977) reporta que la incorporación dentro del medio de cultivo de la toxina ácido fusárico producido por un hongo del género *Fusarium*, interfiere con la toma de agua por embriones de *Phaseolus vulgaris*, propiciando un marchitamiento en sus hojas. Posteriormente, Pérez (1985), empleando la técnica del cultivo de embriones, utiliza el filtrado tóxico de *Fusarium* spp para evaluar varias líneas de maíz, y encontró que esta metodología permite diferenciar en forma clara los materiales de maíz, en cuanto a resistencia a pudrición del tallo.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos del Instituto Mexicano del Maíz, perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y en campo, en la región de Celaya, Gto.

Para llevar a cabo la evaluación a pudrición del tallo, se utilizaron las líneas de maíz: AN₁, AN₂, AN₁₂, AN₂₀, 4346 x 2-3-2, 255-18-19, Zap Br₂-211-1-1, 232-10-11-1, SSE-232-1-1-26-6 y MLS₄₋₁.

Dicha evaluación se llevó a cabo por el método de selección *in vitro* y por el de inoculación con palillo de dientes.

Metodología para evaluación *in vitro* de materiales de maíz a pudrición del tallo

La evaluación por el método de selección *in vitro* se llevó a cabo de la siguiente manera:

Los embriones de las líneas de maíz, antes mencionadas, se colocan en medio nutritivo adicionado con filtrado tóxico a diferentes concentraciones: 0, 4, 8, 12, 16, 24 y 280/o; para ello se utilizó un diseño completamente al azar con 5 repeticiones para cada línea, en donde los tratamientos correspondieron a las concentraciones de filtrado tóxico.

Con la finalidad de detectar diferencias entre tratamientos, se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan, al 50/o.

Antes de llevar a cabo la evaluación, fue necesario coleccionar, aislar y multiplicar el hongo en estudio, para obtener el filtrado tóxico producido por él.

Colecta Aislamiento y Multiplicación del Hongo

Plantas de maíz con síntomas aparentes de daño por *Fusarium* fueron colectadas en el campo y llevadas luego al laboratorio, en donde se procedió a realizar pequeños cortes de tejido de nudos y entrenudos; estos trozos se lavaron con alcohol al 70%, y posteriormente se enjuagaron con agua destilada para su esterilización. Se sembraron 5 trozos por caja petri con medio nutritivo Papa-Dextrosa-Agar (PDA), más 2 partes por millón de estrep-tomicina, y se colocaron en inoculación durante 15 días; posteriormente se llevaron a cabo varias resiembras del hongo, con la finalidad de alcanzar su aislamiento total. Logrado lo anterior, se procedió a multiplicarlo en cajas de petri y tubos de ensaye con PDA; finalmente el hongo se mantuvo a 5°C para su posterior utilización.

Fue necesario, también, preparar el filtrado tóxico producido por el hongo, el que se obtiene de la siguiente manera: se prepara el medio nutritivo Papa-Dextrosa-Sacarosa (PDS), con 550 g de papa, 40 g de dextrosa y 30 g de sacarosa. La papa es partida en pequeños trozos que son colocados en un recipiente, al que se adiciona un litro de agua destilada; se procede a hervir durante 60 minutos, y se repone entre tanto el agua evaporada. El material hervido se filtra por 2 ocasiones a través de manta de cielo; se le agrega la dextrosa y sacarosa, y se afora a 3 litros con agua destilada. Posteriormente el medio es esterilizado en la autoclave durante 20 minutos y se inocula con trozos de micelio del hongo. El matraz que contiene el medio inoculado, se mantiene en agitación a una temperatura de 25 a 27°C, bajo condiciones de obscuridad, por 15 días.

Transcurrido este tiempo, el contenido del matraz se filtra a través de una manta de cielo, y después por un filtro Wathman No. 1, para separar y eliminar el micelio del hongo. El filtrado tóxico se pausteriza a 60°C durante 30 minutos, y finalmente es mantenido en refrigeración a 5°C, hasta el momento de su utilización.

Una vez preparado el filtrado tóxico, se lleva a cabo la evaluación *in vitro* de materiales de maíz, la cual consiste en sembrar embriones en un medio de cultivo adecuado para la diferenciación de plántulas y a este medio se le agrega dicho filtrado; este procedimiento se lleva a cabo de la siguiente manera:

Se extraen los embriones con la ayuda de un bisturí; se esterilizan con hipoclorito de sodio al 40% durante 3 minutos, y se enjuagan con agua destilada y esterilizada 3 o 4 veces.

La siembra de los embriones se efectúa bajo condiciones de asepsia absoluta; para ello se utiliza una campana de flujo laminar; el medio de cultivo Murashige y Skoog (MS) y la fitotoxina se mezclan, de tal forma que el medio contenga un determinado porcentaje de fitotoxina. A cada tubo de vidrio de base plana se le agregan 12 ml de la mezcla anterior, y quedan listos para que el embrión sea sembrado.

Después de la siembra el material se coloca en el cuarto de inoculación, donde permanecerá, durante 10 días; transcurrido este tiempo se evaluarán los materiales en base a su comportamiento, que será medido por longitud del tallo, longitud de la raíz, peso fresco y peso seco.

Metodología para Evaluación en Campo de Materiales de Maíz a Pudrición del Tallo

Para determinar el grado de ataque del hongo sobre las 10 líneas de maíz, antes mencionadas, se utilizó el método de palillo de dientes, que consiste en insertar el palillo cubierto con micelo del hongo en el interior del tallo de la planta; la preparación de los palillos se lleva a cabo de la siguiente manera:

Se hierven los palillos de dientes en agua destilada durante 3 horas; se prepara el medio nutritivo PDA semilíquido, y se vacía en frascos de vidrio (gerber) hasta la mitad; luego se colocan en su interior 25 palillos, se sellan los frascos, y se esterilizan en la autoclave a 120°C por 20 minutos. Los frascos se inoculan con el hongo, y se mantienen en incubación durante 15 días, para lograr que el hongo cubra los palillos.

La inoculación con el palillo de dientes se lleva a cabo durante el período de floración del maíz, y consiste en hacer una perforación, con un taladro manual, en el segundo entrenudo del tallo de abajo hacia arriba, en donde se introduce el palillo inoculado; a los 40 días de haber insertado los palillos, se evalúan los materiales de acuerdo con una escala de daños, que va del 1 al 5, según el grado de avance de la infección en el interior del entrenudo.

1. 0-25% de tejido dañado en el entrenudo inoculado
2. 26-50
3. 51-75
4. 76-100
5. > 100 daño se extiende a otros entrenudos

RESULTADOS

Evaluación *in vitro* de Materiales a Pudrición del Tallo

La evaluación *in vitro* de las líneas de maíz a pudrición del tallo por *Fusarium moniliforme*, se realizó en base a longitud de la raíz, longitud del tallo, peso fresco y peso seco.

El resumen de los resultados de los análisis de varianza de cada uno de los parámetros antes mencionados, por la línea SSE-232-1-1-26-6, Cuadro 1, indican que no hubo significancia estadística entre los tratamientos: testigo, 4, 8, 12, 16, 20, 24 y 28% de filtrado tóxico, considerándose esta línea como resistente, ya que no se observó daño alguno al agregar la toxina.

Los valores de F obtenidos para las líneas: 255-18-19, 4346 x 2-3-2 y Zap Br₂-211-1-1, (Cuadro 1), muestran que no existió diferencia significativa para 3 de los 4 parámetros evaluados; en el caso de las 2 primeras líneas, la diferencia correspondió a longitud de tallo, mientras que para Zap Br₂-211-1-1, correspondió el peso fresco; las pruebas de Duncan efectuadas para detectar las diferencias entre tratamientos, marca que en todos los casos las concentraciones más altas de filtrado tóxico causaron algo de daño sobre los parámetros evaluados. Estas 3 líneas son consideradas también como resistentes, pues las pocas diferencias encontradas fueron pequeñas.

Los valores de F obtenidos para las líneas: SSE-232-1-1-26-6 y MLS₄₋₁ (Cuadro 1), indican que no hubo significancia para longitud del tallo y longitud de la raíz; en cambio, si la hubo para peso fresco y peso seco, aunque no se presentó una clara diferenciación entre los tratamientos. Cabe mencionar que las concentraciones mayores del filtrado tóxico, obtuvieron los peores o más pequeños pesos, esto según la prueba de Duncan. Estas líneas son también consideradas como medianamente resistentes.

Cuadro 1. Resumen de los resultados reportados por los análisis de varianza, correspondientes a cada línea de maíz evaluada para los parámetros de longitud de la raíz, longitud del tallo, peso fresco y peso seco.

Líneas	Valores de F calculada				F tablas	
	Longitud raíz	Longitud tallo	Peso fresco	Peso seco	.05	.01
232-10-11-1	1.0	0.8	0.77	0.9	2.17	2.95
255-18-19	1.5	2.2*	1.1	1.4		
43-46 x -2-3-2	0.7	1.4	1.3	2.2*		
Zap Br ₂ -211-1-1	1.8	2.5*	1.7	0.68		
SSE-232-1-1-26-6	1.5	1.9	2.2*	2.7*		
ML S ₄ -1	1.0	2.0	2.3*	2.7*		
AN ₁	2.2*	1.1	2.9*	3.6**		
AN ₁₂	2.9*	2.5*	2.5*	1.6		
AN ₂₀	2.5*	2.3*	1.44	2.6*		
AN ₂	2.9*	3.4**	3.0**	5.3**		

* Diferencia significativa al 0,05 de probabilidad

** Diferencia altamente significativa al 0,01 de probabilidad

Los valores de F para las líneas: AN₁, AN₁₂ y AN₂₀ (Cuadro 1), muestran que hubo significancia estadística para 3 de los 4 parámetros evaluados; según las pruebas de Duncan, en todos los casos el mejor tratamiento correspondió al testigo, y los peores a las concentraciones mayores del filtrado tóxico.

Para la línea AN₂, los valores de F (Cuadro 1), reportan que hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos para los 4 parámetros evaluados, y la prueba de Duncan separó, en este caso, claramente a los tratamientos de la siguiente manera: Testigo, 0, 4 y 8% de filtrado tóxico, fueron los mejores tratamientos; mientras que 20, 24 y 28%, fueron los peores.

De acuerdo a los resultados encontrados, se puede decir que las líneas: AN₁, AN₁₂, AN₂₀ y AN₂, tienen diferentes grados de susceptibilidad al ataque de *Fusarium moniliforme*.

De los análisis anteriores se puede afirmar que, de los niveles de filtrado tóxico, los de 20, 24 y 28% fueron los más eficientes para diferenciar las líneas en cuanto a su resistencia a *Fusarium moniliforme*.

Evaluación en Campo de Líneas de Maíz a Pudrición del Tallo

Los datos correspondientes a porcentaje de daño al tallo, tomados una vez que transcurrieron los 40 días después de la inoculación con palillo de dientes, se transformaron a valores de arco seno con la finalidad de realizar su análisis correspondiente.

Con la finalidad de apreciar claramente las diferencias entre las líneas de maíz inoculadas, se obtuvo el promedio de los valores de daño al tallo, mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{x} = \frac{(n \times 1) + (n \times 2) + \dots + (n \times 5)}{\text{número de plantas}}$$

Donde "n" es igual al número de plantas, que luego es multiplicado por el grado de pudrición del tallo (1 - 5).

La comparación entre promedios (Cuadro 2), reporta que las líneas: SSE-232-1-1-26-6, 232-10-11-1, 255-18-19, Zap Br₂-211-1-1, MLS₄₋₁ y 4346 x 2-3-2, presentaron valores entre 1 y 1.9, considerándose, por lo tanto, como materiales con diversos grados de resistencia.

Las líneas restantes: AN₂, AN₁₂, AN₂₀ y AN₁, por presentar valores mayores de 2, son considerados como materiales con diversos grados de susceptibilidad.

Cuadro 2. Promedios obtenidos para cada una de las 10 líneas evaluadas de acuerdo al grado de daño producido por *Fusarium moniliforme* al inocular con palillo de dientes.

Materiales	\bar{x}	
SSE-232-1-1-26-6	1.54	Resistentes
232-10-11-1	1.60	
255-18-19	1.64	
Zap Br ₂ -211-1-1	1.66	
MLS ₄₋₁	1.84	
4346 x 2-3-2	1.84	
AN ₂	2.02	Susceptibles
AN ₁₂	2.06	
AN ₂₀	2.20	
AN ₁	2.34	

DISCUSION

Los resultados obtenidos en laboratorio, al emplear la metodología de evaluación *in vitro*, hacen suponer que es adecuada para determinar el grado de resistencia de materiales de maíz a *Fusarium moniliforme*, ya que hubo mucha coincidencia al compararlos con los obtenidos por medio de la evaluación de materiales, con el método del palillo de dientes. En ambos casos, las líneas: SSE-232-1-1-26-6, 255-18-19, Zap Br₂-211-1-1, 232-10-11-1 y MLS₄-1, presentaron diversos grados de resistencia, mientras que las líneas: AN₁, AN₂, AN₁₂ y AN₂₀, fueron susceptibles.

La efectividad del método de evaluación *in vitro* se explica por reportes como el de Rojas (1974), donde evidencia una notable correlación entre los daños provocados por un patógeno, y aquéllos ocasionados por toxinas por ellos producidas en medio de cultivo. Así también, y en forma bastante clara, Trapaga (1980), al trabajar en invernadero con 12 variedades de trigo, observó que las plántulas regadas con una suspensión de esporas, así como aquéllas regadas con el filtrado tóxico producido por el patógeno, afectaron de igual forma la longitud de raíz y porcentaje de clorosis.

En cuanto al método del palillo de dientes, su uso permitió observar diferencias entre las líneas de maíz en cuanto a resistencia al ataque de *F. moniliforme*; dichos resultados concuerdan con lo afirmado por Draganic (1982), quien indica que en la actualidad este método es utilizado en forma extensiva, pues permite detectar las diferentes respuestas de las plantas inoculadas, además de ser rápido y sencillo.

Por otro lado, el poco o ningún daño, presentado por algunos materiales, se debe a los diferentes mecanismos de resistencia que las plantas poseen para defenderse del ataque de los patógenos. Al respecto Magee (1948), citado por Christiensen y Wilcoxson (1964), menciona que la dureza de los tallos constituye una barrera física que evita el avance del patógeno; esto se relaciona con el contenido de celulosa y lignina que presentan los tallos, además de que altos niveles de carbohidratos en la planta le proporcionan mayor resistencia.

Craig (1960) considera que la forma de reaccionar de una planta a las toxinas producidas por el patógeno, determina el que una planta pueda ser estimulada o inhibida en su desarrollo, e indica que una planta resistente, es aquélla que presenta la capacidad para alterar la estructura química de una toxina, y la cual muy probablemente conduce a su detoxificación.

CONCLUSIONES

1. El uso del método de evaluación *in vitro*, al parecer, es adecuado para determinar el grado de resistencia de materiales de maíz a *Fusarium moniliforme*.
2. Las líneas: SSE-232-1-1-26-6, 255-18-19, 4346 x 2-3-2 y Zap Br2-211-1-1, se comportaron como resistentes a la acción del filtrado tóxico.
3. Las líneas SSE-232-1-1-26-6 y MLS4-1, se comportaron como medianamente resistentes a la acción del filtrado tóxico.
4. Las líneas: AN₁, AN₁₂, AN₂₀ y AN₂, se comportaron como susceptibles a la acción del filtrado tóxico.
5. Las concentraciones óptimas del filtrado tóxico para diferenciar materiales de maíz *in vitro* son: 20, 24 y 28%.
6. Los parámetros medidos, longitud de raíz, longitud de tallo, peso fresco y peso seco, son eficientes en conjunto para la evaluación de los materiales.

BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G.N. 1985. Fitopatología. México. LIMUSA, 756 p.
- Alexopoulos, C.J. 1966. Introducción a la micología. Buenos Aires, Argentina. EUDEBA. 624 p.
- American Phytopathological Society. 1973. A compendium of corn diseases St. 2 Paul Minnesota. 64 p.
- Christensen, J.J. and R.D. Wilcoxson. 1964. Stalk root of corn. Monograph 3. The American Phytopathological Society. 59 p.
- Craig, J. 1960. Physiological, chemical and morphological plant factors in *Zea mays* L. associated with *Diplodia* stalk root reaction. Ph.D. Thesis. University of Illinois, Urbana.

- Dodd, J.L. 1980. The role of plant stress in development of corn stalk rot. *Plant disease* 64(6):533-537.
- Draganic, M. 1982. Inheritance of resistance of maize to stalk rot *Gibberella zeae* and screening for sources of resistance. *Journal of Scientific Agricultural Research*. 43(150):232-250.
- El-Meleigi, M.A.; L.E. Claflin and R.J. Raney. 1983. Effect of seedborne *Fusarium moniliforme* and irrigation scheduling on colonization of root stalk tissue, stalk rot incidence and grain yields. *Science* 23(6): 1025-1028.
- FAO. 1976. Reporte de Europa para estudios de resistencia a *Fusarium* spp. Trabajo inédito.
- Foley, D.C. 1962. Systemic infection of corn by *Fusarium moniliforme*. *Phytopathology* 52:870-872.
- Gaumann, E. 1954. Toxins and plant diseases endeavour. 13:198-204.
- Gilman, C.J. 1963. Manual de los hongos del suelo. 2a. ed. México. Ed. Continental. 572 p.
- Haissing, B.E. 1962. The impact of plant tissue culture on agriculture. In: *Frontiers of plant tissue culture*. Editores Trevor and Thorpe. pp. 15-26.
- Kommedahl, T., C.E. Windels and R.E. Stucker. 1979. Occurrence of *Fusarium* species in roots and stalks of symptomless corn plants during the growing season. *Phytopathology* 69:961-966.
- Martínez, G.P.G. 1978. Estudio preliminar de un método de selección de material germoplásmico de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) usando el filtrado de *Fusarium oxysporum* (Schl), *F. lycopersici* (Sacc). S.H. Tesis profesional. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México.
- Pérez, R.A. 1985. Efecto de varios niveles de filtrado tóxico de *Fusarium* spp en el comportamiento *in vitro* de varias líneas de maíz. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Raghavan, V. 1977. Applied aspects of embryo culture. In: Applied and fundamental aspects of plant cell tissue and organ culture. Edited by J. Reinert and Y.P.S. Bajaj. Springer Verlag, Berlín-Heidelberg, N.Y. pp. 375-379.
- Robles, S.R. 1979. Producción de granos y forrajes. 2a. ed. México. LIMUSA. 592 p.
- Rojas, A.M. 1974. Prueba de un método de selección de variedades de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) resistentes a *Alternaria carthami* Corda, empleando la patotoxina del hongo. Tesis profesional. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México.
- SARH-DGEA. 1980. Anuario estadístico de la producción agrícola en los Estados Unidos Mexicanos. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Economía Agrícola. 287 p.
- Scott, G.E. and M.C. Futrell. 1970. Response of maize seedlings to *Fusarium moniliforme* and a toxic material extracted from this fungus. Plant disease reporter 54:483-486.
- Snyder, W.C. and T.A. Toussoun. 1965. Current status of taxonomy in *Fusarium* species and their perfect stages. Phytopathology. 55:833-837.
- Thiel, P.G., C.J. Meyer and W.F.O. Marasas. 1982. Natural occurrence of moniliformin together with deoxymivalenol and zearalenone in transkeian (South Africa) Corn. J. Agric. Food Chem. 30(2):308-312.
- Trapaga, A.J.A. 1980. Selección de material germoplásmico de trigo *Triticum aestivum* L. mediante el uso de la fitotoxina del agente causal *Fusarium calmorum* Sacc. bajo condiciones de laboratorio e invernadero. Tesis profesional. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México.
- Walker, J.C. 1965. Patología vegetal. Barcelona, España. Ed. Omega, S.A. 818 p.
- Wood, R.K.S., A. Ballio and A. Graniti. 1972. Phytotoxins in plant diseases. London. Academic Press. 530 p.

LAS HORMIGAS *Crematogaster* sp. ASOCIADAS A *Yucca filifera* (Chamb) EN EL SUR DE COAHUILA

Eugenio Guerrero Rodríguez¹

Laura A. Beristáin Rosales²

Luis A. Aguirre Uribe³

RESUMEN

Vástagos secos de *Yucca filifera* fueron colectados en el Ejido Encarnación de Guzmán, Municipio de Saltillo, Coah., con el objeto de determinar el papel que juegan las hormigas *Crematogaster* en la producción de semillas de esta planta. Se observó que los nidos de hormigas estaban localizados en vástagos de palmas altas, y las colonias estaban localizadas en galerías que fueron inicialmente formadas por insectos de la familia Anobiidae, dichas colonias son pequeñas dado el tipo de nicho que ocupan. Se determinó que las hormigas *Crematogaster* no causan daño a vástagos ni semillas, ya que su alimentación es a base de líquidos y resinas azucaradas.

INTRODUCCION

La palma gigante (*Yucca filifera*) se distribuye en 836 940 hectáreas en el Norte de México, lo que indica que esta planta desértica tiene un buen potencial para una explotación racional de los recursos que ofrece, a través de su flor y fruto.

En estudios con artrópodos asociados a *Y. filifera*, Juárez (1980) y Acevedo (1980), mencionan la presencia de hormigas *Crematogaster* sp en altas cantidades en frutos principalmente, pero sin mencionar el papel que desempeñan en la planta.

Dada la incógnita que plantean en el sentido de que pudieran afectar el fruto, o bien depredar larvas presentes en las bayas, se desarrolló el presente estudio para determinar si son insectos benéficos o dañinos en la producción de semillas de las yucas.

1 Ing. M.C. y 3 Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Parasitología, Div. Agronomía, UAAAN.
2 Tesista.

REVISION DE LITERATURA

Bequaert (1922) y Sudd (1967), mencionan que las hormigas de *Crematogaster* spp. se caracterizan por tener nidos que pueden construir en el suelo, bajo piedras, en cavidades de plantas vivas o muertas, aprovechando las agallas provocadas por insectos (cinípidos, lepidópteros, escarabajos), y es común en diversas especies de hormigas, no sólo de este género, el habitar dichas cavidades en regiones xerofíticas o muy cálidas, por ejemplo: en Norteamérica y Canadá (Bequaert, 1922); además, construyen nidos de cartón entre ramas o troncos de árboles de porte bajo o alto, que en ocasiones llegan a medir 5 metros o más de altura, aunque también ocupan nidos vacíos de abejas, por ejemplo, de *Trigona ayari* (Brian, 1983). Bequaert (1922), señala que por lo común son colonias populosas, aunque Wilson (1971), reporta que el número de adultos por colonia es bastante variable; así *C. elegans* tiene colonias de 300 adultos; pero en *C. dohrni* es hasta de más de 56 000.

Por lo común, estas especies se alimentan de líquidos azucarados que pueden obtener de escamas que se ubican en hojas enrolladas, en el interior de ramas con oquedades, o en cámaras de hojas cubiertas con lodo, por donde sólo pasan estas hormigas y no enemigos naturales, o bien de algunos membrácidos (Bequaert, 1922 y Sudd, 1967); también se alimentan de néctares de plantas tropicales, como en el caso de *Codonanthe crassifolia*, con la que establece un sinergismo, ya que la hormiga aprovecha el néctar y frutos como alimento, pero las semillas portadas en el fruto, en la colonia, tienen condiciones ideales para germinar en forma más vigorosa que las que germinan en condiciones normales (Kleindfeldt, 1978).

Se le ha encontrado en parabiosis con otras especies de hormigas, por ejemplo: con *Camponotus*, en el 80% de los casos, ocupando las *Crematogaster* las galerías superficiales del nido (Bequaert, 1922). Weber (1943), por su parte, añade que las hormigas de estas especies habitan en nidos de cartón, donde se adhieren las raíces de plantas epifitas, y se defienden mutuamente del ataque de enemigos. Al respecto, Bequaert (1922) cita que la mayoría de las especies de *Crematogaster* emiten olores densos y desagradables, para repeler hormigas mucho más grandes y enemigas suyas, pero resultan ineficaces a vertebrados, los que libera por su aguijón espatulado, el cual dispersa los repelentes. Brian (1983), además, señala que en algunas especies la glándula Dufour es agrandada, la que tiene un repelente lipofílico, y que la glándula metatorácica secreta ácidos orgánicos que matan microorganismos y algunas otras especies. Además de secretar repelentes por

glándulas, también exudan un compuesto gomoso con el que cubren a sus adversarios, que además actúa como alarma a sus compañeras de nido.

En cuanto a la búsqueda de alimento, Ayre (1969), menciona que *C. lineolata* es capaz de organizar travesías en grupo a una fuente constante de alimento, para lo cual usan feromonas marcadoras de senderos, para así establecer la ruta a seguir. Sudd (1967), señala que, por ejemplo: *C. scutellaris* usa la navegación visual, al mismo tiempo que el marcaje químico en la búsqueda de alimento. Fletcher y Brand (1968), reportan que *C. peringueyi* no coloca la feromona con la punta del gaster, como lo hacen la mayoría de los formícidos, sino que es colocada con la punta de los tarsos de las patas metatorácicas; también, en *C. ashmeadi*, se reporta que las feromonas de marcaje de sendero se ubican en glándulas tarsales (Wilson, 1971).

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en palmas, ubicadas en el Ejido Encarnación de Guzmán del Municipio de Saltillo, Coah., donde se colectaron vástagos secos en los que se formaron los frutos, para su posterior estudio en el laboratorio. La recolección de vástagos se realizó con ayuda de una escalera y una asa grande que se usa para la recolección de la flor; los vástagos se colocaban en bolsas de polietileno de 100 x 60 cm, y se sellaban con bandas de caucho para trasladarlas al laboratorio. Aun con la dificultad presente de tratar de estudiar las hormigas en su hábitat de 4 ó 6 metros de altura, y la imposibilidad de seguir el paso de las hormigas que deambulaban por debajo las hojas secas o vivas, se realizaron algunas observaciones respecto de sus hábitos alimenticios en campo. Los vástagos, una vez en laboratorio, se ubicaron en cajas entomológicas de 60 x 40 x 70 cm, a las que se les adaptó en un lado 5 tubos de ensaye en los cuales se colocaron 3 diversas soluciones azucaradas, en otra, agua y en otra, trozos de carne o larvas de Anobiidae (insectos que se encontraron presentes en los vástagos); en una esquina de la caja se colocaron pequeñas cajas con cristales de azúcar, con el fin de estudiar sus hábitos alimenticios y, por último, se procedió a abrir los nidos para cuantificar su vigorosidad en base al número de individuos en diferentes fases de desarrollo.

RESULTADOS Y DISCUSION

De los vástagos que en el campo se observaron, se encontró que sólo en aquéllos que estaban secos y manifestaban establecimiento de insectos

de Anobiidae, detectados por los orificios ovales de 2 a 3 mm que dejan los adultos al salir, era factible localizar nidos de *Crematogaster* sp; es de enfatizar que, en general, estos nidos se encontraron en plantas especialmente altas, debido a que la mayoría de los vástagos que están ubicados en plantas más bajas son retirados cuando colectan la flor o el fruto para su venta o consumo, razón por la que se llevaron al laboratorio para su estudio.

En estos vástagos se observó que fue constante el retiro de heces fecales de las larvas de Anobiidae, lo cual le permitiría aumentar el tamaño interno del nido, al aprovechar las nuevas galerías hechas por las larvas en desarrollo; en ningún caso se observó una cámara definida construida por las hormigas, sino más bien aprovechando las rutas de avance de las larvas, y donde se unen en la parte central del vástago, es donde se conforma la cámara más grande.

En el Cuadro 1 se manifiestan los datos de individuos de los 4 vástagos en cuanto a preferencia alimenticia, y se observa que en general la asistencia de hormigas, a tubos con distinta concentración de azúcar fue igual; dado que no visitaron el tubo con trozos de carne o con larvas de Anobiidae, se deduce que este insecto no es depredador, sino sólo consume alimentos azucarados; además, fue notorio el consumo, o al menos acarreo, de granos de azúcar, mismos que se encontraban acumulados en las galerías de los nidos cuando se abrieron éstas posteriormente. Lo anterior explica lo observado en campo, en cuanto a que los adultos se localizan en los frutos, prefe-

Cuadro 1. Adultos de *Crematogaster* sp en diferentes substratos alimenticios en cajas de observación. UAAAN, 1981.

Fecha de observación	Agua	Solución azucarada			Carne
		20%	30%	40%	
Agosto 27	1	3	0	0	0
Agosto 28	11	12	5	4	0
Septiembre 3	6	8	10	6	1
Septiembre 11	17	8	9	2	0
Septiembre 14	3	3	8	6	0
Septiembre 25	2	0	0	6	0
Total	40	34	32	34	1

rentemente en aquéllos que tienen heridas por insectos, pájaros o que se ocasionan al golpearse entre ellos por acción del viento, y que presentan secreciones azucaradas, que son consumidas por las hormigas, lo que ocurre principalmente en los meses de mayo a septiembre; en los meses en los que la planta no florece o fructifica, se encontró a estos insectos recogiendo resina seca de color rojo ocre, localizada en la parte basal del envés de las hojas verdes, en el ápice de palmas de 5 metros de altura, lo cual sugiere que estas hormigas muerden la base de la hoja y posteriormente colectan dicha resina, la que llevan y acumulan en el nido y les sirve como alimento.

En el mismo Cuadro 1 es notorio el consumo de agua, y se tienen mayores registros de hormigas que la visitan; se requirió proveer constantemente de agua por su alto consumo.

En el Cuadro 2 se presenta el total de individuos observados, en torno al nido en las cajas de observación en distintas fechas, notándose que en el vástago 1 y 3 se tenía más actividad, lo cual es indicativo de ser colonias más vigorosas; el vástago 4 fue el que menos tenía, por lo tanto, fue el más débil.

Cuadro 2. Número de hormigas vivas y muertas en las cajas de observación. UAAAN, 1981.

Fecha de observación	Vástagos - Nido							
	1		2		3		4	
	V*	M*	V	M	V	M	V	M
Agosto 27	36	5	0	0	0	0	0	0
Agosto 28	11	21	0	33	0	0	0	0
Septiembre 3	0	8	4	7	3	3	3	3
Septiembre 11	7	0	7	5	31	7	2	5
Septiembre 14	0	0	10	2	3	21	4	5
Septiembre 25	0	8	0	0	32	4	0	1

V = vivas M = muertas que se retiraban del nido

En el Cuadro 3, al abrir los vástagos-nido, se encontró que en general, el 1 y 3 presentaban mayores poblaciones de individuos, mientras que el que menos presentó fue el 4, lo que confirma lo anteriormente dicho.

En cuanto a larvas de Anobiidae encontradas en los vástagos, las mayores poblaciones se tienen en el 1 y el 4, siendo bajas en el número 3, aunque las galerías observadas con salidas de adultos fueron numerosas. En cuanto a larvas de *Enoclerus zonatus* que son depredadores, en este caso de larvas de Anobiidae, el número en general fue bajo y no se encontraron en el vástago 2.

En poblaciones de hormigas el nido más vigoroso fue el 1, ya que se encontraron altas cantidades de adultos y larvas, aunque en este caso muchas estaban muertas, y fue el único nido donde se encontraron algunas pupas. En el vástago-nido 2, también presenta un número relativamente alto de adultos y menor de larvas; no se encontraron larvas muertas ni se observaron pupas. El número 3 presenta el menor número de adultos, en comparación a las 2 anteriores, pero un número mucho mayor de larvas, con muy pocas muertas, aunque no se observaron pupas. El nido 4 fue muy débil, ya que sólo se encontraron 3 adultos y 6 larvas.

Cuadro 3. Número de individuos observados en 4 vástagos de frutos de *Yucca filifera*. UAAAN. 1981.

Individuos observados	1	2	3	4	\bar{x}
Anobiidae (larvas)	45	12	4	24	21.25
<i>Enoclerus zonatus</i> (larvas)	2	0	2	3	1.75
<i>Crematogaster</i> sp*					
adultos muertos	3	9	9	29**	5.75
adultos vivos	314	153	63	3	133.25
larvas muertas	60	0	25	0	21.25
larvas vivas	291	95	334	6	161.50
pupas vivas	15	0	0	0	3.75

* en ningún caso se detectaron huevecillos

** 2 dentro del hormiguero, y 27 en el masking tape con que se sellaban las cajas de observación.

CONCLUSIONES

La alimentación de las hormigas *Crematogaster* en *Y. filifera* es a base de líquidos y resinas azucaradas, y no causan daño a fruto o semilla.

El establecimiento de su colonia depende de que se establezcan primero insectos de la familia Anobiidae.

Presentan colonias, que por la limitación del nicho ocupado, son generalmente pequeñas.

BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, F.G. 1980. Artrópodos asociados al fruto de *Yucca filifera* (Chamb). Fluctuaciones y daños ocasionados por los mismos en el área de Vallejos, Matehuala, S.L.P. Tesis profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 67 p.
- Ayre, G.L. 1969. Comparative studies on the behaviour of three species of ants (Hymenoptera: Formicidae). II. Trail formation and groups foraging. *The Canadian Entomologist*, 101:118-28.
- Bequaert, J. 1922. Ants and their diverse relations to the plants world. In *Ants of the American Museum Congo expedition. A contribution to the Myrmecology of Africe*. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 45:1-1139.
- Brian, M.V. 1983. *Social Insect: Ecology and behavioural biology*. New York. Chapman and Hall. 377 p.
- Fletcher, D.J. and J.M. Brand. 1968. Source of the trail pheromone and method of trail laying in the ant *Crematogaster peringueyi*. *Jour. Insect. Physiol.* 14:783-8.
- Juárez, R.J.M. 1980. Determinación y fluctuación de artrópodos asociados a *Yucca filifera* (Chamb) en Caopas, Zac. Tesis profesional Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 66 p.
- Kleindfeldt, S.E. 1978. Ants-gardens: the interaction of *Codonanthe crassifolia* (Gesneraciae) and *Crematogaster longispina*. (Formicidae). *Ecology* 59(3):449-456.
- Sudd, J.H. 1967. *An introduction to the behaviour of ants*. London. Edward Arnold Publ. 200 p.

Weber, N.A. 1943. Parabiosis in neotropical "Ant gardens". *Ecology*. 24(3): 400-4

Wilson, E.O. 1971. *The insect societies*. Belknap. Cambridge, Mass., England. Press of Harvard University. 548 p.

**TRIFLUMURON, UNA ALTERNATIVA DE CONTROL DE
Musca domestica L. (DIPTERA: MUSCIDAE). MORTALIDAD DE
LARVAS Y EMERGENCIA DE ADULTOS**

Aguileo Lozoya Saldaña¹
Fco. Javier Juárez Ramos²
Luis A. Aguirre Uribe³

RESUMEN

Se evaluó la actividad larvicida del insecticida inhibidor del crecimiento, Triflumurón, y su relación con la emergencia de adultos de *M. domestica*, en pruebas de laboratorio, utilizando 5 dosis y 3 niveles o estratos, donde las larvas se podían desarrollar. Las dosis que en promedio presentaron una mayor mortalidad larval, fueron las de 100 y 50 ppm, y en menor grado las de 10 y 5 ppm. La emergencia de adultos se redujo en las dosis de 100 y 50 ppm, a un 11.1% y 3.1%, respectivamente. La baja emergencia de adultos está directamente relacionada con el desarrollo larval y la formación de pupas.

INTRODUCCION

La mosca doméstica, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), insecto de amplia distribución mundial y serio problema de salud pública, ha sido blanco de una serie de medidas de control, que no se ha logrado abatir eficazmente sus poblaciones. La atención para reducir esta plaga, ha sido enfocada en los denominados "reguladores del crecimiento de los insectos" (RCI). (Hall y Foehse, 1980; Lozoya y Ruiz, 1985).

1 M.C. y 3 Ph.D, Maestros investigadores del Departamento de Parasitología, Div. de Agronomía, UAAAN.

2 Tesista

La selectividad de estos compuestos, derivados de los benzoylfenilureas, y su baja toxicidad a mamíferos, ha estimulado considerablemente la investigación y desarrollo de la actividad en el área de la inhibición de la síntesis de quitina (Marks *et al.* 1982). La quitina está ausente en vertebrados y plantas superiores, por lo tanto, los RCI tienen diversas ventajas como insecticidas, ya que interfieren en el proceso de la muda de los insectos, produciendo mortalidad larval, además de aberraciones en pupas y, consecuentemente, reducen notablemente la emergencia de adultos cuando se aplican a dosis adecuadas, además de que poseen actividad ovicida y quimioesterilizante (Verloop y Ferrell, citados por Hajjar y Casida, 1978).

El conocimiento de la relación dosis-efecto de estos compuestos insecticidas, es de principal importancia al tratarse de insectos que afecten la salud y bienestar del hombre y sus animales domésticos. Consecuentemente, el objetivo de esta investigación fue aportar información que incremente el conocimiento sobre la utilización del Triflumurón, al evaluar su efecto insecticida en larvas de mosca doméstica y su reducción en la emergencia de adultos de esta plaga.

REVISION DE LITERATURA

En los insectos, como en todos los organismos, los procesos fisiológicos relacionados con la reproducción, desarrollo, muda y metamorfosis, están bajo regulación hormonal. El papel de las hormonas en el desarrollo fisiológico de los insectos aún no está muy claro, pero mediante los métodos bioquímicos modernos, se han logrado grandes avances en los últimos años.

Insecticidas Reguladores del Crecimiento

Los RCI son conocidos como la tercera generación de insecticidas. Son compuestos que alteran el crecimiento normal del molde del insecto en varias rutas bioquímicas, causando su muerte (Pfdat, 1978). La deformación del integumento es generalmente irreversible, y es el primer y más rápido aspecto observado por los efectos de los RCI. En las especies de insectos, los efectos y las características de la respuesta, depende del tiempo de la aplicación, la dosis, el modo de administración y el tipo de compuesto (Staal, 1975).

Los reguladores del desarrollo en insectos y otros artópodos, son de 3 tipos: a) hormona juvenil (HJ), que afecta la metamorfosis e inhibe el desa-

rollo total del adulto; b) Ecdysona, que regula la muda; y c) compuestos antiquitina, que previenen la formación de la muda (Davidson y Lyon, 1979; Atkins, 1978).

La acción principal de la hormona juvenil en el desarrollo de los insectos, es la de determinar el desarrollo de cada muda, por el impedimento de la expresión de las características del adulto, hasta un tiempo apropiado. En los estados inmaduros tratados con la hormona juvenil, se inhibe el desarrollo normal, así como su período completo de vida. Compuestos de la misma hormona juvenil, también tienen efectos gonadotrópicos, y pueden ser utilizados experimentalmente para interrumpir el letargo, el desarrollo normal del ovario y la distribución de reservas grasosas entre los tejidos somáticos y reproductivos. Esto ha incrementado considerablemente el interés en el uso de la imitación de la hormona juvenil para el control de plagas (Atkins, 1978).

La hormona juvenil no es persistente en el medio ambiente y no es tóxica a mamíferos; es biodegradable, pero químicamente estable; probablemente estas características restringen su uso en el campo. (Davidson y Lyon, 1979).

Los defectos metamórficos también pueden provocar una mortalidad indirecta a través del impedimento de las funciones sensoriales, comportamiento, alimentación, etc. La inhibición de la metamorfosis, de órganos internos o funciones, puede ser casualmente relacionada de otro modo con la mortalidad, como un resultado de la aplicación de los RCI (Staal, 1975).

Propiedades de los RCI

- a) No tienen propiedades sistémicas, ni de penetración local en el tejido vegetal.
- b) Deben ser absorbidos por los insectos por vía estomacal para poder actuar. No existe absorción por contacto y no actúan por gasificación e inhalación.
- c) La persistencia bajo condiciones de lluvia, alta temperatura y fuerte insolación, es muy buena. Esta persistencia se traduce en un efecto residual prolongado en la parte tratada. Sin embargo, en vista de la ausencia de translocación en la planta, este efecto residual no se

- puede aprovechar en cultivos de rápido crecimiento, y en este caso, forzosamente hay que recurrir a frecuentes aplicaciones, si se presentan reinfestaciones durante el período vegetativo intensivo de esos cultivos.
- d) No controlan insectos adultos, ya que éstos no sintetizan quitina.
 - e) Como su acción se manifiesta durante la muda, la muerte del insecto puede demorar. Dosis muy altas pueden causar deformación de la larva tratada.
 - f) A temperaturas altas, los RCI presentan una mayor actividad y una mayor eficacia.
 - g) Los RCI presentan efectos ovicidas cuando se usan solventes adecuados que aseguren la penetración del ingrediente activo en el huevo. Se observa una mayor eficacia en huevos frescos, y disminuye en huevos más viejos.
 - h) Cuando la hembra ingiere una dosis suficiente de RCI, se observa una reducción de la oviposición. El desarrollo embrionario es normal, pero la larva no es capaz de romper la cáscara para librarse del huevo, por falta de quitina en el aparato bucal (Wybou, s.f.).

Efecto de las Propiedades de los RCI

Los RCI deben aplicarse de acuerdo a sus propiedades, ya que éstos actúan de 2 formas:

- a) Sobre la inhibición de las mudas de larvas y pupas.
- b) En la reducción de la generación siguiente por la inhibición de la eclosión y/o disminución de la oviposición.

Efecto directo sobre larvas

Los RCI deben aplicarse antes de que la plaga supere el nivel crítico de ataque, de esta manera se evita el efecto inicial lento. Debido a que los RCI no son sistémicos, deben ser aplicados lo suficientemente temprano para que actúen sobre las larvas, antes de que éstas penetren en los tejidos vegetales.

El tiempo preciso para las aplicaciones puede indicarse mediante el vuelo de las mariposas, lo cual coincide con la oviposición; las aplicaciones en esta fecha, también permiten aprovechar las propiedades inhibitorias de la eclosión. La dosificación de los RCI depende de las distintas plagas.

Efecto sobre la oviposición

Si la aplicación se realiza durante la presencia de adultos antes de la oviposición, aparentemente es posible, en algunas especies de lepidópteros y coleópteros, la absorción de la sustancia activa. Este efecto tiene valor práctico solamente cuando se generaliza la aplicación a grandes extensiones del cultivo, o si se trata de plagas de un radio migratorio muy reducido (Wybou, s.f.).

Modo de Acción de las Benzoylfenilureas

La acción insecticida de las benzoylfenilureas, resulta de la inhibición directa de la síntesis de quitina dentro del integumento, más que de algún otro efecto extracuticular indirecto en los niveles hormonales (Hajjar y Casida, 1978). La potencia de las mismas afectan un gran número de eventos involucrados en la biosíntesis de quitina.

En dípteros, la inhibición de la síntesis del DNA puede ser un modo de acción primario, y la inhibición de la síntesis de quitina puede ser secundario (Marks, *et al.* 1982).

Fueron propuestas 2 hipótesis para explicar el modo de acción de las benzoylfenilureas: la primera de éstas dice que estimulan la actividad de las fenoloxidasas, así como la de la quitinasa y, por lo tanto, interfieren en la producción de la quitina y en la formación de la cutícula (Ishaaga y Casida, 1974); la segunda hipótesis dice que reducen la actividad de las enzimas en la metabolización de la ecdysona. Consecuentemente, al incrementarse la concentración de la ecdysona, estimula a la enzima quitinasa e impide la propia deposición de quitina en la nueva cutícula (Yu y Terriere, 1977).

También se dice que puede ser indirecta por la alteración del nivel de la ecdysona o de la hormona juvenil (Yu y Terriere, 1977), o directamente por la inhibición de un grado crítico de la formación de la quitina (Post, 1974).

Wybou (s.f.) menciona que el Triflumurón bloquea la polimerización de la Uridindifosfato-N-Acetil Glucosamina, mediante la inhibición de la enzima sintetasa de quitina. Como consecuencia, se inhibe la síntesis de la quitina, y con ello la formación de la endocutícula durante el proceso de la muda, de los insectos holometabólicos; al mismo tiempo se detecta un incremento en la actividad de la enzima quitinasa, lo que acelera la descomposición de la quitina. A dosis normales, la inhibición de la síntesis de quitina es la que predomina en el modo de acción. Los trabajos que se han llevado a cabo para determinar su modo de acción, da una fuerte prueba para la hipótesis de que éstos inhiben la activación proteolítica de la síntesis de quitina; también provee la evidencia de que actúan sobre la ligadura quimotripsina proteasa, en la biosíntesis de quitina en insectos (Marks, *et al.* 1982).

Uso del Triflumurón Para el Control de Dípteros

Efectos contra larvas

Miura y Takahashi (1979), observaron que al tratar los huevecillos del mosquito (*Culex quinquefasciatus* Say), con Triflumurón, se obtenían crías anormales, así como actividad ovicida. Al alimentar a los adultos de este díptero con cebos, se obtenían crías anormales, e igualmente una actividad ovicida.

Los efectos que se observaron en la eclosión anormal, consistían en la muerte de embriones maduros atrapados en el corión; la eclosión parcial, al quedar solamente la cabeza fuera del corión, también al quedar solamente el caudal final libre o así mismo cuando el tórax y abdomen quedaban libres y la cabeza y el caudal final estaban atrapados.

La emergencia de adultos de la mosca del establo (*Stomoxys calcitrans* L.) fue inhibida cuando el medio larval que contenía larvas del primero, segundo y tercer instar, fue tratado con Triflumurón a bajas concentraciones. El Triflumurón fue más activo contra las larvas del tercer instar, rompiendo la transición larva-pupa. La mortalidad larval se incrementó cuando los tratamientos fueron aplicados sobre el primer y segundo instars larvarios (Kunz, 1981).

Weaver y Begley (1982), trabajando con las formulaciones CE y PH de Triflumurón, encontraron que la mortalidad de larvas de mosca doméstica

se incrementó al ser tratados los huevecillos y el primer instar; el segundo instar tratado fue medianamente afectado y se obtuvo de un 36% a un 66% de larvas que llegaron a pupar. Las larvas del tercer instar de todos los tratamientos y del testigo, se comportaron similarmente, obteniéndose casi igual la formación de pupa.

Sánchez y Aranda (1986), al mezclar el compuesto con el medio de cría utilizado para larvas y colocar huevecillos de mosca doméstica sobre este medio, obtuvieron un 100% de inhibición de emergencia de adultos, a las concentraciones de 3 y 10 ppm, en tanto que a la dosis de 0.001 ppm, sólo la redujo en un 15%.

Con respecto a la F_1 , la mortalidad de larvas resultó de 17% y 73%, a las concentraciones de 0.001 y 1.00 ppm, respectivamente. El porcentaje de emergencia de adultos se redujo en 17% a 0.001 ppm, y en 39% a 1.0 ppm.

Pruebas sobre la esterilidad de adultos

Los estudios sobre pruebas de esterilidad de adultos, se llevan a cabo mediante la alimentación de éstos con cebos envenenados, por el tratamiento de la superficie de contacto, así como por medio de inyecciones (Chang, 1979; Weaver y Begley, 1982).

Weaver y Begley (1982) encontraron que la esterilidad fue significativamente inducida en moscas domésticas adultas, sobre los 21 días después de su exposición al cebo (consistente de la mezcla de azúcar granulada con Triflumurón PH 25%). Después de los 21 días, el número de eclosiones se incrementó apreciablemente.

La esterilidad inducida por el contacto con el papel tratado, no fue permanente como en la exposición al cebo, a los 7 días después de la exposición de las moscas se observaron reducciones significativas en la eclosión de huevecillos; el porcentaje de eclosión se incrementó a los 14 días.

Knapp y Herald (1983), establecieron que al exponer cualquier sexo de la mosca de la cara a superficies tratadas con Triflumurón, la mortandad de larvas de la F_1 fue muy efectiva, así como la inhibición de la cría de huevecillos.

Cuando la hembra fue expuesta al tratamiento, y se apareó con un macho no tratado, se mostró una mayor inhibición de cría de huevecillos, incrementándose esta inhibición cuando el macho y la hembra fueron expuestos al tratamiento. La inhibición de la cría de huevecillos, dependió del tiempo de exposición, de la concentración, el sexo de la mosca expuesta y del tiempo transcurrido después de la exposición.

Al inyectar a las moscas hembras con Triflumurón, éstas quedaron estériles alrededor de 22 días. Después de la primer semana del tratamiento de las hembras con este compuesto, los huevecillos que se colectaron en este período, no alcanzaron a eclosionar. Después de 3 semanas del tratamiento, los huevecillos colectados presentaron un promedio de eclosión del 37% (Chang, 1979).

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se efectuó en el laboratorio de cría y reproducción de insectos, del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se contó con la colaboración de granjas avícolas del área sub-urbana de Saltillo, en donde se recolectó el material seco de gallinaza, así como larvas de mosca doméstica. Se aprovecharon las diversas pruebas utilizadas por Ruiz (1984), para darles las condiciones óptimas que requiere la larva para su desarrollo.

Se utilizó un diseño completamente al azar, compuesto éste de 6 dosis y 3 estratos de profundidad. Se tuvieron 4 repeticiones para cada interacción dosis-estrato. Cada repetición consistió en un bote de un litro de capacidad, en el cual se colocó gallinaza limpia y seca en las cantidades requeridas para cada estrato, siendo estos últimos de 2.5, 7.5 y 12.5 cm. Posteriormente se agregó agua, hasta que se alcanzara un 60% de humedad. Una vez ya humedecido el medio, se sembraron las larvas de mosca doméstica del segundo instar, en un total de 50 larvas por repetición. Ya sembradas las larvas se dejaron reposar por 24 hr para que se ambientaran en el medio; al final de este período, se procedió a hacer las aplicaciones correspondientes del producto.

Las dosis de este bioensayo, están en relación volumen/volumen, y fueron las siguientes: testigo, 1, 5, 10, 50 y 100 ppm del compuesto Triflumurón.

La gallinaza se humedeció hasta alcanzar un 80% de humedad, debido a que este porcentaje es el óptimo para el desarrollo larval. Este 80% fue dividido en un 60% de agua y el 20% restante que dé la mezcla agua + producto.

Después de aplicado el producto, los botes fueron tapados con tela (tul) para evitar la fuga de adultos ya emergidos. Los botes se colocaron en la estantería de la cámara bioclimática a temperatura controlada de 28°C, y con un 80% de humedad relativa.

Para hacer las evaluaciones respectivas, el material contenido en cada estrato, fue minuciosamente desmenuzado, para así obtener los individuos de la mosca doméstica, según la fase biológica en que se encontraban. Estas evaluaciones fueron hechas a los 10 días después de sembrar las larvas. Los parámetros en estudio fueron la mortalidad de larvas y la emergencia de adultos.

Análisis Estadísticos

Los datos se analizaron por medio de un análisis completamente al azar, así como con la realización de la prueba de rango múltiple de Duncan, al nivel 0.05% de riesgo. Se analizaron las 6 dosis, así como los 3 estratos utilizados para cada dosis, y la interacción dosis-estrato. Previamente a la realización de este análisis, los datos obtenidos de este trabajo se transformaron a $\text{Log } X + 1$

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación de Larvas Muertas

En el estrato 2.5 cm, la mortalidad de larvas fue altamente significativa y, de acuerdo a la prueba de Duncan (Cuadro 1), las dosis que se comportaron estadísticamente similares y que mostraron mejores resultados fueron: 10 ppm, con 9.0%; 100 ppm, con 13%; y 50 ppm, con 19.5%. Sin embargo, de acuerdo a la prueba de Duncan, las dosis: 1 ppm y 5 ppm, con 6.0%, respectivamente, actuaron de manera similar que la dosis de 10 ppm. En el testigo, la mortalidad fue la más baja con 2.0%, pero de acuerdo con Duncan, no hubo diferencia significativa con respecto a las dosis de 1 y 5 ppm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Larvas muertas de *M. domestica* L. por estratos tratados a 6 dosis del compuesto Triflumurón administrado en el medio de desarrollo larval. Cuatro repeticiones, 50 larvas por repetición. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. 1986.

Dosis (ppm)	Estratos					
	2.5 cm		7.5 cm		12.5 cm	
0	2.0	c	2.0	c	3.5	b
1	6.0	b c	6.0	b c	4.0	b
5	8.0	b c	11.0	a b	13.5	b
10	9.0	a b	16.0	a b	14.5	b
50	19.5	a	5.5	c	10.5	b
100	13.0	a	19.5	a	36.5	a
C.V. (o/o)	14.91		20.0		21.24	

Para el estrato 7.5 cm hubo diferencias significativas y, según la prueba de Duncan (Cuadro 1), las dosis que presentaron mayor mortalidad de larvas y que estadísticamente actuaron similarmente fueron: 5, 10 y 100 ppm, con porcentajes de: 11.0, 16.0 y 19.5, respectivamente. Según la prueba de Duncan, la dosis de 1 ppm con 6.0%, actuó en forma similar, con respecto a las dosis de 5 y 10 ppm. Las dosis que presentaron el menor porcentaje de larvas muertas fueron las de: 0 ppm y 50 ppm, con 2.0 y 5.5, respectivamente, comportándose estadísticamente similares que las dosis de 1 ppm.

En el estrato 12.5 cm, la mortalidad larval fue altamente significativa y, según la prueba de Duncan (Cuadro 1), la dosis de 100 ppm presentó la mayor mortalidad, con un 36.5%, y fue estadísticamente diferente con respecto a las dosis restantes. Según Duncan, las dosis de: 10 ppm, 5 ppm, 50 ppm, 1 ppm y el testigo, se comportaron estadísticamente similares con los porcentajes siguientes: 14.5, 13.5, 10.5, 4.0 y 3.5, respectivamente.

Estos resultados, relativos a larvas muertas por estratos y dosis, pueden apreciarse en la Figura 1, donde se observa que la dosis que obtuvo en promedio el más alto porcentaje de larvas muertas, fue la de 100 ppm; es importante observar que en el estrato de 2.5 cm, la dosis 50 ppm fue la más alta.

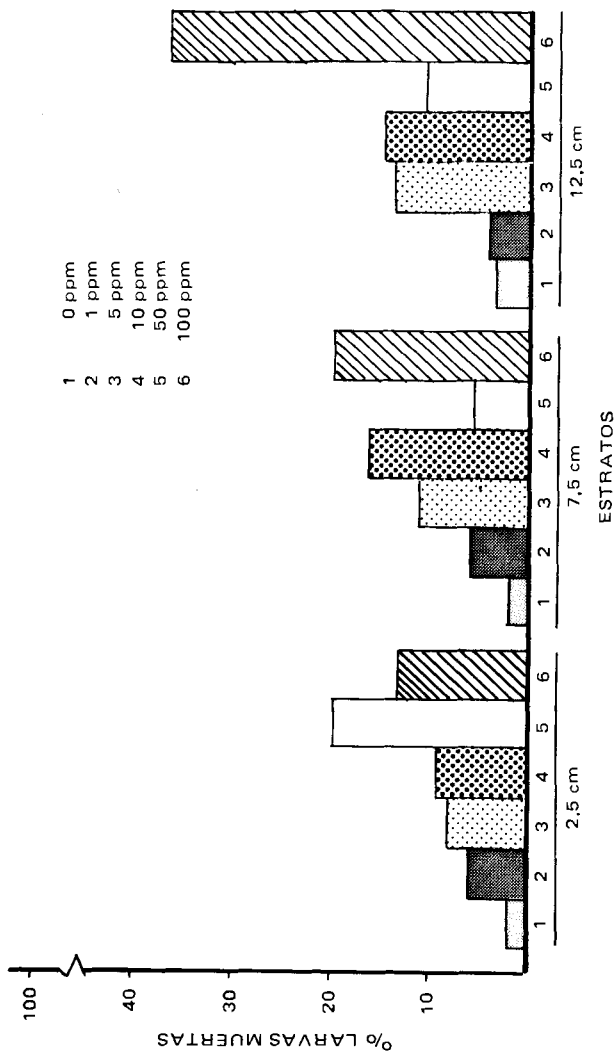


Figura 1. Larvas muertas de *M. domestica* por estratos expuestas a b dosis del compuesto Triflumurón administrado en el medio de desarrollo larval. Porcentaje de 4 repeticiones por tratamiento (dosis-estratos), 50 larvas por repetición. UAAAN. Saltillo, Coah. 1986.

Se pudiera pensar que los resultados de 50 ppm deberían corresponder a las dosis de 100 ppm, y los de esta última a la dosis de 50 ppm, pero si se observan los estratos de 7.5 cm y 12.5 cm, los resultados de 50 ppm no presentan una relación matemática lógica, en relación a las demás dosis. En el testigo y las dosis de: 1, 5, y 10 ppm, el porcentaje de mortalidad larval fue de menor a mayor, respectivamente.

Emergencia de Adultos

En el estrato 2.5 cm, la emergencia de adultos fue estadísticamente altamente significativa y, según la prueba de Duncan (Cuadro 2), las dosis que presentaron el mayor número de adultos emergidos y que fueron estadísticamente similares fueron: testigo, con 96.00%; 5 ppm, con 82.00%; 10 ppm, con 80.00%; y 1 ppm, con 45.00%.

La dosis de 100 ppm, con 21.00% de emergencia de adultos, se comportó estadísticamente similar con la dosis de 1 ppm. La dosis que presentó la mayor acción en la inhibición de emergencia de adultos fue la de 50 ppm, y se comportó estadísticamente muy diferente con respecto a las demás dosis; el porcentaje de emergencia de adultos fue más bajo con 4.50% (Cuadro 2).

Al relacionar los resultados de larvas muertas (Cuadro 1), y la emergencia de adultos (Cuadro 2), se observa que en sólo ciertas dosis, sí existe una relación directa, tal es el caso para la dosis de 50 ppm, que en el estrato de

Cuadro 2. Emergencia de adultos por estratos de *M. domestica* provenientes de larvas tratadas a 6 dosis del compuesto Triflumurón administrado en el medio de desarrollo larval. Porcentaje de 4 repeticiones (dosis-estrato), 50 larvas por repetición. UAAAN, Saltillo, Coah. 1986.

Dosis ppm	\bar{x} estratos		
	2.5 cm	7.5 cm	12.5 cm
0	96.0 a	97.5 a	93.0 a
1	45.0 ab	61.5 a	70.5 a
5	82.0 a	57.5 a	44.5 a
10	80.0 a	69.0 a	53.5 a
50	4.5 c	4.0 b	1.0 b
100	21.0 b	7.0 b	5.5 b
C.V. (%)	9.12	8.0	10.45

2.5 cm fue la de más alta mortalidad larval (19.5%), y consecuentemente la de menor emergencia de adultos. La dosis de 100 ppm fue estadísticamente igual a 50 ppm, en cuanto a larvas muertas, pero no así en la emergencia de adultos. Esta misma dosis (100 ppm), fue estadísticamente igual a 10 ppm en larvas muertas, pero no así en la emergencia de adultos (Cuadros 1 y 2). Estos resultados indican, que aunque estadísticamente 2 dosis sean iguales en función a la mortalidad producida en larvas, no necesariamente será igual en la emergencia de adultos, ya que la acumulación del producto por el insecto se verá en los siguientes estados biológicos, como la malformación de pupas y la incapacidad de emergencia de adultos, así como las malformaciones del mismo.

En el estrato 7.5 cm (Cuadro 2), se observaron diferencias altamente significativas sobre la emergencia de adultos, según Duncan; las dosis de 50 y 100 ppm fueron las que presentaron el menor porcentaje de adultos emergidos, con 4.0% y 7.0%, y fueron estadísticamente diferentes con las dosis restantes.

Las dosis de: 5 ppm, 1 ppm, 10 ppm y el testigo, se comportaron estadísticamente en forma similar, y sus porcentajes fueron: 57.5, 61.5 y 97.5%, respectivamente (Cuadro 2).

En el estrato 12.5 cm, la emergencia de adultos fue mayor en el testigo y en las dosis de: 1 ppm, 5 ppm y 10 ppm, siendo estadísticamente diferentes con respecto a las dosis de 50 ppm y 100 ppm, que presentaron el menor porcentaje de emergencia.

Para la dosis de 0 ppm, el porcentaje de emergencia de adultos fue de 93.0%; en las dosis de 1 ppm fue de 70.5%; para 10 ppm, fue de 53.5%; y para 50 ppm, fue de 44.5%. Los porcentajes de cada dosis corresponden a machos y hembras respectivamente.

Para la dosis de 100 ppm fue de 5.5%; y para la dosis de 50 ppm fue de 1.0%, de emergencia de machos y hembras (Cuadro 2).

En forma general, las dosis que presentaron un porcentaje más bajo sobre la emergencia de adultos, fueron las de 50 ppm y 100 ppm, en los 3 estratos que se probaron. Relacionando los resultados de la mortalidad de larvas (Cuadro 1) y emergencia de adultos (Cuadro 2) para los estratos de 7.5

y 12.5 cm, se observa que la dosis de 50 ppm obtuvo menor porcentaje de mortalidad larval, en relación a la dosis de 100 ppm, pero en función a la emergencia de adultos, la dosis de 50 ppm obtuvo de estos estratos la menor emergencia de adultos. Con esto se observa que no siempre la dosis de mayor porcentaje de mortalidad de larvas, deberá ser la dosis que obtenga la menor emergencia de adultos; para esto se deberá tener muy presente la relación dosis-efecto y costo-beneficio, particularmente para la mosca doméstica, ya que el estado de larva no es la fase dañina, sino que el problema son los adultos, y que finalmente lo que se busca es reducir sus poblaciones de una manera eficaz, utilizando la menor cantidad de tóxicos. Los resultados de la emergencia de adultos se ilustran en la Figura 2.

CONCLUSIONES

1. El efecto insecticida del compuesto Triflumurón está en relación a la dosis utilizada, ya que su grado de toxicidad se manifiesta en la mortalidad de larvas, malformación de pupas y baja emergencia de adultos.
2. Las dosis que presentaron en promedio mayor mortalidad de larvas son: 100, 50, 10 y 5 ppm; siendo esta mortalidad de: 23.0%, 11.8%, 13.1%, 10.8%, respectivamente para las dosis indicadas. No obstante que, aunque esta mortalidad se observe aparentemente baja, el efecto tóxico del compuesto se acumula y se manifiesta en el paso de larva a pupa, presentando estas últimas malformación y consecuentemente una reducción en la emergencia de adultos.
3. Las dosis en las que se presentó más de un 50% de malformación de pupas, fueron las de 100 y 50 ppm; consecuentemente, la emergencia de adultos a estas dosis fue de: 11.1% y 3.1%; estos resultados confirman que la baja emergencia de adultos está directamente relacionada con la formación normal de las pupas y el desarrollo larval.
4. Para obtener un mejor efecto insecticida del compuesto Triflumurón, se sugiere que éste se aplique en los estadios más jóvenes de la larva del insecto a controlar; de esta manera puede formar parte importante del control integral de insectos.

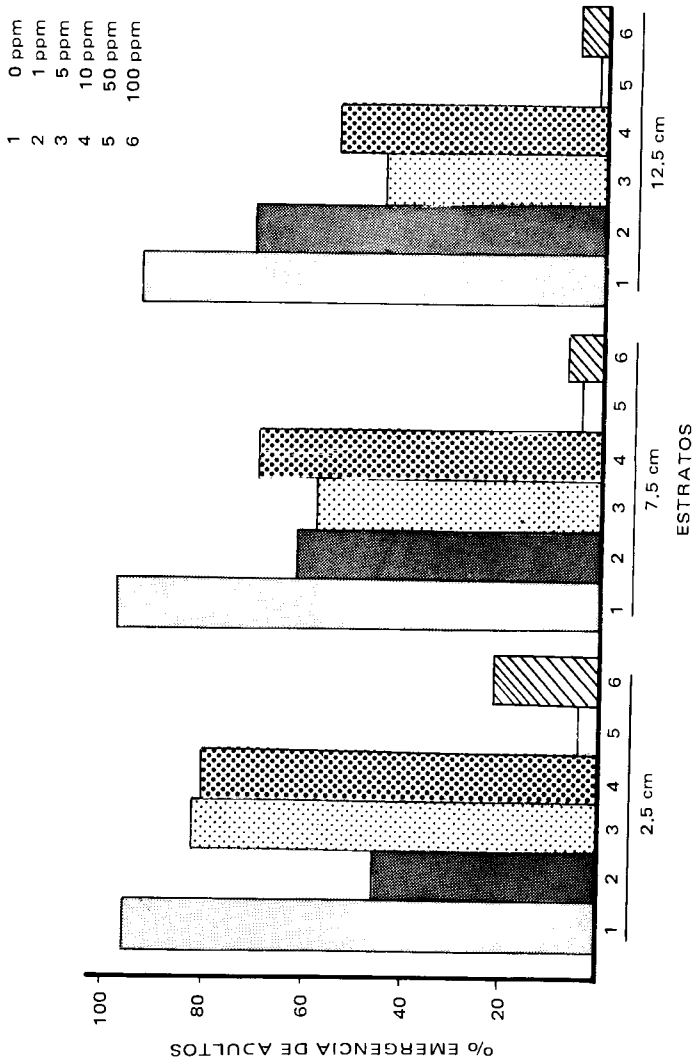


Figura 2. Resultados obtenidos en la emergencia de adultos por estratos de *M. domestica* provenientes de larvas tratadas a 6 dosis del compuesto Triflumurón administrado en el medio de desarrollo de éstas. Porcentajes de 4 repeticiones por (dosis-estrato), 50 larvas por repetición. UAAAN, Saltillo, Coah. 1986.

BIBLIOGRAFIA

- Atkins, M.D. 1978. Insect in perspective. New York, USA. Mac Millan Publ. Co. Inc.
- Chang, S.C. 1979. Laboratory evaluation of diflubenzuron, penfluron and Bay Sir 8514 as female sterilants against the house fly. Jour. Econ. Entomol. 72:479-81.
- Davidson, R.H. y W.F. Lyon. 1979. Insect pest of farm, garden and orchard. 7th ed. New York, USA. John Wiley & Sons. 596 p.
- Hajjar, N.P. y J.E. Casida. 1978. Insecticides benzoylphenil ureas: structure-activity relationships as chitin synthesis inhibitors. Science 200:1499-1500.
- Hall, R.D. y M.C. Foehse. 1980. Laboratory and field test of CGA 72662 for control of the house fly and face fly in poultry bovine or swine manure. Jour. Econ. Entomol. 7:564-7.
- Ishaaga, I. y J.E. Casida. 1974. Dietary TH 6040 alters composition and enzyme activity of house fly larval cuticle. Pestic. Biochem. Physiol. 4:484-90.
- Knapp, F.W. y F. Herald. 1983. Mortality of eggs and larvae of the face fly (Diptera: Muscidae) after exposure of adults to surface treated with Bay Sir 8514 and penfluron. Jour. Econ. Entomol. 76:1350-52.
- Kunz, S.E. 1981. Biological activity of Bay Sir 8514 against the stable fly (*Stomoxys calcitrans*) in laboratory studies. Southwestern Entomol. 6(2):147-9.
- Lozoya, S.A. y R.V. Ruiz. 1985. Control de larvas de mosca casera *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) en gallinaza por medio del inhibidor del crecimiento diflubenzuron. Agraria 1(2):122-41.
- Marks, E.P., T. Leighton y F. Leighton. 1982. Modes of action of chitin synthesis inhibitors. En: Insecticides mode of action. New York, USA. Academic Press. 281 p.

- Miura, R. y R.M. Takahashi. 1979. Effects of the insect growth inhibitor Sir 8514 of hatching on southern house mosquito eggs. Jour. Econ. Entomol. 72:692-4.
- Pfdat, R.E. 1978. Fundamentals of applied entomology. 3th ed. New York, USA. Mac Millan Publ. Con. Inc. 798 p.
- Post, L.C., B.J. de Long y W.R. Vincent. 1974. 1-(2,6 disubstituted Benzoyl)-3-phenilurea insecticides: Inhibitors of chitin synthesis. Pestic. Biochem. Physiol. 4:473-83.
- Ruiz, R.V. 1984. Efecto insecticida del compuesto diflubenzuron y grado de penetración en gallinaza para el control de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). Tesis profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 87 p.
- Sánchez R.G. y E. Aranda. 1986. Efecto del Triflumurón sobre la viabilidad de las generaciones paternas y filial de *Musca domestica* L. Tesis M.C. Monterrey, México. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.
- Stall, G.B. 1975. Insect growth regulators with juvenile hormone activity. Ann. Rev. Entomol. 20:417.
- Weaver, J.E. and J.W. Begley. 1982. Laboratory evaluation of Bay Sir 8514 against the house fly (Diptera: Muscidae) effects on immature stages and adult sterility. Jour. Econ. Entomol. 75:657-61.
- Wybou, A.P. s.f. Boletín Técnico de Bayer de México, S.A.
- Yu, S.J. y L.C. Terriere. 1977. Ecdysone metabolism by soluble enzymes from three species of Diptera and its inhibition by the insect growth regulator, TH 6040. Pestic. Biochem. Physiol 7:48-55.

OPCIONES DE MANEJO Y TRANSFORMACION EN EL MATORRAL CRASIROSULIFOLIO ESPINOSO EN EL NORTE DE MEXICO

Jorge Galo Medina T.¹

José A. de la Cruz B.²

Oscar E. Cavazos C.³

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Forestal de Zonas Áridas "La Saucedá", en el sureste del Estado de Coahuila, en un área representativa del tipo de vegetación matorral crasirosulifolio espinoso; el objetivo principal consistió en evaluar el incremento en la producción de forraje del matorral crasirosulifolio espinoso, sometido a una combinación de descanso (no utilización), y a tratamientos de transformación de algunos de sus componentes. Se utilizaron 5 tratamientos, a saber:

1) Vegetación inicial sin perturbar, 2) extracción inicial de especies indeseables, 3) extracción de especies indeseables dejando gramíneas, 4) extracción de especies indeseables cada 3 años, y 5) tratamiento de comparación con uso continuo. El tratamiento que mostró efectos superiores en cuanto a incremento de forraje y recuperación, lo fue la arquitectura de vegetación inicial sin perturbar. De esta manera, el tratamiento de comparación con uso continuo mostró efectos inferiores en cuanto a producción de forraje.

INTRODUCCION

El tipo de vegetación denominado matorral crasirosulifolio espinoso o matorral rosetófilo, es uno de los más extensos dentro de las zonas áridas y

1 Ph.D. y 3 M.C. Maestros Investigadores del Depto. de Recursos Naturales Renovables, Div. de Ciencia Animal, UAAAN'

2 Ing. Maestro Investigador del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.

semiáridas del país, ya que ocupan aproximadamente 11 millones de hectáreas. Sin embargo, se desconocen las alternativas más viables para el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales que conforman este tipo de vegetación. De esta manera, es de primordial importancia encontrar las prácticas más eficientes para el aprovechamiento adecuado de este tipo de vegetación, ya que la ausencia de información, el mal uso de las especies de plantas que la conforman y los factores limitantes del medio, han provocado el deterioro cada vez mayor de esta importante fuente de bienestar social y económico, de una gran parte de población rural.

El mal manejo de la vegetación, y la escasa y mala distribución de la precipitación, han provocado, a través del tiempo, unas condiciones sumamente pobres de los pastizales, y han eliminado casi totalmente las especies deseables de zacates, que sólo se encuentran en lugares inaccesibles para el ganado doméstico (exclusivamente naturales), lo que indica el potencial que debiera existir.

El conocimiento detallado de las características principales de este tipo de vegetación, permitirá desarrollar técnicas apropiadas para la rehabilitación y producción sostenida de las especies de plantas más deseables para la industria pecuaria; i.e., generar la información necesaria para definir en forma positiva el aprovechamiento más adecuado de dicho recurso natural.

Por otra parte, la producción de forraje es una de las preocupaciones más importantes de las zonas ganaderas del Norte del País, ya que la mayoría de los casos se ve afectada y disminuida por los intensos sobrepastoreos de que son objeto. Asimismo, la producción se hace más incierta y fluctuante, lo que es resultante de una baja eficiencia en la producción de carne, leche, lana, piel, y otros productos importantes.

Por lo anterior, el objetivo general del presente estudio es el evaluar el incremento en la producción de forraje del matorral crasirosulifolio espinoso, sometido a una combinación del descanso (no utilización) y tratamientos de transformación de alguno de sus componentes.

REVISION DE LITERATURA

Las zonas áridas y semiáridas de México ocupan aproximadamente el 50% de la superficie del país, y se ubican principalmente en la Sierra Madre Occidental. Se considera que, si de las superficies señaladas se pudiera incor-

porar activamente a la producción nacional, el país adquiriría una fisonomía económica diferente a la que actualmente presenta.

Las zonas áridas y semiáridas del país presentan una gran diversidad en tipos de vegetación, topografía, suelo, clima, geología, etc., debido a esto, es necesario desarrollar diferentes técnicas para su manejo más efectivo, lo cual revertirá en la conservación de los recursos naturales a la humanidad en cualquier forma, y son agrupados principalmente en suelo, agua, bosques, pastizales, animales y minerales.

Manejo de Pastizales

Por lo general, las partes norte, noroeste y centro de la República, son consideradas como tierras de pastizal, en las que se encuentran diferentes condiciones ecológicas que hacen necesario aplicar diferentes técnicas de manejo de pastizales, para lograr establecer un adecuado equilibrio ecológico entre el pastizal y el ganado doméstico, que pastorea dichas áreas. El término pastizal, puede definirse como todas aquellas áreas de baja productividad potencial, debido a limitaciones físicas y, por lo tanto, no adecuada para el cultivo, incluyendo cualquier tipo de vegetación que se explote extensivamente a través del pastoreo de animales domésticos y silvestres, y que, además, constituyen fuentes vitales de productos maderables, agua y fauna silvestre (Aizpuru, 1979).

Stoddart y Smith (1943) definieron manejo de pastizales como la ciencia y el arte de planear y dirigir el uso del pastizal, de tal manera que se obtenga, en forma sostenida, la máxima producción animal en forma consistente, con la conservación del recurso pastizal. Sin embargo, el manejo de pastizales está basado en principios ecológicos para lograr un adecuado aprovechamiento de este importante recurso; de esta manera, se puede definir como la ciencia fundada sobre principios ecológicos de planear y dirigir el uso y la rehabilitación del pastizal, de tal manera que se obtenga, en forma sostenida, la máxima producción animal en forma consistente, con la conservación de los recursos vegetal, edáfico, faunístico e hidrológico.

Sucesión Ecológica

Este tipo de sucesión, llamada también sucesión vegetal, es uno de los temas que dentro de la Ecología ha recibido mayor atención, y, en consecuencia, es uno de los temas respecto a los cuales se puede encontrar más material publicado.

Los antiguos griegos ya hacían referencia a este proceso; sin embargo, el estudio y descripción sistematizados del fenómeno de la sucesión, los iniciaron Cowles (1899-1901) y Clements (1916); fue este último quien adquirió mayor proyección y sus estudios sirvieron para forjar y desarrollar el concepto de sucesión. F.E. Clements (1916) postuló que la sucesión es un proceso unidireccional de desarrollo de la comunidad, que puede ser determinado por los cambios en las proporciones de las especies, o por el reemplazo total de una comunidad por otra.

Clements (1916) y Tansley (1935) consideraban que la sucesión, por ser un proceso universal de cambios en la vegetación, se refiere a una secuencia de fases, ordenadas y progresiva, que sólo puede culminar en un punto específico que es el clímax climático; i.e., la comunidad más mesofítica que puede presentarse en un medio. Debido a que la teoría de Clements sólo reconocía un clímax posible, se le ha denominado Teoría del monoclímax.

F.E. Clements introdujo el término *sere*, para describir al conjunto de etapas de desarrollo, a través de las cuales pasa la vegetación antes de alcanzar su estado de equilibrio o clímax (Kershaw, 1973). Posteriormente, se demostró que existen muchos factores capaces de limitar el crecimiento de una comunidad; e.g., el suelo o el fuego, de tal manera que, a pesar de encontrarse en una región climática dada, la vegetación en algunas áreas no puede alcanzar el clímax climático; al punto de vista antes expuesto, se le conoce como la Teoría del policlímax. De esta manera, la sucesión ecológica se puede definir como el proceso de desarrollo de la comunidad que se determina por cambios en las proporciones de las especies, o por el reemplazo total de la comunidad por otra; estos cambios pueden ser de 2 tipos: progresivo cuando tiendan al clímax, y retrogresivo cuando se alejan del clímax.

Por otra parte, el reconocimiento de la tendencia que presentan las comunidades hacia la estabilidad es de importancia teórica y práctica (Dice, 1968). En general, se ha visto que las etapas previas al clímax son las más productivas, por lo que, dependiendo de las circunstancias, puede ser necesario acelerar o retardar la sucesión. Los diversos hábitat presentan secuencias sucesionales distintas, por lo que el manejo de pastizales se tiene que adaptar a esas secuencias, o de lo contrario se tiene que modificar. Es necesario conocer las posibilidades de modificación de una sucesión, y tomar en cuenta la aportación de energía que se requiere para llevarlos a cabo y obtener los resultados deseados (Daubenmire, 1968).

En el manejo de pastizales la consideración de la sucesión es fundamental, ya que ha establecido la relación entre sucesión y condición del pastizal.

Las comunidades de plantas cambian de una manera ordenada al ser pastoreadas por tipos específicos de animales, debido a que las plantas de mayor preferencia, por esos animales, tienden a desaparecer. La composición de la vegetación, por lo tanto, está determinada en gran parte por la presión del pastoreo de los herbívoros mayores (Stoddart *et al.*, 1975).

Daubenmire (1968), describe 6 técnicas para estudiar la sucesión, y a éstas deben agregarse el uso de exclusiones, tal como lo propone Phillips (1959), y el empleo de una técnica de programación matemática llamada simulación, por lo que se pueden señalar 8 técnicas para la determinación de la sucesión, a saber: 1) observaciones repetidas en parcelas permanentes, 2) comparaciones de la vegetación existente en descripciones antiguas, 3) estudio de la distribución de categorías de edades, 4) inferencias basadas en áreas relicto, 5) inferencias basadas en estudios de áreas desnudas, 6) secuencia de fósiles, 7) exclusiones, y 8) simulación.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Forestal de Zonas Aridas "La Sauceda", localizado en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, a 86 km al noroeste de la ciudad de Saltillo, Coahuila.

Para propósito de este estudio, en el año de 1962 se delimitó un área de 4.6 ha dentro del tipo de vegetación matorral crasirosulifolio espinoso, como muestra representativa para este tipo de vegetación. Posteriormente, se realizó el cercado del área para la creación de una exclusión, y de esta manera evitar el acceso del ganado doméstico y de la fauna silvestre al interior de la misma.

Se aplicaron 5 tratamientos, 4 de los cuales se implementaron dentro de la exclusión, y uno fuera de la misma; se realizaron las evaluaciones de producción de forraje, tanto de gramíneas deseables, como de menos deseables e indeseables (Cuadro 1) durante los años de 1970, 1973, 1975 y 1976. Los tratamientos involucrados fueron los siguientes:

1. Vegetación inicial sin perturbar.

Para este tratamiento se delimitó un área de 1.85 ha dentro de la exclusión, y se evaluó la producción de forraje a través del tiempo.

2. Extracción inicial de especies indeseables dejando gramíneas y formación de bordos.

Cuadro 1. Especies de gramíneas deseables, menos deseables e indeseables del matorral crasirosulifolio espinoso.

Deseables	Menos deseables	Indeseables
<i>Bouteloua breviseta</i>	<i>Bouteloua trifida</i>	<i>Aristida arizonica</i>
<i>Bouteloua curtipendula</i>	<i>Bouteloua manubifolia</i>	<i>Erioneuron pilosum</i>
<i>Bouteloua hirsuta</i>	<i>Muhlenbergia porteri</i>	<i>Erioneuron pulchellum</i>
<i>Digitaria californica</i>	<i>Muhlenbergia schreberi</i>	<i>Tridens flavus</i>
<i>Panicum obtusum</i>	<i>Sporobolus cryptandus</i>	<i>Tridens muticus</i>
<i>Panicum hallii</i>	<i>Sporobolus airoides</i>	
<i>Leptochloa dubia</i>	<i>Tridens flavus</i>	
<i>Setaria macrostachya</i>	<i>Tridens muticus</i>	

En este tratamiento se delimitó un área de 1.46 ha dentro de la exclusión, y se eliminaron las especies indeseables de gramíneas para el tipo de vegetación bajo estudio, por medio del operador ecosistemático funcional; se utilizaron las plantas extraídas para la formación de bordos, a fin de aprovechar adecuadamente la captación del agua de lluvia, para minimizar el efecto de la pérdida de suelo por causa de la eliminación de las gramíneas indeseables.

3. Extracción de especies indeseables.

Este tratamiento se aplicó sobre una superficie de 1.10 ha dentro de la exclusión, y se eliminaron las especies de gramíneas indeseables una sola vez, al inicio de la ampliación de los tratamientos (1970), mediante forma manual.

4. Extracción de especies indeseables cada 3 años.

Para este tratamiento se delimitó un área de 0.25 ha dentro de la exclusión, y se eliminaron las gramíneas indeseables en forma manual, en el año de 1973 y 1976.

5. Tratamiento de comparación fuera de la exclusión y con uso continuo (testigo).

Este tratamiento involucró la evaluación de la producción de forraje de las gramíneas deseables, menos deseables e indeseables, del área adyacente a la exclusión, la cual estaba bajo una utilización perma-

nente o constante de la fitocenosis por el ganado doméstico, y a la extracción de fibra de lechuguilla por parte de los pobladores de la región.

Para la evaluación de la producción de forraje, tanto de gramíneas deseables como menos deseables e indeseables, de los 5 tratamientos, se utilizó un cuadrante de 1 metro cuadrado de superficie; para este fin se aplicó un muestreo aleatorio simple.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados experimentales generados durante el transcurso del presente estudio, y para cada uno de los tratamientos involucrados, fueron los siguientes:

Por lo que se refiere al tratamiento vegetación inicial sin perturbar, y dentro del marco de producción de hem criptofitas deseables, menos deseables e indeseables, se puede observar en el Cuadro 2, que para los años de 1970, la suma de producción fue de 375.0 kg/ms/ha; de 1097.0 en 1975;

Cuadro 2. Producción de hem criptofitas deseables, menos deseables e indeseables para los años 1970, 1973, 1975 y 1976, para el tratamiento 1 (vegetación inicial sin perturbar). C.E.F.Z.A. "La Sauceda".

Especies	kg/ms/ha			
	1970	1973	1975	1976
Deseables				
<i>Bouteloua breviseta</i>	225.0	1002.8	1856.6	1178.2
<i>Setaria macrostachya</i>	50.0	0	0	0
<i>Bouteloua curtipendula</i>	0	0	0	187.3
<i>Digitaria californica</i>	0	0	0	140.0
<i>Bouteloua hirsuta</i>	0	0	0	0.78
Menos deseables				
<i>Tridens flavus</i>	0	0	0	11.3
<i>Tridens muticus</i>	0	0	0	29.67
<i>Bouteloua trifida</i>	0	0	7.8	0
Indeseables				
<i>Aristida arizonica</i>	100	23.2	0	64.78
<i>Erioneuron pilosum</i>	0	3.2	13.2	0
Total	375.0	1097.0	1869.8	2716.73

1869.8 en el año de 1976; y 2716.73 en el año de 1976. Los cambios registrados en este tratamiento en términos de producción de forraje, indican un incremento en las especies deseables durante el período de tiempo comprendido de 1970 a 1976; las menos deseables se incrementaron hasta el año de 1973, decrecieron en 1975 y se incrementaron en el año de 1976 (Figura 1), obteniéndose una carga animal de 26.6 ha/UA en el año de 1970, y decrecieron a 3.6 ha/UA para el año de 1976 (Cuadro 7).

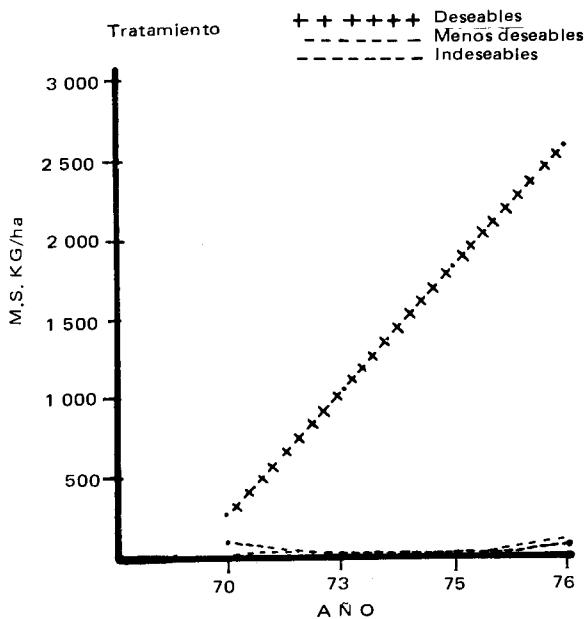


Figura 1. Cambios registrados en el tratamiento y producción de hemipterofitas deseables, menos deseables e indeseables (kg/ms/ha)

En el Cuadro 3 se muestran los valores de producción de forraje obtenidos en términos de kg/ms/ha, de hemipterofitas deseables, menos deseables e indeseables, correspondientes al tratamiento 2, extracción inicial de especies indeseables más la aplicación de bordos; en el mismo se puede observar un marcado incremento en la producción de gramíneas, obteniéndose 375.0 kg/ms/ha en 1970, 2548.6 para el año de 1976. Los cambios registrados en la producción de hemipterofitas deseables, menos deseables e indesea-

Cuadro 3. Producción de hemicriptofitas deseables, menos deseables e indeseables, para los años de 1970, 1973, 1975 y 1976, para el tratamiento 2 (extracción inicial de especies indeseables más la aplicación de bordos). C.E.F.Z.A. "La Saucedá",

Especies	kg/ms/ha			
	1970	1973	1975	1976
Deseables				
<i>Bouteloua breviseta</i>	225.0	771.8	1287.2	1183.2
<i>Setaria macrostachya</i>	50.0	180.1	0	413.3
<i>Panicum hallii</i>	0	7.0	299.5	0
<i>Leptochloa dubia</i>	0	34.7	0	11.2
<i>Panicum obtusum</i>	0	0	0	18.8
Menos deseables				
<i>Sporobolus cryptandius</i>	0	58.3	0	913.8
<i>Sporobolus airoides</i>	0	1.6	0	0
<i>Muhlenbergia schreberi</i>	0	0	0	1.1
Indeseables				
<i>Aristida arizonica</i>	100	250.0	45.8	3.0
<i>Tridens muticus</i>	0	136.5	0	4.2
<i>Erioneuron pilosum</i>	0	15.2	0	0
Total	375.0	1455.2	1632.5	2548.0

bles, se muestran en la Figura 2; las especies deseables se incrementaron de 1970 hasta el año de 1976, las menos deseables se incrementaron hasta el año de 1973, y decrecieron durante el período comprendido de 1973 a 1975, para volverse a incrementar en el año de 1976. Las especies indeseables se incrementaron, en términos de producción de forraje, durante los años de 1970 a 1973, para decrecer posteriormente, hasta casi su eliminación en los años de 1975 y 1976 (Figura 2). La capacidad de carga de este tratamiento, al inicio del mismo en 1970, fue de 26.6 ha/UA y disminuyó para 1976 a 3.8 ha/UA (Cuadro 7).

Para el tratamiento 3, extracción de especies indeseables dentro de la exclusión, el Cuadro 4 muestra la producción de forraje, expresado en kg/ms/ha; para el año de 1970, fue de 375.0; para 1973, de 1034.10; en 1975, de 984.70; y en 1976, de 909.50 kg/ms/ha; se registró un aumento de las especies deseables para el año de 1975, que decreció ligeramente a

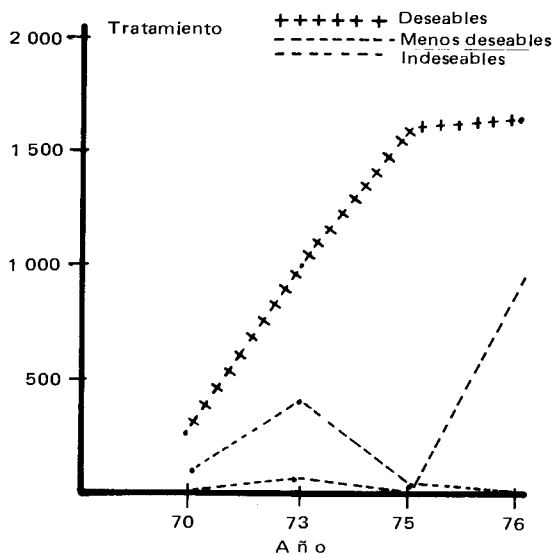


Figura 2. Cambios registrados en el tratamiento 2. Producción de hemipterofitas deseables, menos deseables e indeseables (kg/ms/ha.)

Cuadro 4. Producción de hemipterofitas deseables, menos deseables e indeseables para los años de 1970, 1973, 1975 y 1976, para el tratamiento 3 (extracción de especies indeseables). C.E.F.Z.A. "La Saucedá".

Especies	kg/ms/ha			
	1970	1973	1975	1976
Deseables				
<i>Bouteloua breviseta</i>	225.0	1012.5	966.6	717.1
<i>Setaria macrostachya</i>	50.0	0	0	35.3
<i>Leptochloa dubia</i>	0	0	0	29.3
<i>Panicum obtusum</i>	0	0	0	0.8
Indeseables				
<i>Sporobolus cryptandius</i>	0	0	0	7.1
Indeseables				
<i>Tridens flavus</i>	0	0	0	32.1
<i>Tridens muticus</i>	0	0	0	34.5
<i>Aristida arizonica</i>	100	4.9	4.3	63.3
<i>Erioneuron pilosum</i>	0	16.7	13.8	0
Total	375.0	1034.1	984.7	909.5

partir de 1975 y hasta 1976. Se observó un incremento no significativo en las especies menos deseables. Por lo que respecta a las especies indeseables, en el año de 1970 disminuyó la producción de follaje, y se incrementó a partir de 1975 (Figura 3). La capacidad de carga animal en 1970 fue de 26.6 ha/UA, y disminuyó para 1976 a 10.8 ha/UA (Cuadro 7).

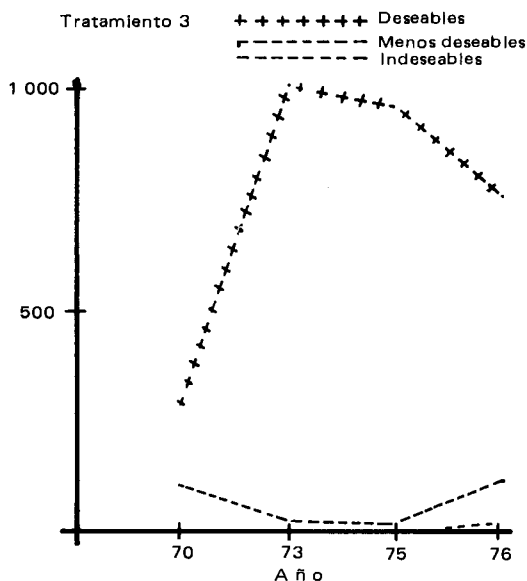


Figura 3. Cambios registrados en el tratamiento 3. Producción de hemipterofitas deseables, menos deseables e indeseables (kg/ms/ha)

La producción de forraje en el tratamiento 4, eliminación de especies indeseables cada 3 años, correspondiente a hemipterofitas deseables, menos deseables e indeseables, se muestra en el Cuadro 5. En el mismo se puede observar que para el año de 1970 la producción de gramíneas fue de 375.0 kg/ms/ha, la cual se incrementó considerablemente para el año de 1976 con un total de 2357.80 kg/ms/ha. Por otro lado, los cambios registrados en este tratamiento involucran un incremento considerable en los años de 1970 a 1976 de gramíneas deseables. Las especies menos deseables no aparecieron en este tratamiento. De esta manera, las especies indeseables mostraron un decremento durante el período de 1973 a 1976 (Figura 4). La capacidad de carga animal para el año de 1970 fue de 26.6 ha/UA, y disminuyó a 4.1 ha/UA en 1976 (Cuadro 7).

Cuadro 5. Producción de hemiptofitas deseables, menos deseables e indeseables para los años de 1970, 1973, 1975 y 1976, para el tratamiento 4 (extracción de especies indeseables cada tres años). C.E.F.Z.A. "La Saucedá".

Especie	kg/ms/ha			
	1970	1973	1975	1976
Deseables				
<i>Bouteloua curtipendula</i>	0	95.8	0	0
<i>Bouteloua breviseta</i>	225.0	744.1	1692.1	1920.8
<i>Setaria macrostachya</i>	50.0	14.7	18.4	0
<i>Leptochloa dubia</i>	0	0	0	39.8
<i>Panicum obtusum</i>	0	0	24.0	41.8
Indeseables				
<i>Aristida arizonica</i>	100.0	37.5	96.2	348.4
<i>Tridens muticus</i>	0	35.0	92.8	7.0
Total	375.0	927.1	1873.5	2357.8

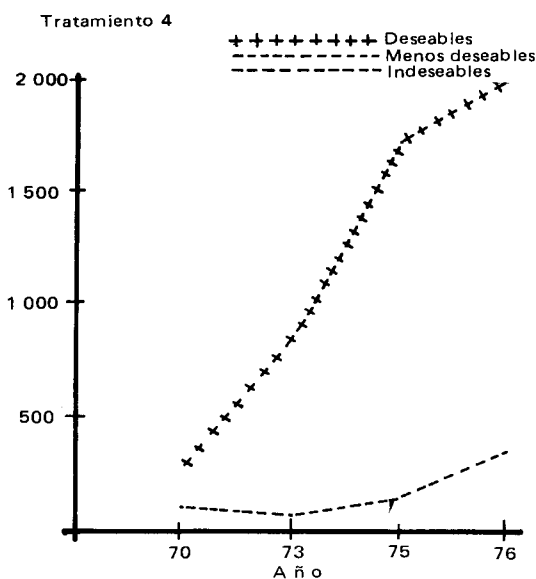


Figura 4. Cambios registrados en el tratamiento 4. Producción de hemiptofitas deseables, menos deseables e indeseables (kg/ms/ha)

Por último, el tratamiento 5 (testigo), de comparación fuera de la exclusión y con uso continuo, no mostró incrementos significativos en cuanto a la producción de hemcriptofitas deseables, menos deseables e indeseables, durante el período comprendido de 1970 a 1976 (Cuadro 6). Los cambios registrados en cuanto a las especies deseables se refiere, indican que éstas decrecieron en términos de producción de forraje durante el período comprendido de 1970 a 1973, y se incrementaron posteriormente hasta el año de 1976; las especies menos deseables se incrementaron de 1970 a 1973, y decrecieron ligeramente de 1973 a 1976; las especies indeseables decre-

Cuadro 6. Producción de hemcriptofitas deseables, menos deseables e indeseables para los años de 1970, 1973, 1975 y 1976, para el tratamiento 5 (uso continuo). C.E.F.Z.A. "La Sauceda".

Especie	kg/ms/ha			
	1970	1973	1975	1976
Deseables				
<i>Setaria macrostachya</i>	34.3	0	0	0
<i>Leptochloa dubia</i>	18.0	24.6	0	3.0
<i>Panicum hallii</i>	1.4	11.0	8.8	216.3
<i>Bouteloua breviseta</i>	0	36.8	216.8	216.3
<i>Panicum obtusum</i>	0	0	0	10.5
<i>Digitaria californica</i>	0	10.3	0	17.9
Menos deseables				
<i>Bouteloua trifida</i>	16.0	16.8	0	13.1
<i>Bouteloua manubifolia</i>	40.4	0	0	0
<i>Muhlenbergia porteri</i>	0	0	11.4	0
<i>Muhlenbergia schreberi</i>	0	16.5	16.0	1.5
Indeseables				
<i>Aristida arizonica</i>	0	17.3	0	39.8
<i>Tridens flavus</i>	0	0	0	6.9
<i>Tridens muticus</i>	0	41.5	0	35.3
<i>Erioneuron pulchellum</i>	0	9.7	0	0
Total	110.1	184.4	263.0	344.3

cieron en 1970, para incrementarse de 1975 a 1976, en términos de kg/ms/ha (Figura 5). La carga animal para este tratamiento en el año de 1970 fue de 89.1 ha/UA, y para el año de 1976 fue de 28.6 ha/UA, (Cuadro 7).

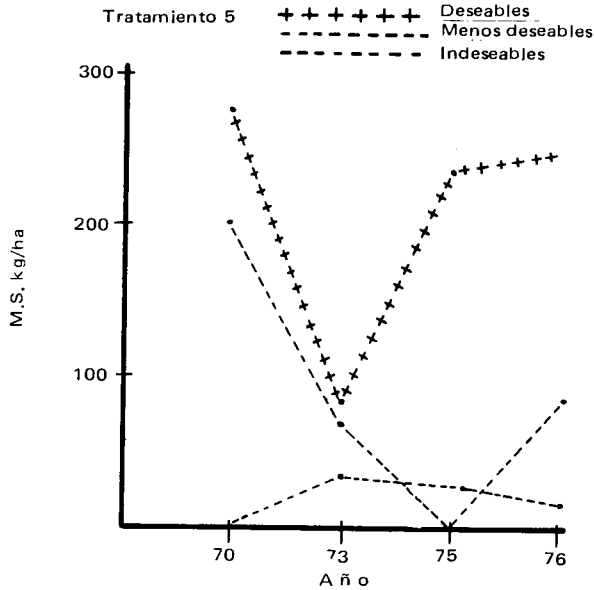


Figura 5. Cambios registrados en el tratamiento de comparación fuera de la exclusión producción de hemicriptofitas deseables, menos deseables e indeseables (kg/ms/ha)

CONCLUSIONES

Los tratamientos que mostraron mejores resultados fueron los de vegetación inicial sin perturbar, y extracción de especies indeseables y formación de bordos. De esta manera, el tratamiento 1, vegetación inicial sin perturbar, registra la producción de forraje a largo plazo, dado que involucra descansar el área del pastoreo de animales domésticos para lograr un incremento en la producción de forraje (kg/ms/ha). En cambio, el tratamiento 2, que involucra la extracción inicial de especies indeseables y la formación de bordos, da la pauta para realizar acciones a corto plazo, que permitan incrementar la producción de forraje con un adecuado manejo de la vegetación.

Cuadro 7. Producción del área de estudio de las 4 arquitecturas y un tratamiento de comparación fuera de la exclusión, en kilogramos de materia seca por hectárea, kilogramos de materia seca por hectárea al 50% aprovechable, y las hectáreas por unidad animal correspondientes en los años de 1970, 73, 75 y 76.

	Kg/ms/ha				kg/ms/ha al 50% aprovechable				ha/UA			
	70*	73	75	76	70	73	75	76	70	73	75	76
Tratamiento 1	375*	1097	1869.8	2716.7	187.5	548.5	934.9	1358.3	26.6	9.9	5.2	3.6
Tratamiento 2	375*	1455.2	1632.5	2448.6	187.5	727.6	816.2	1274.3	26.6	6.7	6.0	3.8
Tratamiento 3	375*	1034.1	984.7	909.5	187.5	517.3	492.3	454.7	26.6	9.5	10.0	10.8
Tratamiento 4	375*	927.1	1873.5	2357.8	187.5	463.5	936.7	1178.9	26.6	10.6	5.2	4.1
Tratamiento de comparación	101.1	185.5	153	344.3	55.2	92.2	131.5	172.1	89.1	53.4	37.4	28.6

* Producción global de la exclusión

Por lo que respecta al tratamiento 4, extracción de especies indeseables cada 3 años, obtuvo un incremento significativo en la producción de hemiptofitas, y se observa que las extracciones periódicas de especies indeseables va relacionado con el aumento de la producción de forraje.

En el tratamiento 3, extracción de especies indeseables dentro de la exclusión, se observó que los cambios, en términos de producción de forraje (kg/ms/ha), se mostraron más estables, y fue superior este tratamiento únicamente al testigo, el cual mostró efectos inferiores al resto de los tratamientos involucrados.

De esta manera, el incremento en la producción de forraje dentro del tipo de vegetación matorral crasirosulifolio espinoso, se puede obtener aplicando cualesquiera de los tratamientos utilizados en el presente estudio, a excepción del testigo, y utilizando técnicas adecuadas para el manejo ecológico del mismo para de esta forma obtener una adecuada recuperación del pastizal.

BIBLIOGRAFIA

- Aizpuru, G.E. 1979. Manejo de pastizales. Programa de formación de profesores. Secretaría de Educación Pública. Univ. Aut. de Chih. Esc. Sup. de Zootecnia.
- Clements, F.E. 1916. Plant succession. Carnegic Inst. Wash. Pub.
- Cowles, H.C. 1901. The physiographic ecology of Chicago and vicinity. Bot. Gaz. 31:73-108, 145-182.
- Cowles, H.C. 1899. The ecological relations of the vegetation on the sand dunes of Lake Michigan. Bot Gaz. 27:95-117, 167-202, 281-308, 361-391.
- Daubenmire, R. 1968. Plant communities. Harper & Row. Pub.
- Dice, L.R. 1968. Natural communities. The University of Michigan Press.
- Kershaw, K.A. 1973. Quantitative and dynamic plant ecology.
- Phillips, E.A. 1959. Methods of vegetation study. Holt, Rinehart and Winston Inc.

Stoddart, L.A.; A.D. Smith and T.W. Box. 1975. Range management. Mc Graw-Hill Book Co.

-----, 1943. Range management. Mc Graw Hill Book Co.

Tansley, A.G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology. 16:284-307.

CARACTERIZACION DE LAS RELACIONES HIDRICAS INTERNAS DEL CULTIVO TRITICALE (*X. triticosecale* Wittmack)

Rodolfo Faz Contreras¹
Rodolfo Jasso Ibarra²

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió el comportamiento de las relaciones hídricas del cultivo Triticale (*X. triticosecale* Wittmack) bajo diferentes condiciones de humedad. El experimento se estableció en Buenavista, Coahuila, en el ciclo agrícola otoño-invierno de 1985-86. Los tratamientos de humedad fueron en base a la aplicación de diferentes láminas de riego.

Se encontró que las relaciones hídricas del triticale fueron modificadas por el efecto de los déficit que se provocaron, y que el cultivo se osmorreguló en una magnitud de 0.19 y 0.35 MPa, en base al potencial de presión máximo (Ψ_p máx.), en 2 diferentes fechas de muestreo.

La elasticidad celular fue modificada por el efecto de los tratamientos.

INTRODUCCION

En las zonas áridas del Norte de México, la escasa disponibilidad de agua es un problema serio que afecta a la actividad agrícola. Durante su desarrollo los cultivos se ven sometidos a déficit de humedad de diferente duración e intensidad, que limitan su potencial de producción.

Esta situación, pone de manifiesto la necesidad de generar información que permita conocer el comportamiento de los cultivos bajo condiciones de

1 Alumno del Programa de Graduados, Esp. Riego y Drenaje de la UAAAN.

2 Ing. M.C. Maestro Investigador del Depto. de Riego y Drenaje, Div. de Ingeniería, UAAAN.

Al graficar los datos obtenidos por $P-V$, la savia expulsada en el eje de las abscisas, y el recíproco del Ψh en el eje de las ordenadas, las curvas presentan una pendiente muy fuerte, y después cambian bruscamente formando una línea con una pendiente suave, que tiende a ser paralela con el eje de las abscisas; esta porción lineal describe el comportamiento osmótico del tejido, cuando la turgencia es cero, mediante regresión de esta parte de la curva se obtiene una ecuación entre Ψ_s y los volúmenes expulsados, después por diferencia con el Ψh , se obtiene el Ψ_p (Ehlig y Gardner, 1964, Jones y Turner, 1978; Wilson *et al.*, 1979; Cutler *et al.*, 1979; y Bolaños y Longstreth, 1984).

El ϵ es la pendiente de la curva que se genera al graficar Ψ_p y los volúmenes extraídos (Zimmermann, 1978; y Wilson *et al.*, 1979). El ϵ es una función del Ψ_p y del volumen celular (Zimmermann, 1978; y Husken *et al.*, 1978) y es un indicador de las propiedades mecánicas de la pared celular (Cutler *et al.*, 1980). Valores bajo de ϵ indican células más elásticas (Morgan, 1984). Y a baja elasticidad las paredes celulares son más rígidas, y ayudan a mantener valores altos de CRA, en el punto de plasmólisis incipiente (Frank *et al.*, 1984).

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció el 25 de enero de 1986, en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, cuyas coordenadas geográficas son: $50^{\circ}23'$ latitud norte, $101^{\circ}01'$ longitud oeste y 1 743 msnm. El clima es BWhw''(e) de acuerdo al sistema de clasificación de W. Köppen. La temperatura media anual es de 17.1°C , y la evaporación media anual es de 1 966 mm. Bajo estas condiciones, los cultivos se ven seriamente afectados cuando el suministro de humedad es inadecuado.

El suelo donde se desarrolló el cultivo es profundo, de textura arcillosa y sin problema de sales; contiene un 2.7% de materia orgánica en los primeros 30 cm del perfil, y un pH de 8.7 ligeramente alcalino.

Para este trabajo se utilizaron plantas que recibieron diferentes tratamientos de humedad dentro de un experimento de riegos, llevándose en forma adyacente la historia de la humedad, que fue la siguiente: el primer riego se aplicó al momento de la siembra; a los 14 y 35 días, respectivamente, se dieron 2 riegos ligeros más, para asegurar el establecimiento del cultivo (entre los 3 riegos, sumaron una lámina de 24 cm). A los 61 días recibió el

Al graficar los datos obtenidos por $P-V$, la savia expulsada en el eje de las abscisas, y el recíproco del Ψh en el eje de las ordenadas, las curvas presentan una pendiente muy fuerte, y después cambian bruscamente formando una línea con una pendiente suave, que tiende a ser paralela con el eje de las abscisas; esta porción lineal describe el comportamiento osmótico del tejido, cuando la turgencia es cero, mediante regresión de esta parte de la curva se obtiene una ecuación entre Ψ_s y los volúmenes expulsados, después por diferencia con el Ψh , se obtiene el Ψ_p (Ehlig y Gardner, 1964, Jones y Turner, 1978; Wilson *et al.*, 1979; Cutler *et al.*, 1979; y Bolaños y Longstreth, 1984).

El ϵ es la pendiente de la curva que se genera al graficar Ψ_p y los volúmenes extraídos (Zimmermann, 1978; y Wilson *et al.*, 1979). El ϵ es una función del Ψ_p y del volumen celular (Zimmermann, 1978; y Husken *et al.*, 1978) y es un indicador de las propiedades mecánicas de la pared celular (Cutler *et al.*, 1980). Valores bajo de ϵ indican células más elásticas (Morgan, 1984). Y a baja elasticidad las paredes celulares son más rígidas, y ayudan a mantener valores altos de CRA, en el punto de plasmólisis incipiente (Frank *et al.*, 1984).

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció el 25 de enero de 1986, en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, cuyas coordenadas geográficas son: $50^{\circ}23'$ latitud norte, $101^{\circ}01'$ longitud oeste y 1 743 msnm. El clima es BWhw''(e) de acuerdo al sistema de clasificación de W. Köppen. La temperatura media anual es de 17.1°C , y la evaporación media anual es de 1 966 mm. Bajo estas condiciones, los cultivos se ven seriamente afectados cuando el suministro de humedad es inadecuado.

El suelo donde se desarrolló el cultivo es profundo, de textura arcillosa y sin problema de sales; contiene un 2.7% de materia orgánica en los primeros 30 cm del perfil, y un pH de 8.7 ligeramente alcalino.

Para este trabajo se utilizaron plantas que recibieron diferentes tratamientos de humedad dentro de un experimento de riegos, llevándose en forma adyacente la historia de la humedad, que fue la siguiente: el primer riego se aplicó al momento de la siembra; a los 14 y 35 días, respectivamente, se dieron 2 riegos ligeros más, para asegurar el establecimiento del cultivo (entre los 3 riegos, sumaron una lámina de 24 cm). A los 61 días recibió el

primer riego en base a tratamientos de humedad, aplicándose láminas calculadas de: 18, 10.8 y 5.4 cm. A los 105 días se aplicó un último riego, con láminas calculadas de: 28. 17 y 7.4 cm, respectivamente, en el mismo orden de tratamientos.

Las láminas de riego se calcularon al multiplicar la evaporación acumulada E_o entre un riego y otro (medida con un tanque evaporímetro tipo A), para los factores: 1.0, 0.6 y 0.3, correspondientes a los tratamientos R_1 , R_2 y R_3 , respectivamente.

Es importante mencionar que a los 86 días cayó una lluvia de 3.58 cm, y a los 91, 93 y 94 días, se presentaron precipitaciones inapreciables. Sin embargo, el total de lluvia se restó de la evaporación acumulada en la estimación de las láminas de riego.

El primer muestreo de plantas para determinar las curvas características de $P-V$, se realizó a los 84 días, y el segundo a los 113 días. Para coleccionar la muestra se seleccionó una hoja bandera sana y representativa de la población; después de cortarse se introdujo en un recipiente con agua destilada y, de esta manera, se trasladó al laboratorio.

Para determinar las curvas de $P-V$ se utilizó una bomba Scholander, que consiste de una cámara hermética, a la que se aplican presiones mediante nitrógeno comprimido; en este caso se utilizó aire. La hoja se ensambló con el pecíolo hacia el interior de la cámara y se sumergió en agua destilada; enseguida se le aplicó una presión de 0.2 MPa para saturar la hoja, para después invertir el proceso; es decir, se cubrió la hoja con un trapo húmedo para evitar deshidratación, y se introdujo en el interior de la cámara con el pecíolo hacia el exterior, donde se colocó un tubo de ensayo, relleno de papel absorbente previamente pesado, para coleccionar la savia que fuera fluyendo al aplicar las presiones.

El procedimiento se repitió en cada incremento de presión; una vez terminado el proceso, se retiraba la hoja de la cámara y se pesaba; después se introducía a una estufa a 70°C durante 18 horas y, por último, se obtenía el peso seco de la hoja. Con esta información se obtuvo el CRA de la siguiente manera:

$$CRA = \frac{V_o - \sum V_j}{V_o}$$

donde V_0 = volumen total de agua correspondiente a la diferencia entre peso a saturación de la hoja y el peso seco de la misma; $\sum V_j$ = volumen de agua acumulada exudada de la hoja. Una vez calculado el CRA se graficó contra los recíprocos de las presiones, obteniéndose de esta manera las curvas de P-V (Wilson *et al.*, 1979; Cutler *et al.*, 1979). De las curvas fue posible separar los componentes del Ψ_h y a partir de Ψ_p y de CRA el módulo de elasticidad.

RESULTADOS

La primera fecha en que se construyeron las curvas de P-V, fue a los 84 días después de la siembra, y el período más largo que transcurrió sin riego, fue de 23 días (previo al muestreo). A los 29 días después se realizó el segundo muestreo, y el período más largo sin riego fue de 44 días, aunque durante este lapso cayó una lluvia de 3.5 mm.

En la Figura 1 se observa el comportamiento de las curvas de P-V del primer muestreo; las curvas de los diferentes tratamientos entre sí se comportaron en forma muy semejante; esto es, una pendiente fuerte a valores gran-

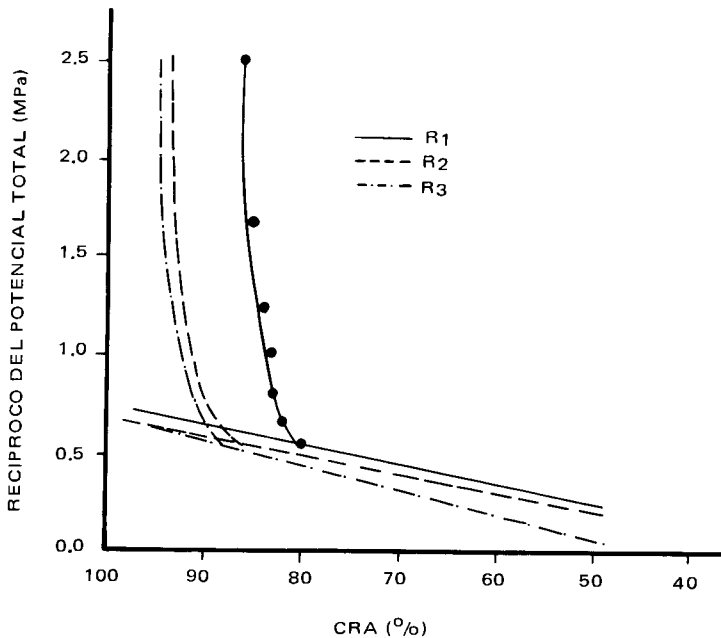


Figura 1. Curvas de presión-volumen determinados 23 días después de un riego.

des de Ψh , y a medida de que éste se hizo más negativo 1.5 MPa, la pendiente sufrió un cambio brusco, tendiendo a hacerse la curva asintótica con el eje de las abscisas, tal y como lo menciona Cutler *et al.*, 1979. La diferencia que se manifestó entre tratamientos fue la forma en que se acomodaron dichas curvas, quedando más a la izquierda las curvas de los tratamientos que recibieron menor lámina de riego R_3 , y hacia la derecha los de los tratamientos con mayor lámina R_1 .

Por lo que respecta al segundo muestreo, se presentan las curvas; básicamente se observan las mismas tendencias que las del muestreo anterior, sólo que en este caso las pendientes de las curvas de los tratamientos R_1 y R_2 , son más suaves en la parte inicial; también se observa que el desplazamiento hacia la derecha del tratamiento R_1 , es mayor.

Los puntos inferiores de las curvas de ambos muestreos, se ajustaron a una recta (como se observa en ambas figuras) mediante regresión lineal, la cual describe el comportamiento osmótico del tejido; al extrapolar esta recta hacia el eje de las ordenadas, se determinó el valor de Ψ_s , a máxima turgencia del tejido. De este valor se determinó el Ψ_p a turgencia máxima; en esta condición el Ψ_s y el Ψ_p , son de la misma magnitud, pero con signo diferente (100% CRA). Con la ecuación de la recta del comportamiento osmótico, por diferencia se calcularon los valores Ψ_p , donde permanece turgente el tejido, así como de las figuras se determinó también el contenido relativo de agua a plasmólisis incipiente (CRA^0), que es el punto donde la pendiente cambia bruscamente. Con los valores de Ψ_p calculados y los valores correspondientes de CRA, se ajustaron a una regresión, y todas las curvas dieron valores de coeficiente de determinación de 0.9; el más bajo fue de 0.89, por lo que se puede decir que el comportamiento es lineal y, en tal caso, el módulo de elasticidad es la tangente de la recta; esto coincide con lo reportado por Wilson *et al.*, 1979.

En el Cuadro 1 se observan los valores de CRA^0 , Ψ_p máx y de ϵ ; los valores de CRA^0 indican que las células se deshidrataron menos en los tratamientos que recibieron menor lámina, así como los valores del Ψ_p máx indican que el tejido alcanzó mayor turgencia en los tratamientos que recibieron menor lámina y la misma tendencia presentaron los valores de ϵ indicando mayor rigidez celular en los tratamientos R_3 .

Cuadro 1. Parámetros físicos de los tejidos relacionados en la curva presión-volumen en 2 fechas de muestreo.

Fecha de muestreo	Nivel de riego	CRA ^o	Ψ p Max. MPa	ϵ MPa
19 de abril 1986	1.0 Eo	79.94	1.35	5.62
	1.6 Eo	86.34	1.49	9.81
	0.3 Eo	88.35	1.54	11.55
18 de mayo 1986	1.0 Eo	76.39	1.25	1.97
	0.6 Eo	82.03	1.40	5.32
	0.6 Eo	91.73	1.60	17.29

Eo = Evaporación acumulada de un tanque evaporímetro tipo "A"

DISCUSION

La tendencia que se encontró en las curvas coinciden con las encontradas en trigo por Frank *et al.* (1984); esto es, menor pérdida de agua a medida que se incrementa la presión en las hojas del cultivo, que estuvieron sometidas a mayores déficit de agua. El comportamiento de los puntos obtenidos en la parte turgente del tejido, indican que éste se deshidrata más rápidamente, cuando las hojas tuvieron una mayor disponibilidad de agua (Figura 2). Las curvas obtenidas en los tratamientos R₃, se deshidrataron en un menor grado, manteniendo altos valores de CRA. En cuanto al comportamiento de los segmentos lineales, las mayores pendientes las presentaron los tratamientos R₃, lo que indica mayor retención de agua simplástica; esto también fue encontrado por Frank *et al.*, en 1984.

Los valores de contenido relativo de agua a plasmólisis incipiente (CRA^o), son mayores en los tratamientos R₃, debido a que el tejido se deshidrató menos, aún con los valores de Ψ h más negativos; esto se contrapone a lo encontrado por Frank *et al.* (1984), quienes reportan que el CRA^o no presentó cambios al aplicar déficit a las plantas de trigo, y lo consideró como un parámetro sin sensibilidad. En este trabajo, las mayores diferencias se encontraron en el segundo muestreo, y fueron de 15.34%.

El Ψ p máximo (CRA a 100%), fue mayor en los tratamientos R₃, debido a que la planta tiende a mantener la turgencia conforme sufra los dé-

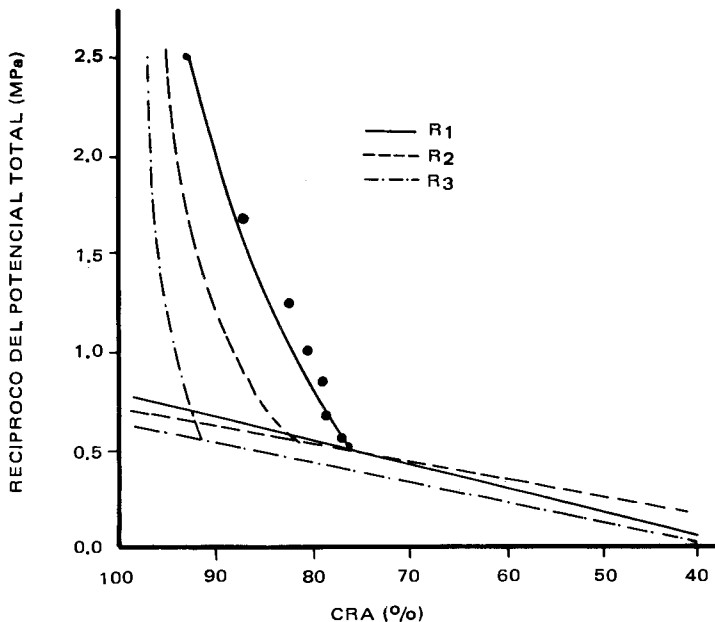


Figura 2. Curvas de presión-volumen determinados a los 113 días después de la siembra.

ficit de agua; esta tendencia la reportaron: Jones y Turner en 1978; Cutler *et al.*, (1980); Melkonian *et al.* (1982) y Frank *et al.* (1984). Estos valores encontrados de Ψ p mas, son una evidencia clara de osmorregulación en el cultivo del triticale, por lo que se puede considerar como un cultivo capaz de resistir fuertes déficit de humedad, según Hsiao *et al.* (1984).

La magnitud del grado de osmorregulación fue de 0.19 MPa y de 0.35 MPa en el primero y segundo muestreo, respectivamente. Esto lo reportó en trigo Morgan en 1984; quizás el triticale aún pueda alcanzar mayor grado de osmorregulación si se le provocan mayores grados de intensidad en los déficit que sufra durante su ciclo de desarrollo, puesto que en el presente trabajo el número de riegos fue semejante, y el déficit que se provocó sólo fue por medio de menores láminas de humedad.

Por lo que respecta al ϵ , los valores más altos obtenidos son en el tratamiento R₃, manifestando que las paredes celulares del tejido se pusieron más rígidas en las plantas con mayor déficit; esto ocasiona que las plantas sufran

poco cambio en sus valores de CRA (Zimmermann, 1978), en trigo, Melkonian *et al.* (1982) encontraron algo semejante. Por su lado, Frank *et al.* (1984), reportan que el trigo incrementó sus valores de ϵ al sufrir déficit, al respecto, Jones y Turner (1978) reportan lo mismo para sorgo.

CONCLUSIONES

Por lo anteriormente escrito, del presente trabajo se puede concluir que:

1. Las relaciones hídricas internas del cultivo triticales, son modificadas por los déficit de humedad que sufre el cultivo en su ciclo de vida.
2. El cultivo del triticales tiene potencial para prosperar en condiciones adversas de humedad, como lo demuestra el grado de osmorregulación que alcanzó en estas condiciones particulares.
3. Es posible hacer selección de materiales de triticales en base a su grado de osmorregulación, puesto que tendría mayores probabilidades de éxito en condiciones adversas de humedad (Morgan, 1984).

BIBLIOGRAFIA

- Bolaños A.J. and D.J. Longstreth. 1984. Salinity effects on water potential components and bulk elastic modulus of *Alternanthera philoxeroides* Mart. Griseb. Plant. Physiol. 75:281-284.
- Cutler, J.M., K.W. Shahan and P.L. Steponkus. 1979. Characterization of the internal water relations of rice by a pressure volume method. Crop Sci. 19:681-685
- , 1980. Alternation of the internal water relations of rice in response to drought hardening. Crop Sci. 20:307-310
- Ehlig, C.F. and W.R. Gardener. 1964. Relationship between transpiration and the internal water relations of plant. Agr. J. 56:127-130.
- Frank A.B., R.E. Barker and J.D. Berdahl. 1984. Pressure volume characteristics of genotypes of three wheatgrass species. Crop Sci. 24:217-220.

- Hsiao T.C., J.C. O'Toole, E.B. Yambau, and N.C. Turner. 1984. Influence of osmotic adjustment of leaf rolling and tissue death in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Physiol.* 75:338-341.
- Husken D., E. Steudle and U. Zimmermann. 1978. Pressure probe technique for measuring water relations of cell in higher plants. *Plant Physiol.* 61:158-163.
- Jones M.N. and N.C. Turner. 1978. Osmotic adjustment in leaves of sorghum in response to water deficits. *Plant Physiol.* 61:122-126.
- Melkonian J.J., J. Wolfe and P.L. Steponkus. 1982. Determination of the volumetric modulus of elasticity of wheat leaves by pressure-volume relations and the effect of drought conditioning. *Crop Sci.* 22:116-123.
- Morgan J.M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 35:299-319.
- Wilson J.R., M.J. Fisher, E.D. Schulze, G.R. Dolby and M.M. Ludlow. 1979. Comparison between pressure-volume and dewpoint-hygrometry techniques for determining the water relations characteristics of grass and legume leaves. *Oecologia. (Berl.)* 41:77-88.
- Zimmermann U. 1978. Physics of turgor osmoregulation. *Ann. Plant Physiol.* 29:121-148.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece la colaboración del M.C. José A. Cruz Ballado en la revisión del presente artículo.

COLABORADORES

Diseño y formación: Prof. Antonio Martínez H.
Tipografía: Carmen Leticia Ayala López
Corrección: Norma Eugenia Sánchez García

CONTENIDO

COROLOGIA DE LAS GRAMINEAS DE COAHUILA, MEXICO. Valdés Reyna, J. y Espinoza Aburto, J.	109
CLASIFICACION DEL GRADO DE RESISTENCIA A CLOROSIS, PARAMETROS GENETICOS Y CORRELACIONES EN FRIJOL COMUN. Cortinas Escobar, H.M. y Kuruvadi S.	137
COMPORTAMIENTO DE 2 LINEAS PROLIFICAS DE MAJZ (<i>Zea mays</i> L.) Burciaga Vera, G.A., Vega Sánchez, M.C., Rodríguez Valdés, J.G. y Arreola García, J.	154
METODOLOGIA PARA EVALUAR <i>in vitro</i> GENOTIPOS DE MAIZ EN BASE A SU RESISTENCIA A <i>Fusarium moniliforme</i> , Escobedo Bocado, L. y Olivares Salazar, G.	171
LAS HORMIGAS <i>Crematogaster</i> sp. ASOCIADAS A <i>Yucca filifera</i> (CHAMB.) EN EL SUR DE COAHUILA. Guerrero Rodríguez, E., Beristáin Rosales, L.A. y Aguirre Uribe, L.A.	187
TRIFLUMURON, UNA ALTERNATIVA DE CONTROL DE <i>Musca domestica</i> L. (DIPTERA MUSCIDAE), MORTALIDAD DE LARVAS Y EMERGENCIA DE ADULTOS Lozoya Saldaña, A , Juárez Ramos, F J. y Aguirre Uribe L.A.	195
OPCIONES DE MANEJO Y TRANSFORMACION EN EL MATORRAL CRASISULIFOLIO ESPINOSO EN EL NORTE DE MEXICO. Medina Torres, J.G., Cruz Bretón, J.A. de la, y Cavazos Cadena, O.E.	212
CARACTERIZACION DE LAS RELACIONES HIDRICAS INTERNAS DEL CULTIVO TRITICALE (<i>X. Triticosecale</i> WITTMACK). Faz Contreras, R. y Jasso Ibarra, R.	229