

Agraria

AGRARIA VOL. 8, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1992

ISSN 0186-8063



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

DIRECTORIO DE LA UAAAN

RECTOR

Dr. Eleuterio López Pérez

SECRETARIO GENERAL

Ing. René E. Rodríguez Charúa

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Jorge R. González Domínguez

SUBDIRECTOR DE INTERCAMBIO CIENTÍFICO

Ing. Manuel Torres Hernández

SUBDIRECTOR DE DESARROLLO DEL PERSONAL CIENTÍFICO

Biol. Andrés Rodríguez Gámez

SUBDIRECTOR DE PROGRAMACIÓN Y EVALUACIÓN CIENTÍFICA

Ing. Arnoldo Oyervides García

SUBDIRECTOR DE OPERACIÓN DE PROGRAMAS

Ing. Luis Angel Muñoz Romero

AGRARIA.REVISTA CIENTÍFICA UAAAN.VOL.8.Núm.2.JULIO-DICIEMBRE 1992

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. Oziel Montañez González, Dr. Eduardo Narro Fariás, Dr. Jorge R. González Domínguez, Ing. Roberto Nava Coronel e Ing. Manuel Torres Hernández.

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. Edición: Ing. Oziel Montañez González y Lic. Víctor M. López 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. 8, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1992

ISSN 0186-8063



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

CONTENIDO

AMPLITUD ECOLÓGICA DE <i>Opuntia lindheimeri</i> , Engelmann, EN EL ESTADO DE COAHUILA Rodríguez Gámez, A., López González, J.J., Vaidés Reyna, J., Nava Coronel, R.	89
CONSTRUCCIÓN DE ÍNDICES DE SELECCIÓN Y EFICIENCIA RELATIVA PARA SELECCIONAR VARIEDADES Y PRODUCCIÓN DE ACEITE EN CARTAMO BAJO TEMPORAL Kuruvadi, S., Aguilera Rangel,	106
CRUZAS INTERESPECÍFICAS ENTRE <i>Parthenium argentatum</i> (guayule) y <i>Parthenium lozanium</i> . Kuruvadi, S., López Benitez, A., Ramírez Godina,	118
EVALUACIÓN DE DOSIS DE INÓCULO DE <i>Fusarium oxysporum</i> EN FRESA EN TRES DIFERENTES TAMAÑOS DE MACETA. Dávalos González, P.A., López Benítez A., Castro Franco, J., Olivares Salazar, G.	132
GENÉTICA DE LA REACCIÓN ALA ROYA DE LA HOJA <i>Puccinia recondita</i> F. sp. <i>tritici</i> ENDOSINTRODUCCIONES DE TRIGO. López Benítez, A., Ibarra, I., Kuruvadi, S.	140
HETEROSIS PARA DIFERENTES CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EN ALGODÓN <i>Gossypium hirsutum</i> L. Parga T., V.M., Kurwadi, S, Palomo Gil, A., Borrego Escalante, F.	145
COMBINACIONES DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA ROÑA DEL MANZANO <i>Venturia inaequalis</i> (Cke) Wint. EN EL EJIDO RANCHO NUEVO, MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAH. Cepeda Siller, M., Macías Cervantes, J.	154
DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD BACTERICIDA DE LA RESINA DE <i>Larrea tridentata</i> Cav. SOBRE <i>Pseudomonas solanacearum</i> E.F. Smith EN LABORATORIO E INVERNADERO. Guevara Martínez, M.M., González Sánchez, F., Guerrero Rodríguez, E.	162
EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE CINCO ACARICIDAS SOBRE LA GARRAPATA DE LAS AVES <i>Argas persicus</i> (Oken). Guerrero Rodríguez, E., Corrales Reynaga, J., Paxtián Hernández, J.	170
EFFECTO DE LA ISLA DE FERTILIDAD EN EL CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE <i>Atriplex canescens</i> (Pursh.) Nutt. BAJO CONDICIONES NATURALES. Pérez Romero, L, Reynaga Valdez, J.R., Nava Coronel, R., Jiménez Sánchez, R.	177
SOBREVIVENCIA DE PLÁNTULAS DE <i>Atriplex canescens</i> (Pursh.) Nutt: EFFECTO DE ISLA DE FERTILIDAD". Pérez Romero, L, Nava Coronel, R., Reynaga Valdez, J.R., Jiménez Sánchez, R.	189

AMPLITUD ECOLÓGICA DE *Opuntia lindheimeri*, Engelmann, EN EL ESTADO DE COAHUILA.

Andrés Rodríguez Gámez¹
Juan José López González²
Jesús Valdés Reyna³
Roberto Nava Coronel⁴

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Estado de Coahuila, localizado en el Norte de México, con el objetivo de determinar la amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri*, conocer la densidad de las poblaciones de esta especie y obtener una descripción detallada de la variación morfológica que presenta, para apoyar su taxonomía. Se seleccionaron 120 sitios de muestreo, de los cuales se describieron las condiciones ambientales presentes, se determinó el tipo de vegetación y las especies vegetales asociadas a *Opuntia lindheimeri*. Se analizaron los caracteres morfológicos vegetativos de 130 muestras pertenecientes a las cuatro variedades de la especie en Coahuila, y se utilizó el método de Análisis de intervalos de confianza simultáneos, el cual mostró diferencias estadísticamente significativas para algunos caracteres, como el número de espinas por areola y longitud de las espinas que apoyan la taxonomía y permiten la separación en cuatro variedades.

Con los 120 sitios de muestreo realizados se determinó la amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri*, la cual comprende la parte oriental del Estado y corresponde a la porción menos árida.

Los tipos de vegetación donde se encontró presente *Opuntia lindheimeri*, fueron el matorral mediano espinoso y el matorral alto espinoso. Las principales especies asociadas son: *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Acacia rigidula* (chaparro prieto) y *Portieria angustifolia* (guayacán). Las mayores poblaciones se encontraron en los Municipios de Sabinas, Progreso y Juárez, localizadas en la parte Centro-Este del Estado.

1. Tesista. Biol. Maestro-Investigador del Depto. de Botánica, Div. de Agronomía, UAAAN.

2 y 4. Ing. M.C. Maestros-Investigadores del Depto. de Recursos Naturales Renovables, Div. de Ciencia Animal, UAAAN.

3. Ph. D. Maestro-Investigador del Depto. de Botánica, Div. de Agronomía, UAAAN.

Taxonomía del complejo *Opuntia lindheimeri*

La alta variación morfológica presentada por *Opuntia lindheimeri*, apoya su taxonomía y permite sostener su separación en cuatro variedades, apoyando a Elizondo y Wehbe (1987). En base a las 130 muestras analizadas y a la descripción del complejo hecha por Bravo (1978), Elizondo y Wehbe (1987), la taxonomía del complejo *Opuntia lindheimeri*, se muestra en el Cuadro 2.

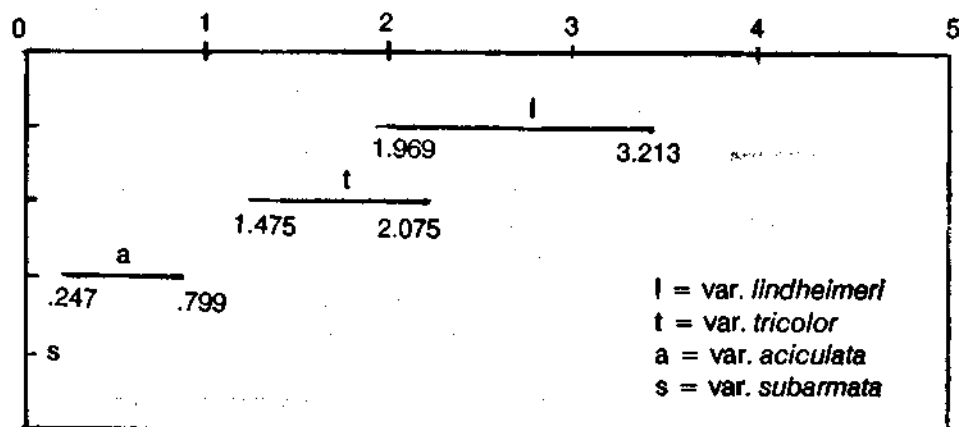
Cuadro 2. Taxonomía del complejo *Opuntia lindheimeri* Eng.

Familia	Cactaceae
Género	<i>Opuntia</i>
Subgénero	<i>Opuntia</i>
Serie	Dillenianae
Especie	<i>lindheimeri</i>
Variedades	<i>lindheimeri</i> <i>aciculata</i> <i>tricolor</i> <i>subarmata</i>

Intervalos de confianza simultáneos

Los intervalos de confianza simultáneos construidos para las variables morfológicas de interés, muestran que hubo diferencias estadísticamente significativas para algunas características como: espinas/ areola, areolas/ cladodio y longitud total de espinas, como se aprecia en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Intervalos de confianza simultáneos para las cuatro variedades de *O. lindheimeri* para el carácter espinas/areolas.



DISCUSIÓN

Amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri*

La amplitud ecológica que presenta la especie es importante, ya que se encuentran poblaciones en diferentes ambientes, desde partes bajas de 350 m de altitud en los municipios de Hidalgo y Guerrero, hasta altitudes de 2200 m en las sierras de La Paila y El Tejocote, en los municipios de Ramos Arizpe y General Cepeda, respectivamente. Los climas varían de semiáridos a templados y los suelos son de diferentes tipos de xerosoles, litosoles y castañozem, lo cual apoya lo expuesto por Jones y Luchsinger (1979), Bell (1968) y Anthony (1956), quienes señalan que una combinación de factores ambientales regula la distribución y la amplitud ecológica de las especies. La distribución de *Opuntia lindheimeri* comprende, principalmente, la porción Este del estado, conformando lo señalado por Anthony (1956), Britton y Rose (1908), y Weniger (1984), quienes reportan la especie con una distribución costera, a lo largo del Golfo, que penetra a los estados de Nuevo León y Coahuila.

Densidad de *Opuntia lindheimeri*

Las mayores densidades se localizan en la porción Centro-Este del Estado en los municipios de Progreso, Sabinas y Juárez, lo cual coincide con lo señalado por COTECOCA (1979), que reporta a la especie como característica de esa región. La densidad más alta se localiza en la nopalera del Municipio de Sabinas, en las áreas del Kakanapo, con un valor de 5500 p/ha, es decir, .55 p/m² de nopal kakanapo, que es el nombre común de *Opuntia lindheimeri*.

Tipos de vegetación donde está presente *Opuntia lindheimeri*

La amplia distribución de esta especie, le permite estar presente en varios tipos de vegetación, desde el matorral xerófilo hasta el bosque de pinos, propuestos por SPP (1983); y en el matorral mediano espinoso, matorral mediano subespinoso, matorral alto espinoso, matorral crasicauale, matorral crasirosulifolio espinoso, matorral bajo espinoso y bosque aciculiescuamifolio, propuestos por COTECOCA (1979).

Especies asociadas a *Opuntia lindheimeri*

Las especies que con mayor frecuencia se encontraron asociadas a *Opuntia lindheimeri*, ya que estuvieron presentes en la mayoría de los 120 sitios muestreados son: *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Portieria angustifolia* (guayacán), *Acacia rigidula* (chaparro prieto) y *Leucophyllum frutescens* (cenizo), coincidiendo con COTECOCA (1979).

Variación morfológica de *Opuntia lindheimeri*

La alta variación morfológica presentada por *Opuntia lindheimeri* permite diferencias en algunos caracteres como la longitud del cladodio (LC), anchura del cladodio (AC), forma del cladodio (FC), espina por areola (EA), longitud total de espinas (LTE), color de espina (CE) y color de gloquidas (CG), lo cual apoya la presencia de cuatro variedades de esta especie para Coahuila, según lo reportan Elizondo y Wehbe (1987), y lo confirman Anthony (1956) y Weniger (1984), que describen a *Opuntia lindheimeri* como una especie con alta variación morfológica.

Taxonomía del complejo *Opuntia lindheimeri*

El análisis morfológico de las 130 muestras de *O. lindheimeri*, permite sostener su separación en cuatro variedades, apoyando lo expuesto por Britton y Rose (1937), Bravo (1978) y Elizondo y Wehbe (1987).

Intervalos de confianza simultáneos

El análisis de los caracteres morfológicos de tipo cuantitativo por el método de intervalos de confianza simultáneos, permite detectar los caracteres más contrastantes y los que no muestran una diferencia estadísticamente significativa.

El hecho de que algunos caracteres de las cuatro variedades se interseccionen, es explicable, ya que pertenecen a la misma especie y su separación no es tan drástica como lo sería entre especies distintas.

CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye lo siguiente:

1. La amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri* en el Estado de Coahuila, está determinada por el clima. Su distribución comprende la parte oriental del Estado, que es la menos árida. Está presente en una gran variedad de condiciones ambientales de altitud, suelo y exposición.
2. Las mayores densidades se localizan en los municipios de Sabinas, Progreso y Juárez, donde existen densas nopaleras que llegan a presentar densidades de hasta 5500 p/h.

3. Los tipos de vegetación donde está presente *Opuntia lindheimeri* varían desde el matorral xerófilo hasta el bosque, aunque es más frecuente y abundante en los matorrales mediano espinoso, alto espinoso y crasirosolifolio espinoso.
4. Las especies asociadas con mayor frecuencia a *Opuntia lindheimeri* son de tipo arbustivo, como *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Acacia rigidula* (chaparro prieto), *Porlieria angustifolia* (guayacán) y *Leucophyllum frutescens* (cenizo).
5. La amplitud ecológica mostrada por *O. lindheimeri* le permite presentar una alta variación morfológica, desde la forma y tamaño del cladodio, hasta la presencia y/o ausencia de espinas, lo cual se traduce en cuatro variedades en el Estado de Coahuila.
6. La alta variación morfológica presentada por *O. lindheimeri* apoya su separación en las cuatro variedades que son: *O. l.* var. *lindheimeri*, *O. l.* var. *aciculata*, *O. l.* var. *tricolor* y *O. l.* var. *subarmata*.
7. La construcción de intervalos de confianza simultáneos permitió confirmar que es una especie con alta variación morfológica.

BIBLIOGRAFÍA

- Anthony, M. 1956. The opuntiae of The Big Bend Region of Texas. Amer. Midl. Nat. 55(1):225-256 USA.
- Bell, C.R. 1968. Variación y clasificación de las plantas. Herrero Hermanos, Suc. 286-292 p. México.
- Benavides, T. 1985. Integrating resources for profitable ranching, In: White, L.D., D. Guynn and T. Trowl (Eds.). Proceedings of the International Ranchers Roundup. Laredo, Texas. pp. 201-210. USA.
- Bravo, H.H. 1978. Las cactáceas de México. 2a. ed. UNAM. Vol. 1. México. 743 p.
- Brewer, R. 1979. Principles of Ecology. Saunders College Publish. Philadelphia. 299 p.
- Britton, N.L. y J.N. Rose. 1908. A preliminary treatment of the opuntioidae of North America. Smithsonian Miscellaneous Collection (Quarterly ISSUE) 50:503-539. USA.

- Britton, N.L. y J.N. Rose. 1937. The cactaceae. Dover Publication, Inc. New York. 241. p.
- Chapman, S.B. 1976. Methods in plant ecology. John Willey and Sons. New York, 546 p.
- Comisión Técnico Consultiva para la determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1967. México. 63 p.
- _____. 1979. Coahuila. SARH. México. 255 p.
- Correll, D.S. y M.C. Johnston. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation, Denner, Texas.
- Cox, G.W. 1977. Laboratory Manual of General Ecology. 3th ed. Brown Company Publishers. USA. 232 p.
- DeLoach, C.J., P.E. Boldt, H.A. Crdo, H.B. Johnson y J.P. Cuda. 1985. Weeds Common to Mexican and U.S. Rangelands: Proposals for Biological Control and Ecological Studies. In: Patton, D.R., C.E. González, A.L. Medina, L.A. Segura y R.H. Hamre (Eds): management and utilization of arid land plants: Symposium proceedings. USDA. Forest Service. General Technical Report RM. 135:49-67. USA.
- Elizondo, J.L., J.A. Wehbe. 1987. Una nueva variedad de *Opuntia lindheimeri* Engelm. Cact. Suc. Méx. 32(1):16-18, México.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 1a. Ed. UNAM-México. 246 p.
- Janzen, D.H. 1986. Chihuahuan Desert Nopaleras. Defaunated Big Mammal Vegetation. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17:595-636. USA.
- Jones and Luchsinger. 1979. Plant systematics. Mc Graw-Hill. Book Company. 112-116 p. USA.
- Kipple, G.E. y Costello. 1960. Vegetation and cattle responses to different intensities of grazing on short-grass ranges on the central great plains. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 1216. 82 p. United States of America. In: Houston, W.R. (Ed.) 1963. Plains prickly pear, weather and grazing in the northern great plains. Ecol. 44(3):569-574. USA.
- Lehmann, V.W. 1984. Bobwhites in the Rio Grande Plain of Texas. Tex. A & M: Univ. Press., College Station, Tex. 371 p. In: Hanselka, C.W. ed. (1989). Developing prickly pear as a forage resource proceedings of a conference. Texas A&M: University. Kingsville Texas. 63. p. USA.

- Marroquín J.S., G. Borja L., R. Velázquez C. y J.A. de la Cruz C. 1964. Estudio dasonómico de las zonas áridas del Norte de México. Inst. Nac. Invest. For., Publ. Esp. 2:116 p. México.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28:29-179.
- Muller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation. Ecology. John Wiley and Sons. New York. 547 p.
- Oosting, H.J. 1956. The study of plant communities. 2a. ed. W.H. Freeman and Comp. 439 p. San Francisco. USA.
- Peiser, A.M. 1943. Asymtotic formulas for significance levels of certain distributions. Annals Math, Stat. 14:56-62 p. USA.
- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP). 1982. Estado de Coahuila. Mapa de Carreteras. Escala 1:1'000,000. Color: Varios. México. 1 h.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1983. Síntesis Geográfica de Coahuila. México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 163 p. México.
- Weniger, D. 1984. Cacti of Texas U.S. Univ. of Texas Press. Austin, Texas. 365 p. USA.

CONSTRUCCIÓN DE ÍNDICES DE SELECCIÓN Y EFICIENCIA RELATIVA PARA SELECCIONAR VARIEDADES Y PRODUCCIÓN DE ACEITE EN CÁRTAMO BAJO TEMPORAL

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹
Ricardo Aguilera Rangel²

RESUMEN

En esta investigación se evaluaron 23 genotipos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) con mayor diversidad genética, utilizando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con el objetivo de construir índices de selección y eficiencia relativa que más contribuyen al rendimiento y porcentaje de aceite en cártamo, bajo condiciones de temporal. Por parcela se etiquetaron cinco plantas al azar y se registraron datos sobre las siguientes características: días a floración (1), altura (2), ramas primarias (3), peso de 250 semillas (4), semillas/capítulo (5), capítulos/planta (6), rendimiento (7) y porcentaje de aceite (8). Se construyeron los índices de selección en base a lo establecido por Smith (1936) y Hazel (1943), y la ganancia genética esperada se obtuvo de acuerdo con Harris (1964).

Se encontraron diferencias significativas para todas las características estudiadas en los genotipos. El índice de selección que obtuvo la máxima ganancia genética esperada y eficiencia relativa, fue el constituido con las 7 características (1,2,3,4,5,6 y 7) ya que mostró una eficiencia porcentual de 116. Esto al considerar el rendimiento como valor genético agregado. El índice con mayor eficiencia relativa, cuando no se incluyó el rendimiento, lo obtuvo (1,4, y 6) con 105.4%. Al considerar dos caracteres (rendimiento y aceite) de importancia económica en cártamo, se obtuvo que el índice con las ocho características (1,2,3,4,5,6,7,8), 7 (1,3,4,5,6,7,8), 6 (1,4,5,6,7,8) y 5 caracteres (1,4,6,7,8) presentaron eficiencia de 105.8, 105.1, 103.8 y 97.7% respectivamente.

INTRODUCCIÓN

En el mejoramiento genético de los cultivos de alógamas, autógamias y propagación vegetativa, practicar selección visual en el campo, es una herramienta muy eficiente para seleccionar genotipos sobresalientes. En cada ciclo

1. Ph. D. Maestro-Investigador. Depto. de Fitomejoramiento. Div. de Agronomía, UAAAN.

2. Tesista Maestría

de selección acumula genes deseables en la población así, generalmente aumentaría rendimientos en los genotipos. El rendimiento es un carácter muy complejo, el cual no podemos visualizar en el campo, tiene muy baja heredabilidad y, además, la interacción genotipo ambiente es muy alta. Durante la selección artificial para identificar plantas con características superiores, deben seleccionarse utilizando un número mayor de dos características a la vez, lo cual es más eficiente para obtener ganancia genética por ciclo, que seleccionar una sola característica. Por lo tanto, los fitomejoradores deben construir un índice de selección utilizando, simultáneamente, diferentes variables que contribuyen al rendimiento.

La respuesta a la selección podría ser más efectiva si se consideran simultáneamente otros caracteres con alta heredabilidad y positivamente correlacionados con el rendimiento (Cells *et al.*, 1986). Cuando el carácter por mejorar es de baja heredabilidad, costoso o difícil para ser evaluado, se ha demostrado teóricamente que un índice de selección puede aumentar la probabilidad de seleccionar genotipos deseables y lograr, así, un avance más rápido por selección (Smith, 1936; Hazel y Lush, 1942).

Hazel (1943) señala que un método de correlación múltiple para construir los índices de selección tienen una máxima exactitud. Asimismo, Robinson *et al.* (1951) muestra que la información necesaria para construir el índice es la siguiente: varianzas fenotípicas y genotípicas para cada carácter, covarianzas fenotípicas y genotípicas entre cada par de caracteres y valores económicos relativos de cada carácter. Añade que los caracteres debidamente ponderados, con alta heredabilidad y correlacionados con el rendimiento, pueden servir como indicadores de la potencialidad genética del rendimiento de las progenies.

Las características que contribuyen, en conjunto, al rendimiento, pueden variar en ambientes de riego y temporal. En México se han logrado buenos avances en el mejoramiento genético del cártamo bajo riego, pero la literatura no reporta estudios de índices de selección bajo condiciones de temporal. El objetivo de esta investigación es construir índices de selección más eficientes utilizando, simultáneamente, diferentes características agronómicas para seleccionar genotipos sobresalientes en cártamo bajo temporal.

REVISIÓN DE LITERATURA

Hanson y Johnson (1957) presentan un criterio para determinar el índice de selección general de dos o más poblaciones, en el cual señalan que se requieren fuentes de datos genéticos para evaluar efectos genéticos de la población muestreada sobre las correlaciones genéticas esperadas, una adecuada estimación de las interacciones genotipo-ambiente, además de información sobre los errores de muestreo para las ponderaciones del índice. Por otro lado,

Searle (1965) indica que la selección sobre un carácter alternativo puede o no ser mejor que otra, o puede ser mejor solamente cuando son combinados en un índice con el carácter básico; las dos alternativas pueden no ser tan buenas como el carácter básico pero, combinadas en un índice, puede ser mejor.

Arévalo y Molina (1974) en un estudio de ocho variedades de cebada maltera y sus cruza dialélicas, demostraron que los índices más eficientes son aquéllos que contienen el carácter por seleccionar y caracteres correlacionados con él, pero no intercorrelacionados. Añade que la información del dialélico produce los índices más eficientes.

Naskar *et al.* (1982) estudiaron índices de selección en girasol, utilizando matrices y observaron que la máxima ganancia genética obtenida fue cuando las siete características bajo estudio fueron consideradas juntas. La selección a través de los caracteres fue más provechosa que sólo la selección por rendimiento. Mientras que Reyes (1985) evaluó 138 familias de medios hermanos de girasol y reveló que el índice con mayor eficiencia relativa fue el construido con todas las variables estudiadas; sin embargo, tal eficiencia resultó ser muy similar a la del índice que incluye a todas las variables, con excepción de altura de planta, y al construido con las variables peso de 100 semillas y rendimiento.

Joshi *et al.* (1985) construyeron índices de selección para variedades de cártamo utilizando la técnica de función discriminante basada en seis caracteres atribuidos al rendimiento. Encontró que los índices con mayor eficiencia son los que incluyen número de capítulos por planta, número de semillas por capítulo y rendimiento por planta, o el que contiene número de capítulos por planta, peso de 100 semillas y rendimiento por planta. Por otro lado, se estimaron parámetros genéticos e índices de selección de la variedad de maíz Zac. 58. Celis *et al.* (1986) concluyen que la respuesta a la selección utilizando los índices, resultó mayor que sólo considerando el rendimiento en maíz.

Por otro lado, las limitaciones de los índices de selección son que los resultados obtenidos en los índices de selección bajo condiciones favorables no pueden ser útiles bajo condiciones desfavorables, ni los resultados obtenidos en un ambiente pueden ser utilizados en otros ambientes. Otras limitantes son la asignación de valores económicos y la estimación de varianzas y covarianzas (genotípicas y fenotípicas).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación fue realizada en el Campo Experimental de Buenavista, Saltillo, Coah., de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el período de enero a agosto de 1988.

Se utilizaron 23 variedades de cártamo de diferentes orígenes y con una amplia gama de variabilidad genética, para diversas características agronómicas. Los recursos genéticos están constituidos por líneas de diferentes países, tales como: 13 líneas de México. (C-70-15-0Y, POI-5-66-5-1, POI-6-16-1-1, 10VF75-2-3-5-2, C547-1-6-OY, 38VF75-53-1-1-2, C228-5-OY, T-1, T-3, T-10, T-19 Y T-15), dos de Egipto (CM-1276 y CM-1239), dos de Israel (CM-1125 y CM-1136), una de Jordania (CM-1098), Kuwait (CM-1107) Líbano (CM-1082) y con cuatro testigos (Saffola 208, Noreste 84, Gila, Mante 81), los cuales se siembran a gran escala, a nivel comercial, en diferentes partes de México. Estos genotipos poseen una variabilidad considerable para el rendimiento y sus componentes, tales como: número de capítulos por planta, número de semillas por capítulo y peso de 250 semillas. Además, poseen una considerable diversidad genética y geográfica.

La semilla de los 23 genotipos fue sembrada estrictamente bajo precipitación natural, utilizando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La parcela experimental para cada genotipo se constituyó en tres surcos de 3m de longitud, con una distancia entre surcos de 80 cm y entre plantas de 10 cm dentro del surco. Se aplicó una dosis de 40 unidades de nitrógeno, 30 de fósforo kg/ha en una sola ocasión, antes de efectuar la siembra.

Se etiquetaron cinco plantas individuales tomadas al azar y con competencia completa y se tomaron datos sobre ocho características agronómicas.

Los promedios de las características se utilizaron para realizar análisis de varianza y construir índices de selección en base a lo establecido por Smith (1936) y Hazel (1943). La ganancia genética esperada fue calculada de acuerdo a Harris (1964).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (no se presenta el cuadro) indica diferencias significativas para las siguientes características: rendimiento/ha, capítulos/planta, semillas/capítulo, peso de 250 semillas, ramas/planta, altura de planta y días a floración, revelando que existe una amplia gama de variabilidad para todas las características estudiadas entre los genotipos incluidos en el estudio, y que estos recursos genéticos son útiles y promisorios para desarrollar variedades altamente rendidoras en el mejoramiento genético del cártamo, bajo condiciones de temporal.

Las fluctuaciones de los coeficientes, la ganancia genética esperada y las eficiencias relativas de los 127 índices de selección construidos en cártamo bajo temporal, se presentan en el Cuadro 1. Se obtuvieron fluctuaciones de los coeficientes entre 8.6 y 76.9 para días a floración; -3.7 a 16.0 para altura de planta; -80.2 y 148.2 para número de ramas; -32.1 y 158.4 para peso de 250 semillas; -27.4 a 58.8 para semilla por capítulos; 13.8 y 58.8 para capítulos por plan-

Cuadro 1. Ganancia genética y eficiencia relativa de 127 índices de selección de siete características de cártao bajo condiciones de temporal.

No. Características Incluidas en índice	Ganancia genética	Eficiencia relativa (%)	No. Características Incluidas en índice	Ganancia genética	Eficiencia relativa (%)	No. Características Incluidas en índice	Ganancia genética	Eficiencia relativa (%)
1	84.7	34.0	2	113.9	45.8	3	26.9	10.8
4	87.1	35.0	5	89.6	35.9	6	149.3	59.9
7	249.2	100.0	1,2	115.9	46.5	1,3	84.9	34.1
1,4	167.9	67.4	1,5	142.9	57.4	1,6	196.5	78.9
1,7	255.6	102.6	2,3	116.5	46.8	2,4	157.1	63.1
2,5	158.5	63.6	2,6	191.1	76.7	2,7	249.5	100.2
3,4	107.0	43.0	3,5	109.4	43.9	3,6	149.9	60.2
3,7	252.0	101.6	4,5	99.3	39.8	4,6	173.4	69.6
4,7	250.0	100.4	5,6	170.3	68.3	5,7	259.1	104.0
6,7	254.1	102.0	1,2,3	118.4	47.5	1,2,4	177.3	71.2
1,2,5	164.5	66.1	1,2,6	203.5	81.7	1,2,7	256.8	103.1
1,3,4	175.0	70.2	1,3,5	149.7	60.1	1,3,6	201.6	80.9
1,3,7	260.9	104.7	1,4,5	173.3	69.6	1,4,6	262.5	105.4
1,4,7	268.8	105.5	1,5,6	229.1	91.9	1,5,7	270.9	108.7
1,6,7	266.0	106.8	2,3,4	157.5	63.2	2,3,5	159.0	63.8
2,3,6	200.9	80.7	2,3,7	253.8	101.9	2,4,5	167.7	67.3
2,4,6	220.6	88.6	2,4,7	251.0	100.8	2,5,6	217.1	87.2
2,5,7	260.9	104.7	2,6,7	225.7	102.6	3,4,5	122.9	91.0
3,4,6	176.2	70.7	3,4,7	252.0	101.2	3,5,6	172.8	69.4
3,5,7	259.3	104.1	3,6,7	257.8	103.5	4,5,6	177.3	71.2
4,5,7	260.3	104.5	4,6,7	255.7	102.6	5,6,7	263.5	105.6
1,2,3,4	179.4	72.0	1,2,3,5	165.2	63.3	1,2,3,6	203.5	81.7

1,2,3,7	261.1	104.8	1,2,4,5	184.4	74.0	1,2,4,6	263.4	105.7
1,2,4,7	264.0	106.0	1,2,5,6	235.6	94.6	1,2,5,7	271.5	109.0
1,2,6,7	266.8	107.1	1,3,4,5	183.0	73.5	1,3,4,6	262.5	105.4
1,3,4,7	264.5	106.2	1,3,5,6	229.2	92.0	1,3,5,7	271.8	109.1
1,3,6,7	274.6	110.2	1,4,5,6	263.8	105.9	1,4,5,7	271.2	108.89
1,4,6,7	283.4	113.8	1,5,6,7	282.6	113.4	2,3,4,5	169.1	67.9
2,3,4,6	222.3	89.3	2,3,4,7	254.1	102.0	2,3,5,6	186.3	74.8
2,3,5,7	261.8	105.1	2,3,6,7	262.5	105.4	2,4,5,6	225.8	90.7
2,4,5,7	261.5	105.0	2,4,6,7	251.3	100.9	2,5,6,7	267.2	107.3
3,4,5,6	181.7	72.9	3,4,5,7	261.0	104.8	3,4,6,7	258.0	103.6
3,5,6,7	264.1	106.0	4,5,6,7	264.1	106.0	1,2,3,4,5	187.9	75.4
1,2,3,4,6	263.6	105.8	1,2,3,4,7	265.0	106.4	1,2,3,5,6	237.3	95.3
1,2,3,5,7	242.4	109.2	1,2,3,6,7	274.6	110.2	1,2,4,5,6	265.0	106.4
1,2,4,5,7	271.9	109.2	1,2,4,6,7	284.0	114.0	1,2,5,6,7	282.9	113.6
1,3,4,5,6	263.9	105.9	1,3,4,5,7	271.9	109.2	1,3,4,5,7	285.5	114.6
1,3,5,6,7	285.1	114.5	1,4,5,6,7	287.5	115.4	2,3,4,5,6	226.6	91.0
2,3,4,5,7	262.9	105.6	2,3,4,6,7	263.4	105.7	2,3,5,6,7	269.5	108.2
2,4,5,6,7	267.2	107.3	3,4,5,6,7	283.2	113.7	1,2,3,4,5,6	265.1	106.4
1,2,3,4,5,7	272.3	109.3	1,2,3,4,6,7	285.6	114.7	1,2,3,5,6,7	285.1	114.5
1,2,4,5,6,7	287.9	115.6	1,3,4,5,6,7	288.7	115.9	2,3,4,5,6,7	269.7	108.3
1,2,3,4,5,6,7	288.9	116.0						

índice

- 1 = Días a floración
- 2 = Altura de planta
- 3 = Ramas por planta
- 4 = Peso de 250 semillas
- 5 = Semillas por capítulo
- 6 = Capítulos por planta
- 7 = Rendimiento por hectárea

ta y 0.3 y 0.6 para rendimiento. Al evaluar la ganancia genética esperada de los índices de selección utilizando una sola característica, presentaron eficiencias relativas que varían de 10.8 a 100%. Cuando se consideró una sola característica, rendimiento por hectárea, número de capítulos por planta y altura de planta, manifestaron, individualmente, una mayor eficiencia relativa de 100, 59.9 y 45.8%, respectivamente. Cabe señalar que los índices con mayor eficiencia relativa son los mismos que presentan mayor ganancia genética en este estudio. Existe una correlación positiva y significativa entre capítulos por planta y rendimiento por hectárea. Por tanto, el carácter número de capítulos se está utilizando prácticamente como criterio de selección para los fitomejoradores de cártamo para la obtención de variedades superiores, además del rendimiento.

Se construyeron 21 índices utilizando las diferentes combinaciones con dos características: la eficiencia relativa varió de 34.1 y 104%. Los índices construidos (5,7), (1,7) y (6,7) presentaron las eficiencias relativas más altas de 104, 102.6 y 102%, respectivamente. El índice menos eficiente fue (1,3) con una eficiencia relativa de 34.1%. Al observar las eficiencias relativas de 35 índices de selección utilizando sólo tres variables, el rango de la eficiencia relativa fue de 47.5 a 108.7%. Los índices de selección más eficientes (1,5,7), (5,6 y 7) y (1,4 y 7) con 108.7, 105.8 y 105.5%; el peor, con tres variables, es de 47.5% presentó un 52.5 y un 12.4% por abajo de los índices con una sola característica, como son el (7) y (6), respectivamente. Como podemos observar en los índices de selección, al aumentar el número de características con dos y tres variables, se obtuvieron ligeros aumentos en sus eficiencias relativas en un 4 y 8.7%, respectivamente, comparado con el índice construido con una sola característica. Y entre ambos la diferencia fue tan sólo de 4.7% más en el índice con tres características. Joshi *et al.* (1985) construyeron 46 índices de selección utilizando la técnica de función discriminativa y encontró que el índice que incluye capítulos por planta, número de semillas por capítulo y rendimiento por planta, o el otro que contiene capítulos por planta, peso de 100 granos y rendimiento por planta, son los índices más eficientes para el mejoramiento del cártamo.

En esta tesis se utilizaron las diferentes combinaciones de cuatro variables; la combinación (1,2,3, y 5) expresó muy baja eficiencia relativa, con 63.3% y las mejores combinaciones (1,4,6, y 7), (1,5,6, y 7) y (1,3,5, y 7) presentaron valores de 113.8, 113.4 y 109.1%, respectivamente. Al seleccionar con cuatro variables, se observó una ventaja de 5.02% más que con tres. De los 21 índices construidos, utilizando cinco caracteres, el índice más sobresaliente fue (1,4,5,6 y 7) y el más bajo fue (1,2,3,4 y 5), con 115.4 y 75.4% de eficiencia relativa, respectivamente, con un incremento de 1.7% mayor de eficiencia relativa en comparación con los índices construidos con cuatro variables. Utilizando seis características para los índices de selección (1,3,4,5,6 y 7), (1,2,4,5,6 y 7) y (1,2,3,4,6 y 7) con 115.9, 115.6 y 114.7%, respectivamente, resultaron ser los más altos. La diferencia entre el uso de los índices con cinco y seis características es de 0.49% más a favor de estos últimos; el índice con mayor eficiencia relativa es aquél construido con las 7 características (1,2,3,4,5,6 y 7) con 116%.

Naskar *et al.* (1982) construyeron los índices de selección para 10 cultivos de girasol y señalan que la máxima ganancia genética fue obtenida cuando las 7 características bajo estudio fueron consideradas juntas. La selección a través de los caracteres fue más provechosa que sólo la selección por rendimiento.

Los cinco índices con mayor eficiencia relativa en orden de importancia fueron los siguientes: (1,2,3,4,5,6 y 7) con 116%; (1,3,4,5,6 y 7) con 115.9%; (1,2,4,5,6 y 7) con 115.6%; (1,4,5,6 y 7) con 115.4% y (1,2,3,4,6, y 7) con 114.7%. Arévalo y Molina (1974) analizaron ocho variedades comerciales de cebada maltar y sus cruces dialélicas, con el fin de construir índices de selección para grano, utilizando 11 características agronómicas; ellos señalan que los índices más eficientes son aquéllos que contienen el carácter por seleccionar y carácter correlacionados con él, pero no intercorrelacionados. Se observó que el seleccionar para el índice con tres características sin incluir rendimiento, el (1,4 y 6) mostró una eficiencia relativa de 105.4% superior a todos aquellos índices en los cuales no se incluyó la característica de rendimiento. Además, que al seleccionar para sólo cuatro características utilizando los índices (1,4,6 y 7) y (1,5,6 y 7) sólo difirieron ligeramente con 2.19 y 2.51%, respectivamente, en comparación al índice construido con siete variables (1,2,3,4,5,6, y 7), el cual presentó la mayor eficiencia relativa en esta investigación. Torres *et al.* (1974) indicaron que al aumentar en el índice el número de caracteres correlacionados con el carácter por mejorar, se obtendrá una mayor avance genético. Siendo la correlación una medida de la comunidad de genes que gobiernan la determinación conjunta de dos caracteres, cabe suponer que al aumentar el número de caracteres en el índice que se está operando sobre una mayor cantidad de genes que gobiernen en común el carácter objeto de la selección y los caracteres del índice.

Las importancias relativas en la selección de los caracteres para seis índices en cártamo bajo temporal, se presentan en el Cuadro 2. En dicho cuadro se observó la mayor participación de rendimiento, días a floración, capítulos por planta y con menor aportación peso de 250 semillas y semilla por capítulo en el orden de importancia en la construcción de los índices de selección.

Reyes (1985) señala que la importancia relativa de un carácter en la selección, tiene un valor conceptual, en lo que se refiere al papel de una variable fenotípica en la selección y un valor práctico para decidir la inclusión o eliminación de un carácter para la construcción de un índice.

La importancia económica del cártamo radica en su contenido de aceite y, por supuesto, en el rendimiento de la semilla; por ello, la necesidad de añadir en este estudio una octava característica de porcentaje de aceite y tener así dos caracteres de importancia económica para dicho cultivo. Los resultados obtenidos en cuatro índices de selección en cártamo bajo temporal se presentan en el Cuadro 3, donde se observan los distintos valores de los coeficientes para ca-

Cuadro 2. Importancias relativas en la selección de los caracteres para seis índices (expresada en porcentaje) en cártamo bajo temporal.

Índice	Días a floración	Altura	Ramas/planta	Peso de 250 semillas	Semillas/capítulo	Capítulos/planta	Rendimiento/hectárea	Aceite (%)
1,2,3,4,5,6,7	28.33	0.14	1.36	5.54	4.78	24.58	35.27	-
1,3,4,5,6,7	10.06	-	2.22	6.58	5.58	30.39	44.90	-
1,2,4,5,6,7	30.07	0.59	-	7.27	5.65	23.20	33.22	-
1,4,5,6,7	32.37	-	-	6.80	5.70	22.46	32.67	-
1,2,3,4,6,7	28.63	0.15	2.50	14.18	-	26.60	28.39	-
1,2,3,4,5,6,7,8	8.09	0.85	2.48	2.20	7.90	10.27	39.23	28.98

Cuadro 3. Coeficientes de las variables para cuatro índices de selección, sus factores para estimar la desviación del índice y la eficiencia del índice en cártamo bajo temporal.

Índice	Días a floración	Altura	Ramas/planta	Peso de 250 semillas	Semillas/capítulo	Capítulo/Rndmto./ha	Aceite (%)	Desviación del índice (%)	Eficiencia del índice (%)
1,2,3,4,5,6,7,8	62.4	6.2	-70.9	83.8	-33.6	-0.03	169.6	363.2	205.8
1,3,4,5,6,7,8	71.8	-	-56.3	86.3	-32.5	0.02	189.0	360.9	105.1
1,4,5,6,7,8	70.3	-	103.7	103.7	-34.3	-0.02	181.8	356.4	103.8
1,4,6,7,8	73.5	-	178.1	178.1	51.1	-0.01	141.9	335.5	97.7

da característica, la desviación y la eficiencia de los cuatro índices más sobresalientes, los cuales fueron seleccionados por su alta eficiencia relativa cuando sólo se consideró el carácter rendimiento. Las fluctuaciones de los coeficientes fueron entre 62.4 y 73.5 para días a floración; -70.9 a -56.3 para número de ramas por planta; 83.8 y 178.2 para peso de 250 semillas; -34.3 a 32.5 para número de semillas por capítulo; 46.2 y 51.1 para capítulos por planta; -0.008 a -0.033 para rendimiento por hectárea; 141.9 y 196.6 para porcentaje de aceite y sólo se obtuvo en el índice con las ocho características el coeficiente de altura de planta con 6.2. El índice con las ocho características presentó la mayor eficiencia con 105.7% en cambio, los índices con siete características (1,3,4,5,6,7,8), con seis (1,4,5,6,7,8) y con cinco (1,4,6,7,8) presentan eficiencias de 105.1, 103.8 y 97.7%, respectivamente. Se observó que el índice con seis características (1,4,5,6,7,8) difiere sólo en 1.96% con respecto al índice con las ocho características (1,2,3,4,5,6,7,8) en cártamo, se presenta en el Cuadro 2. Dicho cuadro señala que el rendimiento, el porcentaje de aceite y número de capítulos por planta, son los que presentan mayor participación en el orden de importancia y con menor aportación las demás características estudiadas.

CONCLUSIONES

1. Existe una variabilidad considerable para las siguientes características: rendimiento/ha, capítulos/planta, semillas/capítulo, peso de 250 semillas, ramas/planta, altura y días a floración, entre los recursos genéticos.
2. Se construyeron 127 índices utilizando diferentes características agronómicas. El rendimiento como sola característica de índice, contribuyó 100% de eficiencia relativa, mientras que número de capítulos/planta manifestó 59.9%.
3. Los cinco índices con mayor eficiencia relativa, en orden de importancia, fueron los siguientes: (1,2,3,4,5,6,7), con 116%; (1,3,4,5,6,7), con 115.9%; (1,2,4,5,6,7), con 115.6%; (1,4,5,6,7), con 115.4% y (1,2,3,4,6,7), con 114.7%.
4. Se identificó el índice de tres características (días a floración, peso de 250 semillas y capítulos/planta) que presentó una eficiencia relativa de 105.4%.
5. Las características: rendimiento, porcentaje de aceite, número de capítulos/planta y semillas/capítulo, presentan mayor participación en el orden de importancia para la producción de aceite en los genotipos.

AGRADECIMIENTO

Se reconoce y agradece la colaboración, de una u otra forma, a los siguientes Profesores-Investigadores: Ing. M.C. Edgar E. Guzmán Medrano, Biol. Manuel Humberto Reyes Valdés y Dra. Diana Jasso de Rodríguez, para que se llevara a cabo este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arévalo, N. y J. Molina. 1974. Eficiencia relativa de índices de selección para rendimiento de grano en cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) usando la información de progenitores solos y del diseño dialélico. *Agrociencia* 16:83-95.
- Celis, H.A., J.D.G. Molina y A.G. Martínez. 1986. Estimación de parámetros genéticos e índices de selección de la variedad de maíz (*Zea mays* L.) *Zac.* 58. *Agrociencia*. 63:121-128.
- Hanson, W.D. y H.W. Johnson. 1957. Methods for calculating and evaluating a general selection index obtained by pooling information from two or more experiments. *Genetics*. 42(4):421-432.
- Harris, D.L. 1964. Expected and predicted progress from index selection involving estimates of population parameters. *Biometrics*. 20(1):46-72.
- Hazel, L.N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28(3):475-490.
- Hazel, L.N. y J.L. Lush. 1942. The efficiency of three methods of selection. *J. Heredity*. 33:393-399.
- Joshi, B.P., M.V. Thombre, B.S. Manke y P.N. Chaudhari. 1985. Construction of selection indexes for varietal selection in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *J. Maharashtra Agric. Univ.* 10(2):142-143.
- Naskar, S.K., M. Ghosh y P.K. Bhowmik. 1982. Selection index in sunflower. *Indian. Agric. Sci.* 52(11):736-737.
- Reyes, V., M.H. 1985. Índices de selección para rendimiento en girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis M.C. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., México p. 54.

- Robinson, H.F., R.E. Comstock y P.H. Harvey. 1951. Genotypic an phenotypic correlations in corn and their implications in selection. *Agron. J.* 43:282-287.
- Searle, S.R. 1965. The value of Indirect selection 1. Mass Selection. *Biometrics.* 2(3):682-707.
- Smith, H.F. 1936. A discriminant function for plant selection *Ann. Eugen.* 7(2):240-250.
- Torres, G.J., J. Molina y E. Casas. 1974. Correlaciones genéticas e índices de selección en la genotécnia de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agrocien-cia.* 16:21-37.

CRUZAS INTERESPECÍFICAS ENTRE *Parthenium argentatum* (guayule) Y *Parthenium lozanium*

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹
Alfonso López Benítez²
Francisca Ramírez Godina³

RESUMEN

En este estudio se realizó la cruce interespecífica entre *Parthenium argentatum* x *Parthenium lozanium*, la cual se llevó a cabo en condiciones de invernadero. Los objetivos de esta investigación fueron: obtener híbridos interespecíficos, hacer un estudio comparativo entre éstos y sus progenitores en cuanto a contenido y calidad de hule, porcentaje de resinas y principales características morfológicas.

El análisis de hule mostró un 6.75 % para el progenitor *P. argentatum*, mientras que *P. lozanium* manifestó 0.56 % de hule, los híbridos expresaron valores de 3.43 % a 5.95 %, con un promedio de 4.55 % de hule. Respecto a la calidad de hule, los híbridos tuvieron una calidad de hule muy similar a la del progenitor guayule.

Los híbridos presentaron valores superiores a *P. argentatum* en relación a las características altura de planta, cobertura, tamaño de hoja e inflorescencia, lo que indica que los híbridos fueron más altos y tuvieron mayor velocidad de crecimiento que el guayule, ya que todas las plantas crecieron en las mismas condiciones ambientales.

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente 500 diferentes especies de plantas en el reino vegetal producen hule natural, entre éstas existen dos especies: la *Hevea brasiliensis* (árbol del hule) y *Parthenium argentatum* (guayule), que generan hule natural

1 y 2. Ph. D. Maestros-Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.
3. Tesista Maestría.

de muy buena calidad y de gran utilidad para la industria. De estas dos especies, solamente la primera se explota comercialmente, mientras que el guayule aún no. México obtiene de *Hevea brasiliensis* solamente el 10 % de hule natural que necesita; el 90 % restante lo importa de otros países, con un costo muy elevado en millones de dólares por año (CIQA, 1977). Con la explotación de las poblaciones silvestres de guayule y con el desarrollo de variedades superiores para su cultivo intensivo, se generaría una alternativa para eliminar fugas de divisas y ayudar a aumentar la producción de hule.

En la actualidad, con una población en incremento, se tiene la necesidad de utilizar, productivamente, las tierras marginales, especialmente las áridas; se requiere encontrar recursos adaptados a las adversas y drásticas condiciones del desierto y dar trabajo e ingresos a los moradores del desierto, donde la agricultura convencional es imposible o arriesgada. Esto coloca al guayule bajo una nueva perspectiva, puesto que investigaciones del proyecto emergente de guayule del Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CNIZA) y de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) han mostrado que el guayule podría ser cultivado exitosamente en muchas tierras donde el suministro de agua de riego es insuficiente para la producción agrícola.

Sin embargo, a pesar de las características sobresalientes del guayule, presenta limitaciones en su capacidad de adaptación definitiva y, como consecuencia, una producción tardía de hule.

Estos problemas se pueden resolver si se tiene una planta de guayule con características muy sobresalientes, como en el género *Parthenium* en el cual se encuentran 17 diferentes especies con una gama de variabilidad de características agronómicas deseables. Para introducir estas características al *Parthenium argentatum* (guayule) es necesario realizar cruces interespecíficas, sobre las cuales se trabajó en la presente investigación.

REVISION DE LITERATURA

El guayule *Parthenium argentatum* fue descubierto por J.M. Bigelow, en septiembre de 1852 y clasificado botánicamente por el profesor Aza Gray. Es muy probable que el hule obtenido de arbustos silvestres de guayule era conocido desde antes de la conquista por nuestros antepasados indígenas, ya que entre las razas nativas era muy común el juego de pelota, para el cual se utilizaba hule (Patoni, 1917).

El porcentaje de hule en las plantas de guayule es la característica que destaca su importancia, y por lo cual se han introducido a programas de mejoramiento y a muchos estudios de naturaleza diversa.

Naqvi (1985) estudió 19 líneas de guayule que fueron cultivadas durante cuatro años, bajo las mismas condiciones agronómicas; les determinó el porcentaje de hule para ver la amplitud de variabilidad en contenido de hule, en peso seco entre y dentro de estas líneas.

Los resultados indicaron en estas líneas, un rango en el contenido de hule de 3 a 7 % que fue significativamente diferente al 5 % de probabilidad. Además, las plantas de la mayoría de las líneas difieren entre sí con un nivel de significancia del 1 %, lo que sugiere que el mejoramiento de líneas no fue uniforme y que requiere de mejor selección y evaluación. Sin embargo, se menciona que si estas diferencias son heredables, puede avanzarse hacia el desarrollo de variedades más productoras de hule mediante un selectivo y juicioso programa de mejoramiento.

Tipton y Gregg (1982) señalan que los depósitos de hule en guayule se encuentran, en primer lugar, en las células del parénquima, en los rayos vasculares del tallo y raíces. Indican, además, que el estrés por frío o sequía estimulan la biosíntesis de hule. En una evaluación realizada en 10 poblaciones de guayule, encontraron una variación de 7.5 a 15.9 % (en base o peso seco). Se piensa que algunos factores que afectan en la concentración de hule son la edad o efectos ambientales, sin embargo, en este trabajo se reportan plantas con un 20 % de hule, y anexas a plantas vecinas con sólo 15.5 %, lo cual podría indicar que las diferencias son genéticas más que ambientales.

Miller y Backhaus (1985) realizaron un trabajo en el que obtuvieron datos que muestran que la ploidía no está relacionada con el contenido de hule *per se*, por lo tanto, sugieren que la variación observada, que ocurre naturalmente en las plantas, puede ser una consecuencia de factores ecológicos, posiblemente nutrición mineral, relaciones de agua, sustrato geológico y longitud del clon. El porcentaje de hule en las plantas estudiadas varió de 3.60 a 22.8 %, la resina varió de 2.52 a 9.8 %, ambos en peso seco de los tejidos de la planta. El contenido medio de hule fue de 13.1 %, y se encontró que los arbustos diploides de guayule acumulan porcentajes de hule superiores al 15 % del peso seco. El porcentaje de hule aparentemente no está relacionado a la ploidía.

Probablemente la mayor importancia que tiene la hibridación interespecífica en general, está relacionada con las posibilidades de transferir caracteres de las plantas silvestres a las cultivadas, ya que las primeras están en un medio en el que sólo pueden sobrevivir cuando tienen caracteres fisiológicos y morfológicos que les permiten competir con otras plantas, resistir períodos de sequía, frío, calor, exceso de humedad y llegar a reproducirse, aún cuando estén afectadas por tales factores ecológicos, o bien por daños causados por insectos y organismos patógenos (Brauer, 1983).

Desde el punto de vista genético, lo anterior significa, señala Brauer (1983) que cuando las especies silvestres sobreviven a medios adversos, están sometidos a una selección natural y van acumulando en su germoplasma genes que

les dan ventajas de sobrevivencia bajo tales condiciones adversas; la utilización de los caracteres de resistencia en los materiales silvestres ha servido al hombre para acelerar la obtención de nuevas variedades, más útiles.

Reyes (1985) menciona que existen barreras que impiden la hibridación interespecífica natural, las cuales pueden ser simples, como la falta de coincidencia de las épocas de floración entre las especies o la morfología de la corola, entre otras cosas, pero éstas se pueden superar sin ninguna dificultad, realizando cruzamientos artificiales. Sin embargo, lo más frecuente es que estas barreras morfológicas no se presentan solas, como se indica, sino con otras, tales como: inhibición del crecimiento del tubo polínico o bien desequilibrio genético, que puede observarse desde la formación hasta la falla posterior de la semilla. Puede suceder que algunas semillas provenientes del cruzamiento germinen, o bien haya un desarrollo normal de las plantas, pero éstas, posteriormente, producirán gametos estériles.

La hibridación interespecífica en el género *Parthenium*, resulta de particular interés puesto que se pueden incorporar características importantes de otras especies a *P. argentatum*.

Por lo tanto, existe una gran variedad de trabajos en los que han tenido un gran éxito las hibridaciones interespecíficas en *Parthenium* y entre ellos existe el trabajo de Estilal et al. (1985), que obtuvo híbridos F₁ de la cruce de *P. argentatum* que produce hule, con *P. schottii* especie que aunque no produce hule, tiene otras características deseables como: rápido crecimiento, mayor altura y cobertura. Se encontró que estos híbridos fueron morfológicamente variables y generalmente intermedios entre los dos progenitores con respecto a tamaño de la hoja, de capítulo y longitud de pedúnculo.

Naqvi (1982) realizó cruces interespecíficas de *P. argentatum* con cuatro especies que fueron seleccionadas por presentar algunas características deseables. Estas especies fueron Mariola (*P. incanum*), la cual es más vigorosa que el guayule y más adaptable a diferentes condiciones de suelo; *P. fruticosum*, arbusto alto que se desarrolla rápidamente y puede dar un aumento en volumen; *P. tomentosum*, que es una especie arbórea que provee mayor vigor; y *P. confertum*, especie con un amplio hábitat y facilidad de adaptación a la cosecha mecánica. La mayoría de los híbridos obtenidos mostraron características intermedias entre los dos progenitores en la morfología general, biomasa y química total.

En otros estudios Youngner et al. (1986) obtuvieron diferentes híbridos F₁ fértiles entre guayule y las siguientes especies: *P. tomentosum*, *P. fruticosum*, *P. schottii*, *P. incanum*, *P. rollinsianum* y *P. alpinum*. La mayoría de éstas han sido llevados hasta retrocruza y generaciones F₂. Otra cruce que incluyeron fue la de *P. argentatum* y *P. integrifolium* y también obtuvieron híbridos, que fueron estériles, debido a las diferencias cromosómicas entre padres.

Otros investigadores que realizaron hibridaciones entre *P. argentatum* y *P. schottii* fueron Naqvi y Youngner (1984) con el fin de estudiar la herencia del contenido de hule y rasgos morfológicos de la progenie, encontraron que los híbridos F1 producidos fueron intermedios en tamaño, vigor y rasgos morfológicos, así como en el contenido de hule, pero aunque el porcentaje de hule en los híbridos haya sido menor que en el guayule *P. argentatum*, la cantidad total de hule en éstos es mayor, debido a la compensación en incremento en biomasa. En relación a la calidad de hule, el guayule mostró un peso molecular de, aproximadamente, 2 millones de g/mol, mientras que *P. schottii* mostró un bajo peso molecular inferior a 2,000 g/mol. En los híbridos no se realizó el estudio de la calidad de hule. Según las características generales de estos híbridos se puede decir que su herencia fue simple Mendeliana con codominancia.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el invernadero y laboratorio del Programa de Guayule de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante el período comprendido de 1988-1990.

El material genético utilizado en este estudio fue un grupo de plantas diploides de la especie *Parthenium argentatum* productora de hule, con reproducción sexual y autoincompatibles; además se utilizaron cuatro plantas de la especie *P. lozanium*, cuyas características son crecimiento rápido y mayor producción de biomasa. Las dos especies provienen del Programa de Guayule de la UAAAN.

Las semillas de estas dos especies se colocaron en cajas petri para su germinación, después de un crecimiento de 20 días; se trasplantaron individualmente en macetas de 50 x 30 cm, después de llenarse con tierra cribada y fumigada con bromuro de metilo; se regaron constantemente y se le aplicó urea, para obtener un excelente crecimiento y desarrollo. Estas semillas se mantuvieron juntas en el invernadero.

Metodología de crecimiento

Cuando las plantas diploides de *P. argentatum* se encontraban floreando, se procedió a verificar si eran autoincompatibles ya que Gerstel, (1950), menciona que en las plantas de guayule diploide opera un sistema de autoincompatibilidad esporofítica, por lo cual se provocó la autofecundación de las plantas, en las inflorescencias jóvenes, de manera que al madurar el polen cayera en su propio estigma. Cuando la semilla maduró se colectaron suficientes aqenios de cada planta, se escarificó manualmente y se procedió a hacer una prueba de germinación, de la cual resultó que todos los aqenios fueron vanos.

En seguida, cuando todas las plantas se encontraban floreado, se procedió a realizar los cruzamientos. La polinización se realizó manualmente, solamente en un sentido, tomando las plantas diploides de *P. argentatum* como hembras y las de *P. lozarianum* como machos. Como no se hicieron emasculaciones el polen se pasó directamente de *P. lozarianum* a *P. argentatum*. Esto se realizó de la siguiente manera: de las plantas que se tomaron como machos, se cortaron inflorescencias con polen maduro, listo para fecundar; se llevaron y sacudieron directamente, encima de inflorescencias con flores maduras y listas para ser fecundadas en las plantas *P. argentatum* que se tomaron como hembras; posteriormente cada florecilla polinizada se colocó en una bolsa de celofán etiquetada.

El período de los cruzamientos duró el tiempo que permanecieron floreado las plantas, posteriormente, después de 20 a 30 días se recolectaron las inflorescencias con la semilla ya madura y se colocaron en bolsa de celofán, con su respectiva etiqueta.

La semilla proveniente de la cruce ya escarificada se sembró en vasos de nieve seca que contenían tierra, la cual se preparó con una parte de arena, otra de hojarasca y tierra de pino. En este proceso se obtuvo una germinación de un 90 %. Posteriormente, para evitar desarrollo de patógenos a las plántulas se les hicieron aplicaciones periódicas de Benlate al 0.7 gr en un litro de agua.

Al mismo tiempo que la semilla híbrida se sembró en diferentes macetas, semilla de los dos progenitores. Cuando las plántulas tuvieron una altura de 6 cm aproximadamente, se pasaron plantas individuales en bolsas de plástico negro de 10 cm de ancho por 15 cm de largo, con tierra preparada y fumigada; ahí permanecieron hasta que las plantas alcanzaron una altura aproximada de 15 a 20 cm; posteriormente se pasaron a bolsas más grandes, de 50 cm de largo x 30 cm de ancho. Tanto híbridos como progenitores permanecieron en el invernadero.

Cuando las plantas de híbridos y progenitores empezaron a florcer y soltar polen, se procedió a analizar la viabilidad estimada, a través de una prueba de tinción de polen para lo cual se utilizó la técnica descrita por Hashemi *et al.* (1987).

Cuando las plantas de híbridos y progenitores tuvieron alrededor de 18 meses de edad se tomaron las siguientes mediciones por planta individual: altura de planta, cobertura, largo y ancho de nueve hojas por planta, longitud de pedúnculo, e inflorescencia más alta.

Cuando las plantas de híbridos como de progenitores tuvieron 28 meses, se procedió a analizar su contenido de hule y resina por el método de Soxhlet, descrito por Angulo *et al.* (1981).

En este trabajo, además de conocer que porcentaje de hule presentaban tanto híbridos como progenitores, se realizó el análisis de calidad del hule, por medio del análisis de peso molecular por cromatografía de líquidos según Angulo et al. (1981).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedios de diferentes características agronómicas de *P. argentatum* x *P. lozanium* se muestran en el cuadro 1. Para el primer progenitor, que es el guayule, el porcentaje de hule varió entre 5.3 % a 7.54 %, con un promedio de 6.75 %, entre las plantas individuales evaluadas, lo que indica que existen diferencias de contenido de hule entre las plantas utilizadas. El porcentaje de hule registrado para el progenitor *P. lozanium* fue mínimo, ya que sus valores oscilaron entre 0.46 % a 0.65 %, con una media de 0.56 %; entre las plantas individuales estudiadas de esta especie, no se mostraron diferencias muy amplias en cuanto al contenido de hule.

El progenitor *P. argentatum* registró un 1105.35 % de contenido de hule superior al de *P. lozanium*. Esta cruce mostró una variación amplia de 3.43 a 5.95 %, en cuanto a su porcentaje de hule, con un promedio de 4.55 %. Aunque en el progenitor *P. lozanium* el porcentaje de hule fue mínimo, los híbridos heredaron un contenido relativamente alto.

En comparación con el progenitor *P. argentatum* los híbridos produjeron un promedio bajo de porcentaje de hule, mientras que respecto a su progenitor *P. lozanium*, el porcentaje fue mayor. Esto pudo deberse, también, a que los híbridos heredaron el 50 % de la constitución genética de *P. argentatum* y un 50 % de *P. lozanium*, por lo tanto, la acción génica que controla la producción de hule fue diluida, manifestando herencia intermedia, por lo cual, para aumentar el porcentaje de hule en estos híbridos, es necesario establecer un programa de mejoramiento por medio de retrocruzas hacia el progenitor guayule.

Naqvi y Youngner (1984) consideran que el peso molecular es un indicativo de la calidad del hule y que es aceptable cuando supera a un valor de un millón. En este sentido, los híbridos y progenitores se analizaron con este criterio y se encontró que el peso molecular para *P. argentatum* fue de 1.95×10^6 gr/mol mientras que para *P. lozanium* fue de 2.27×10^6 gr/mol; para los híbridos obtenidos de esta cruce, el peso molecular fue de 2.21×10^6 gr/mol. Esto demuestra que los dos progenitores tienen buena calidad de hule y que esta característica fue heredada a los híbridos.

Varios investigadores Estilaf (1985), Naqvi (1984), Hashemi (1986) sugieren realizar retrocruzamientos y selección hacia el progenitor guayule, para aumentar el porcentaje y calidad del hule en la progenie.

Cuadro 1. Promedio de diferentes características agronómicas de los progenitores *P. argentatum* y *P. lozanium* y sus híbridos F₁.

Progenitor	Hule (%)	Resina (%)	Altura de planta (cm)	Cobertura de planta (cm)	Hoja (cm)	Flor		Tinción de polen (%)	
						Long. pedúnculo	No. Flores/ pedúnculo		
<i>P. argentatum</i>									
1	7.52	10.34	50.0	46.0	6.32	1.97	14.0	2	90.90
2	6.42	7.56	46.0	38.0	5.03	1.15	11.7	4	92.85
3	5.33	7.22	43.0	40.2	6.48	2.05	12.0	3	91.92
4	7.54	9.34	43.1	38.4	7.53	1.90	14.3	6	89.93
5	5.70	8.30	50.0	46.2	4.88	1.38	14.3	4	98.03
6	7.28	10.10	43.0	40.0	5.86	1.70	15.5	3	89.71
7	7.52	8.78	50.0	45.0	5.68	1.78	10.5	3	96.42
8	--	--	50.0	44.0	6.13	1.46	10.3	2	89.47
X	6.75	8.80	46.88	42.22	5.98	1.67	12.82	3.37	92.40
DS	0.94	1.19	3.46	3.43	0.84	0.31	1.94	1.30	3.21
<i>P. lozanium</i>									
1	0.65	4.60	118	89.5	11.6	8.93	12.1	3	80.88
2	0.46	4.93	110	82.0	7.60	5.55	11.6	3	84.32
3	0.57	6.36	100	79.6	5.68	3.07	8.0	4	80.76
X	0.56	5.29	109.33	83.7	8.29	5.85	10.56	3	81.76
DS	0.09	0.93	7.36	5.16	3.02	2.94	2.23	0.57	2.0

Cuadro 1... Continuación

Híbridos P.a. x P. l.	Hule (%)	Resina (%)	Altura de planta (cm)	Cobertura de planta (cm)	Hoja (cm)		Flor (cm)		Tinción de polen (%)
					Long. ancho	No. flores/ pedúnculo	Long. pedúnculo	No.	
1	4.78	6.25	55.66	40.83	4.92	1.57	14.44	4	87.05
2	3.43	6.71	46.00	30.00	5.90	1.66	9.66	4	89.80
3	4.42	6.71	72.00	46.25	5.59	1.59	15.71	4	87.19
4	4.16	6.94	68.16	56.16	5.67	1.53	13.61	4	90.32
5	4.26	7.71	71.00	67.50	6.48	1.46	23.00	5	84.00
6	4.31	7.43	59.40	49.38	5.58	1.87	17.76	3	91.93
7	5.95	9.04	55.00	54.00	5.83	1.58	20.30	4	88.48
8	4.13	7.97	61.25	37.25	5.45	1.65	17.40	4	90.42
9	5.50	9.64	84.00	39.50	6.05	2.31	27.30	3	86.76
10	4.57	9.66	64.33	49.16	5.07	1.60	16.63	4	90.10
11	67.35	44.42	5.07	2.16	9.56	4	87.74
X	4.55	7.80	64.01	46.76	5.60	1.72	16.85	4	88.52
DS	0.71	1.25	9.74	9.76	0.44	0.26	5.06	0.51	2.25

Kuruvadi *et al.* (1987) menciona que el segundo producto de importancia económica en el guayule es la producción de resinas, que fue de 8.80 % para *P. argentatum*, mientras que para *P. lozanium* fue un valor medio de 5.29 %. Los híbridos tuvieron un promedio de resinas de 7.80 %.

Por lo que respecta a la altura de las plantas, las de *P. argentatum* manifestaron un promedio de 46.88 cm, mientras que las de *P. lozanium* presentaron una altura promedio de 109.33 cm, mientras que los híbridos tuvieron una media de 64.01 cm. En general, los híbridos fueron más altos y tuvieron mayor velocidad de crecimiento que el guayule, ya que todas las plantas se desarrollaron en las mismas condiciones ambientales, lo cual indica herencia simple con dominancia completa de *P. lozanium*.

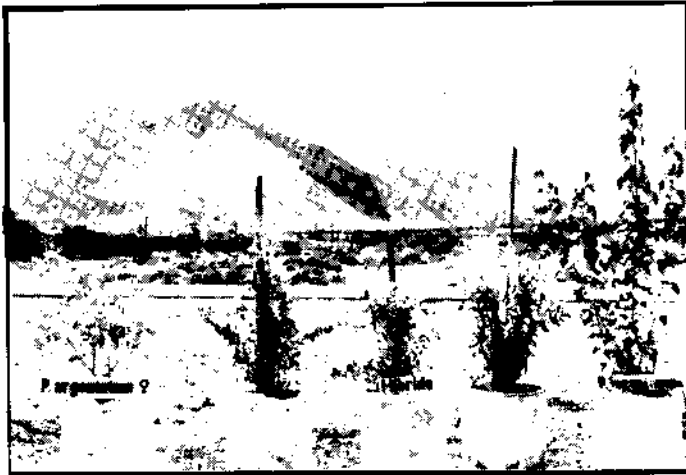
En este tipo de cruza interespecíficas en el género *Parthenium*, es muy importante aumentar la altura y la cobertura. En esta cruza se incrementó más la altura que la cobertura y, además, hubo una gran variación en los híbridos de estas dos características lo cual puede servir para una selección y retrocruzamiento de los mejores genotipos.

El tamaño de hojas por planta de *P. argentatum* fue de 5.98 cm de longitud, y 1.67 cm de ancho, mientras que *P. lozanium* tuvo un promedio de longitud de hoja y ancho de 8.29 cm y 5.85 cm, respectivamente; para los híbridos, las medias fueron de 5.60 cm de longitud, y 1.72 cm de ancho.

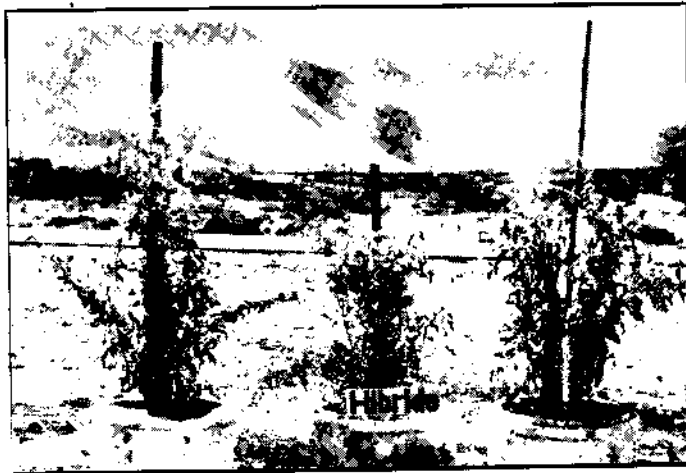
Respecto a la característica longitud de pedúnculo los híbridos presentaron un efecto positivo en el incremento, en comparación con sus dos progenitores. Esto, quizás, se deba a la gran variabilidad que se presentó en la progenie de esta cruza.

El análisis de viabilidad de polen, estimado mediante una prueba de tinción reveló que el progenitor *P. argentatum* tuvo un promedio alto de viabilidad de polen de 92.40 %, *P. lozanium* de 81.76 %, mientras que los híbridos manifestaron un promedio de tinción de polen de 88.52 %. De acuerdo al alto porcentaje éstos pueden ser muy útiles para obtener semilla viable y así, establecer un buen programa de mejoramiento por medio de retrocruza.

Los híbridos presentaron una variación en cuanto a su apariencia morfológica, ya que hubo algunos híbridos que tuvieron, más similitud con su progenitor *P. lozanium* (Figura 1), respecto a su hábito de crecimiento, color, forma y textura de la hoja, y forma de inflorescencia (Figura 2). También hubo híbrido que fueron más similares a *P. argentatum* en hábito de crecimiento, forma de la hoja, color y textura, incluyendo forma de inflorescencia, sin embargo, también los hubo con características muy peculiares; aunque éstas fueron pocas, sobresalen porque presentan hojas muy largas, con bordes lisos y, además, presentaron un pedúnculo de inflorescencia muy largo, diferente al de sus dos progenitores.



A



B

Figura 1. A) Progenitor *P. argentatum* izquierda, a la derecha *P. lozanianum*, y al centro sus tres híbridos F1.

B) Un acercamiento de los mismos tres híbridos.

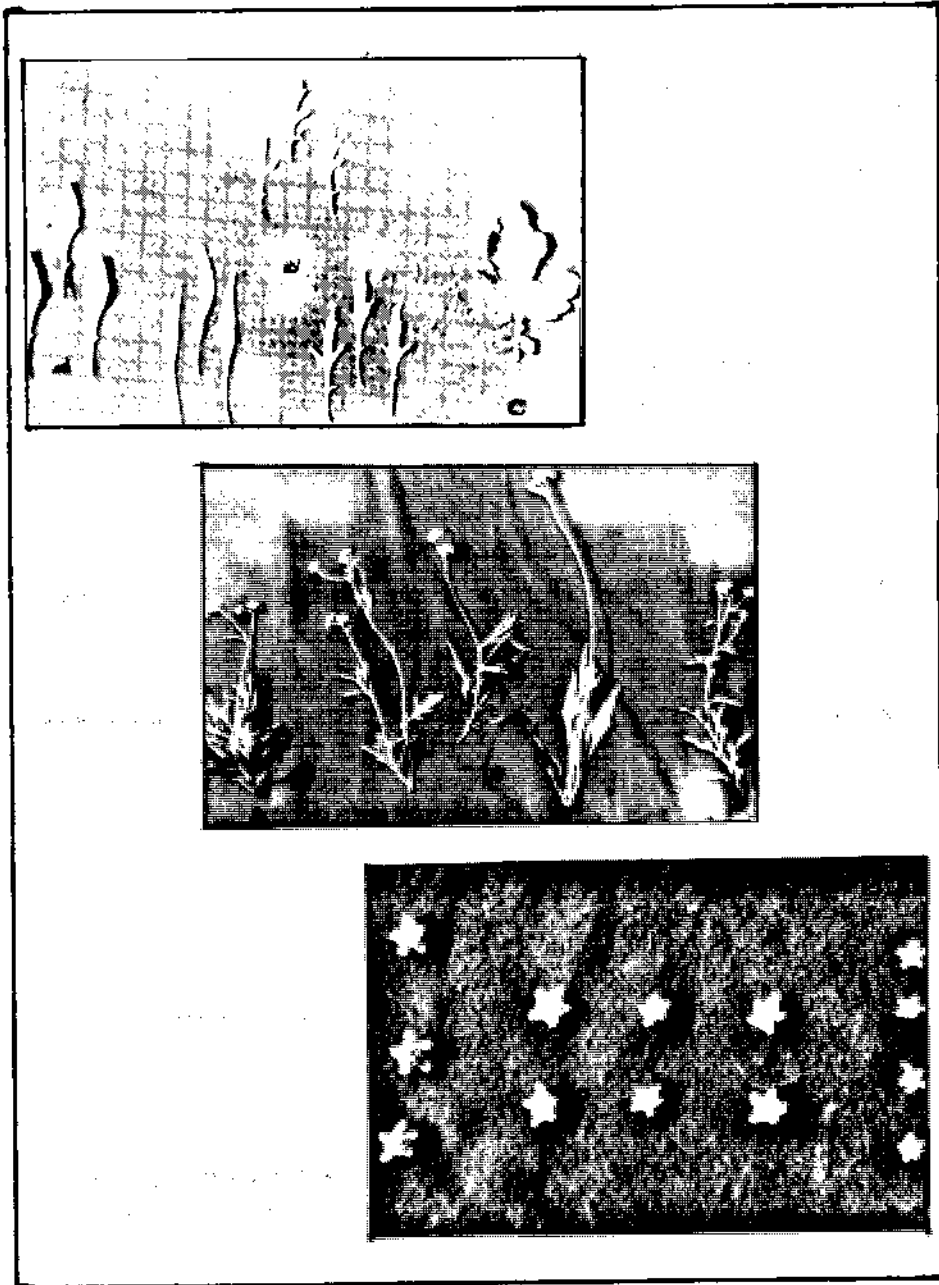


Figura 2. Características morfológicas de hojas, inflorescencias y flores de progenitores e híbridos. A) *P. argentatum*, izquierda; B) Tres híbridos diferentes centro; C) *P. lozanianum* derecha.

En general, la cruce interespecífica entre estas dos especies pueden traer buenos resultados, como se muestra en esta investigación, ya que se obtuvieron plantas híbridas vigorosas con hule y, además de buena calidad, por lo que se deduce que hay una gran afinidad entre *P. argentatum* y *P. lozanium*; por lo tanto es posible que los híbridos puedan ser utilizados en programas de mejoramiento por medio de retrocruzas, para desarrollar cultivares con mayor velocidad de crecimiento, que puedan producir más biomasa por hectárea y mayor porcentaje de hule por planta.

CONCLUSIONES

1. Existe una gran afinidad entre la especie *P. argentatum* y la especie *P. lozanium*, indicada por la facilidad con que fueron obtenidos los híbridos de la cruce interespecífica, realizada entre ambas especies.
2. La mayoría de los híbridos manifestaron características morfológicas intermedias respecto a sus progenitores.
3. El contenido de hule en los híbridos fue mayor en comparación, del progenitor *P. lozanium* y menor en comparación del progenitor *P. argentatum*.
4. Los híbridos obtenidos de las cruces pueden utilizarse en programas de mejoramiento por medio de retrocruzas, para desarrollar cultivares con mayor velocidad de crecimiento y, por lo tanto, mayor cantidad de biomasa por hectárea y mayor porcentaje de hule por planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Angulo S., J.L., L.L. Jiménez y E. Campos. 1981. Storage hardening and "abnormal" groups in guayule rubber. *J. Appl. Polym. Sci.* 26: 1511-1517.
- Brauer H., P. 1983. *Fitogenética Aplicada*. Editorial Limusa. México p. 283-312.
- CIQA. 1977. Reencuentro en el desierto CIQA Centro de Investigación en Química Aplicada, perteneciente al programa para la creación del Centro de Investigación. Saltillo, Coahuila, México. p. 27-70.
- Estilal, A., A. Hashemi y V.B. Youngner. 1985. Genomic relationship of guayule with *Parthenium schottii*. *Amer. J. Bot.* 72 (10): 1522-1529.
- Gerstel, D.W. 1950. Self-incompatibility studies in guayule. II Inheritance Genetics. 35: 482-506.

- Hashemi, A., A. Estilal, J.E. West y J.G. Waines. 1987. Relationship of woody *Parthenium argentatum* an Horccous *P. hispidum auriculatum* (Asteraceae). Amer. J. Bot. 74 (9): 1350- 1358.
- Hashemi, A., J.E. West y J.G. Waines. 1986. Chromosome pairing and pollen fertility in interspecific hybrids of species of *Parthenium* (Asteraceae). Amer. J. Bot. 73 (7):
- Kuruvadi, S., E.C. Cárdenas y A. López B. 1987. Comparative study of diploid and tetraploid guayule for rubber and other quantitative characters. El Guayulero.
- Miller, M.J. y R.A. Backhaus. 1985. Rubber content in diploid guayule *Parthenium argentatum* chromosomes, rubber variation and implications for economic use. Economic Botany 40 (3). 366-374.
- Naqvi, H.H. 1982. Interspecific hybridization between *P. argentatum* (guayule) and *P. schottii* and *P. integrifolium*. Guayulero 4 (1): 10-12.
- Naqvi, H.H. y V.B. Youngner. 1984. Inheritance of rubber content and morphological traits in F1 hybrids between *P. argentatum* (guayule) and *P. schottii*. Bulletin of the Torrey Botanical Clut. 111 (3): 377-382.
- Naqvi, H.H. 1985. Variability in rubber content among USDA guayule lines. Bulletin of the Torrey Botanical Clut. 112 (2): 196-198.
- Patoní, C. 1917. El guayulero *Parthenium argentatum* Gray. Secretaría de Fomento, Colonización e Industria. Dirección de Agricultura. México. pp. 10-12.
- Reyes C., P. 1985. Fitogenotecnia Básica y Aplicada. AGD. Editor, S.A. México. p. 189-196.
- Tipton, J.L. y E.C. Gregg. 1982. Variation in rubber concentration of native Texas guayule. Hort. Science. 17(5): 742- 743.
- Youngner, V.B., H.H. Naqvi, J. West y A. Hashemi. 1986. *Parthenium* species of potential use in the improvement of guayule, *Parthenium argentatum*. Journal of Arid Environments. 11: 97-102.

EVALUACIÓN DE DOSIS DE INÓCULO DE *Fusarium oxysporum* EN FRESA EN TRES DIFERENTES TAMAÑOS DE MACETA

Pedro A. Dávalos González¹
Alfonso López Benítez²
Jesús Castro Franco³
Gustavo Olivares Salazar⁴

RESUMEN

En condiciones de invernadero se evaluó la respuesta de los cultivares de fresa Chandler y Fresno (sembrados en tres tamaños de maceta), a la inoculación con *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*, con las siguientes concentraciones de suelo e inóculo del patógeno, respectivamente: 100:0, 92:8, 84:16 y 76:24.

Ambos cultivares fueron susceptibles a *F. oxysporum*. El índice de enfermedad promedio aumentó, pero no proporcionalmente, en la medida que se incrementó la concentración del hongo. A mayor concentración de éste, se tuvo mayor rapidez en la manifestación de la enfermedad.

Las plantas sembradas en diferentes tamaños de maceta, pero con igual concentración de inóculo, tuvieron índices de enfermedad similares. Ello sugiere, que en la expresión de la enfermedad es importante cierta concentración de inóculo, la que debe mantenerse constante, independientemente del tamaño de la maceta, para inducir el nivel de enfermedad deseado.

Palabras clave adicionales

Fusarium oxysporum f. sp. *fragariae*, Fresa, Inoculación, Resistencia.

1. Tesista Maestría

2 y 4. Ph. D. y M.C. Maestros-Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.

3. Investigador de Fitopatología en el CIFAP-Guanajuato.

INTRODUCCIÓN

La pudrición de la raíz y corona, causada por *Fusarium oxysporum*, es la principal enfermedad del cultivo de la fresa en México. Ocasiona bajas importantes del rendimiento, que pueden ser hasta del 50%; merma la calidad de la fresa y acorta el ciclo productivo de la huerta.

El control genético de *F. oxysporum*, mediante cultivares resistentes, sería la opción ideal; sin embargo, entre el germoplasma mundial hay poca probabilidad de encontrar algún cultivar de fresa resistente a ese patógeno y con posibilidades de adaptación a las áreas productoras de México.

Durante el proceso de mejoramiento para resistencia a determinada enfermedad, una técnica de inoculación artificial eficiente es fundamental.

Las técnicas de inoculación de *Fusarium sp* para inducir la enfermedad en diversos hospederos han consistido, básicamente, en cultivar las plantas en suelos infestados con el patógeno (inoculación natural), o provocar la enfermedad inoculando artificialmente. Esta última es la más empleada actualmente, porque permite tener una mejor uniformidad en la cantidad de inóculo aplicada y se reducen los riesgos de escape (Russell, 1978).

La inoculación con suspensión de esporas consiste en sumergir las raíces del hospedero en una solución de esporas y, después, sembrarlo en suelo estéril. Esta metodología ha sido empleada, con éxito, para inducir la enfermedad provocada por diversas formas especiales de *F. oxysporum* (Hida y Ashizawa, 1985 y Winks y Williams, 1985).

El método de inoculación al suelo ha sido el más efectivo para inducir la enfermedad por *Fusarium sp.*, en algunas especies de plantas (Awuah *et al.*, 1986 y Hart y Endo, 1978, 1981).

Cuando se usa el método anterior, una de las variantes usadas consiste en distribuir directamente al suelo una suspensión de macroconidios y microconidios de *Fusarium sp.*; inmediatamente después o luego de un período corto, se siembra el hospedero. Con esta metodología se han encontrado mayores grados de enfermedad en apio (Hart y Endo, 1981).

Otra variante cuando se inocula al suelo, es mezclarlo con un sustrato previamente utilizado para la multiplicación de *Fusarium sp.*; como sustratos, se han utilizado triturados de: maíz + harinolina, avena y mijo. (Awuah *et al.*, 1986; Scott y Futrell, 1970 y Stephens *et al.*, 1989).

Para el caso de *F. oxysporum* en fresa, existe información preliminar en México sobre el método de inoculación adecuado para inducir la enfermedad. En base a lo anterior, el presente trabajo tiene los objetivos siguientes:

1. Afinar el método de inoculación al suelo, así como la concentración de inóculo, que induzcan un índice de enfermedad alto.
2. Comparar la respuesta a la inoculación al usar tres tamaños de maceta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivares. Se seleccionaron los cultivares Chandler y Fresno, por haber mostrado diferente grado de susceptibilidad a *Fusarium*, en condiciones de campo.

Aislamiento y purificación de *Fusarium*. El patógeno se aisló de plantas de fresa con síntomas de la enfermedad, colectadas en Irapuato, Gto. El tejido infectado se sembró en medio de cultivo PDA, al que se le agregaron 100 ppm de estreptomycin. Después de cinco días de la siembra, se seleccionó una caja que presentó el crecimiento característico de *Fusarium* y para su purificación, se transfirió a PDA mediante la técnica del rallado superficial.

Producción de inóculo. El *Fusarium* ya purificado, se sometió a una primera incrementación masiva, en el medio de cultivo y con la técnica descrita anteriormente.

Después de la primera incrementación, el contenido de cada caja se licuó por 20 segundos en 200 cc de agua destilada estéril y se distribuyó en bolsas de polietileno que contenían 600 g de sustrato formado por 450 g de maíz molido + 150 g de harinolina. Después de que esas bolsas permanecieron por dos a cuatro meses, a temperatura ambiente de laboratorio (24 a 26°C), se utilizó el inóculo.

Inoculación. Antes de efectuar la inoculación, la cantidad total de inóculo se vació en una bolsa grande y se mezcló cuidadosamente para homogeneizar la concentración del hongo. Después, el inóculo se distribuyó alrededor de las raíces de las plantas y se mezcló con tierra de hojarasca esterilizada con bromuro de metilo.

Descripción de tratamientos y procedimiento experimental. En el ensayo se tuvo un arreglo factorial de tratamientos. El factor A fueron los cultivares Chandler y Fresno, el factor B se asignó al tamaño de la maceta: 900, 600 y 300 cc de capacidad, y el factor C fueron las dosis de inóculo de 0, 50, 100 y 150 g por maceta de 900 cc; 0, 33, 66 y 99 g por maceta de 600 cc; y 0, 17,34 y 51 g de inóculo por maceta de 300 cc; para los tres tamaños, la dosis en gramos fue equivalente al porcentaje por volumen de suelo a inóculo: 100 a 0, 92 a 8, 84 a 16, y 76 a 24, 25% respectivamente.

Se usó un diseño completamente al azar, con dos repeticiones y parcela experimental de cuatro plantas. La estimación del daño de *Fusarium* se hizo mediante el siguiente índice, el cual se adaptó de Bringham et al. (1966) y Kim et al., (1982):

Valor	Descripción
0	Planta aparentemente sana
1	Ligera reducción del crecimiento
2	Plantas con notorio achaparramiento
3	Planta marchita con probabilidad de sobrevivencia.
4	Planta marchita con probabilidad de muerte.
5	Planta muerta

Con el índice descrito se calificaron tres veces las plantas durante los 75 días que duró el ensayo. La suma de las tres lecturas fue el índice de enfermedad. El rango de enfermedad varió de $0 + 0 + 0 = 0$, es decir, ausencia de enfermedad en las tres lecturas, a $5 + 5 + 5 = 15$ que representaría la muerte de la planta desde la primera lectura.

Análisis Estadístico. El índice de enfermedad se sometió al análisis de varianza. Como sólo resultó significativo la concentración de inóculo, se hizo un análisis de tendencia a través de polinomios ortogonales. De acuerdo con esta metodología presentada por Snedecor y Cochran (1984) y Steel y Torrie (1986), se determinó el grado de polinomio y con ello se obtuvo la ecuación de predicción.

RESULTADOS

El análisis de varianza para el índice de enfermedad presentó diferencias estadísticas altamente significativas, debidas a la concentración de *F. oxysporum*. No hubo efecto de ningún otro factor solo o interacción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadrados medios para el índice de enfermedad del experimento dos.

F.V.	G.L.	C.M.
Tratamientos	23	67.75883**
Cultivares	1	0.2551833ns
Tamaño de maceta	2	2.3945188ns
Concentración	3	510.2795**
Cult. x tamaño maceta	2	1.3939ns
Cult. x Conc.	3	1.9114722ns
CxTxC	6	1.7669202 ns
E. Exp.	24	1.4479167
		C.V. = 12.46%

*, **: Significativo al .05 y 0.1 de probabilidad, respectivamente.

En lo referente a las concentraciones de inóculo, se observó que, en los tres tamaños de maceta, el índice de enfermedad aumentó progresivamente, aunque no de manera proporcional, conforme se incrementó la concentración de *Fusarium* utilizada.

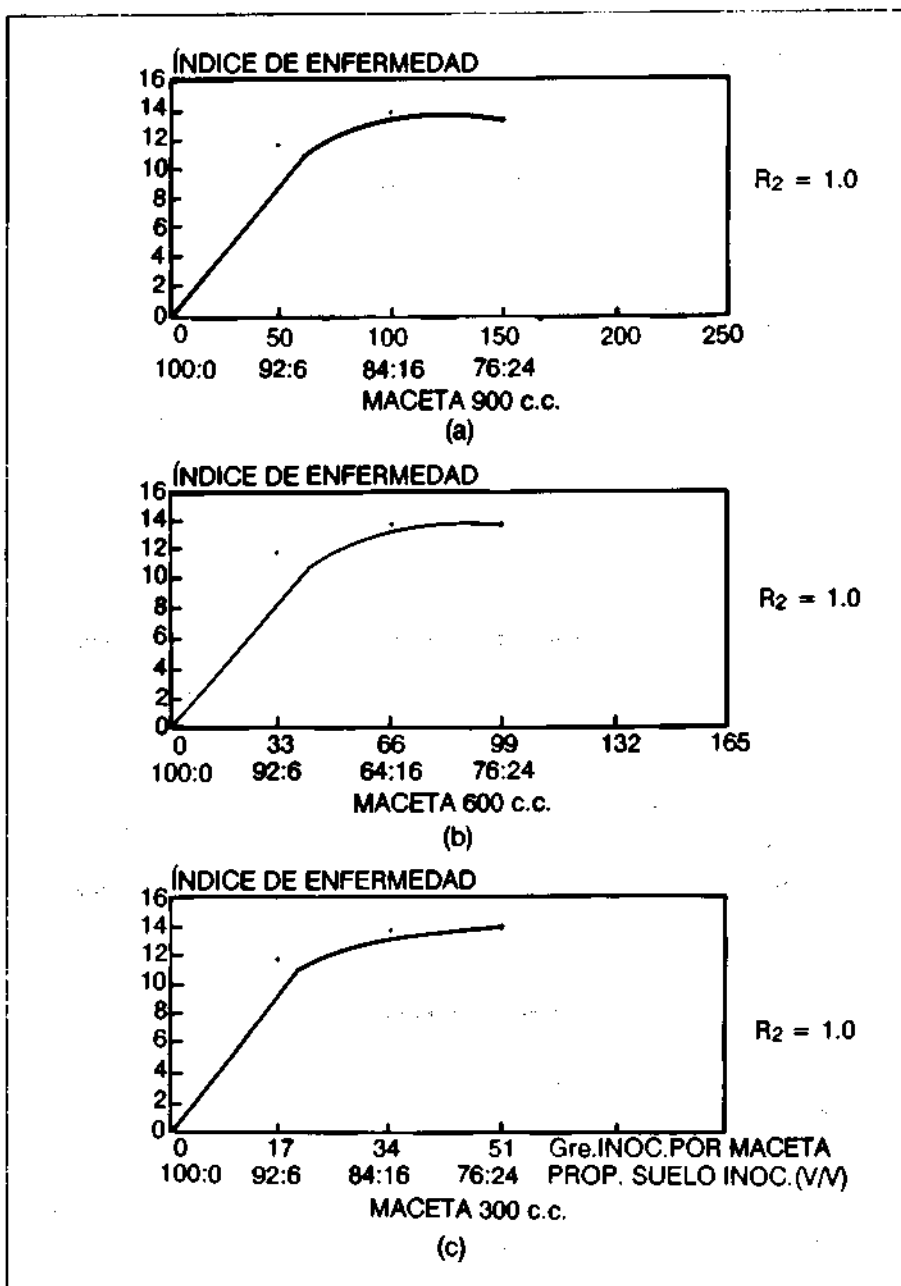
Lo importante de este caso fue que, independientemente del tamaño de la maceta, se tuvo un índice de enfermedad similar con un mismo porcentaje de inóculo. Así tenemos, por ejemplo, que las dosis de 50, 33 y 17 g por maceta, correspondió al porcentaje por volumen de suelo a inóculo 92:8, y el índice de enfermedad observada fue 12.3, 11.0 y 10.9 para esos tamaños, respectivamente. La misma tendencia en la respuesta fue observada para las otras dosis y porcentajes (Figuras a, b y c).

Con los tres tamaños de macetas utilizados se obtuvieron, desde el punto de vista matemático, respuestas cúbicas a las concentraciones de inóculo aplicado. Las curvas se ajustaron con las ecuaciones de predicción para cada tamaño de maceta, mismas que aparecen en el Cuadro 2.

DISCUSIÓN

En todas las concentraciones de *Fusarium* se tuvieron altos índices de enfermedad, aun con la menor concentración. Esto difiere de lo observado en 1987 (Castro y Dávalos, 1987), cuando dicha concentración no secó a la planta. No obstante que fueron cultivares diferentes en ambos ensayos, en 1987 se usó Tioga, considerada más susceptible que Chandler y Fresno. Pero la diferencia fundamental entre ambos ensayos fue que las plantas usadas en 1987 tuvieron mayor contenido de carbohidratos que las inoculadas en 1989. Al respecto, Kodama (1974) observó una mayor infección con *F. oxysporum* en las plantas de fresa con poca madurez. Dodd (1980) mencionó que el bajo contenido de carbohidratos en el tallo del maíz favoreció la invasión por *Fusarium moniliforme*.

En las macetas de distinto tamaño, pero con una misma proporción de suelo a inóculo, el índice de enfermedad fue semejante. Esto sugiere que lo importante es mantener esa relación crítica para inducir la enfermedad. Por consiguiente, desde el punto de vista de trabajo, es más conveniente utilizar macetas de 600 cc. Con ese tamaño se hace un uso más eficiente del inóculo y es posible trabajar con una cantidad grande de genotipos. Con la maceta de 300 cc se incrementa la eficiencia en el uso del inóculo, sin embargo, es un tanto riesgoso ese tamaño ya que, por su poca capacidad para almacenar humedad, las plantas están expuestas a mayor estrés de agua.



Figuras (a), (b) y (c). Índice de enfermedad con diferentes concentraciones de *F. oxysporum* f.sp. *fragariae* en tres tamaños de maceta (promedio de dos cultivares).

Cuadro 2. Cuadrados medios obtenidos a través de polinomios ortogonales para el índice de enfermedad con tres tamaños de maceta.

Capacidad de la maceta cc	Suma de Cuadrados			Ecuación de predicción para $0 < X_1 < 200$
	Lineal	de Cuadrático	Cuadrados Cúbico	
900	381**	156**	15**	$-0.4375 + 0.407916666 X_1 - 0.0038 X_2 + 0.000011333333 X_3$
600	380**	112**	9**	$0.140625 + 0.5337748 X_1 - 0.0071166067 X_2 + 0.000031594549 X_3$
300	367**	104**	12**	$0.296875 + 1.061272 X_1 - 0.290873078 X_2 + 0.00026502775 X_3$

** Significativo al .01 de probabilidad

CONCLUSIONES

El daño causado por *Fusarium* fue mayor con las concentraciones más altas, no obstante la curva de daño de la enfermedad mostró mayores incrementos proporcionales con las menores concentraciones y una tendencia a menores aumentos con las concentraciones más altas.

- Con los tres diferentes tamaños de maceta, se obtuvieron índices similares de enfermedad, con la condición de que se mantuviera el mismo porcentaje de inóculo por volumen de suelo.
- Los cultivares Chandler y Fresno fueron igualmente susceptibles a *F. oxysporum*.

BIBLIOGRAFÍA

- Awuah, R.T., J.W. Lorbeer y L.A. Ellerbrock. 1986. Occurrence of *Fusarium* yellows of celery caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* race 2 in New York and its control. *Plant Disease* 70 (12): 1154-1158. USA.
- Bringham, R.S., S. Wilhelm y V. Voth. 1986. *Verticillium* wilt resistance in natural populations of *Fragariae chiloensis* in California. *Phytopathology*. 56:219-222. USA.
- Castro, F.J. y P.A. Dávalos G. 1987. Etiología de la secadera o pudrición de la raíz y corona de la fresa en Irapuato, Gto. XV Congreso Soc. Mexicana de Fitopatología, Morelia, Mich., México (En prensa).

- Hart, L.P. and R.M. Endo. 1978. The reappearance of *Fusarium* yellows of celery in California. *Plant Disease Reporter*. 62 (2): 138-142. USA.
- Hart, L.P. and R.M. Endo. 1981. The effect of time of exposure to inoculum, plant age, root development, and root wounding on *Fusarium* yellows of celery. *Phytopathology*. 71 (1): 77 - 79. USA.
- Hida, K. y M. Ashizawa. 1985. Breeding of radishes for *Fusarium* resistance. *Jarq*. 19(3): 190-195. Japan.
- Kim, C.H., H.D. Seo, W.D. Cho y S.B. Kim. 1982. Studies on varietal resistance and chemical control to the wilt of strawberry caused by *Fusarium oxysporum*. *Korean J. Plant Prot.* 21 (2): 61-67. Korea.
- Russell. 1978. *Plant breeding for pest and disease resistance*. Butterworths. England. 485 p.
- Scott, G.E. y M.C. Futrell. 1970. Response of maize seedlings to *Fusarium moniliforme* and a toxic material extractor from this fungus. *Plant Disease Reporter*. 54 (6): 483-486. USA.
- Snedecor G.W. y W.G. Cochran. 1984. *Statistical methods*. The Iowa, University Press. Ames, Iowa, USA.
- Steel R., G.D. y J.H. Torrie. 1986. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2 Ed. McGraw Hill. México. 622 p.
- Stephens, C.T., R.M. de Uries y K.C. Sink. 1989. Evaluation of asparagus species for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* and *F. moniliforme*. *Hort Science*. 24 (2): 365-368. USA.
- Winks, B.L. y Y.N. Williams. 1965. A wilt of strawberry caused by a new form of *Fusarium oxysporum*. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Science*. 22:475-479. Australia.

GENÉTICA DE LA REACCIÓN A LA ROYA DE LA HOJA *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* EN DOS INTRODUCCIONES DE TRIGO

Alfonso López B.¹

Ismael Ibarra²

Sathyanarayanaiah Kuruvadi³

RESUMEN

La roya de la hoja de trigo causada por el hongo *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, es una de las enfermedades más destructivas de este cultivo.

Los cultivares resistentes a la roya de la hoja de trigo, el RL-6010 y el Agatha, se cruzaron con el susceptible, Inia-66, para estudiar la herencia de la resistencia de éstos al cultivo TBD-TM de roya. Las plántulas de las generaciones F1, F2 y F3 de cada cruzamiento, así como de las retrocruzas de las generaciones F1 por el progenitor susceptible, se inocularon con el cultivo de roya, previamente purificado. Los análisis genéticos indicaron que la resistencia de esos cultivares al cultivo TBD-TM de roya de la hoja está determinada por un gene que actúa en condición dominante.

Palabras clave adicionales

Puccinia recondita f. sp. *tritici*, Resistencia, herencia.

INTRODUCCIÓN

La producción de trigo en México, frecuentemente se ve afectada por la incidencia de varias enfermedades. Destacan por su importancia las royas y, en particular, la roya de la hoja causada por el hongo *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Los efectos de esta enfermedad pueden causar una disminución considerable del número de granos por espiga, del peso hectolítrico y calidad del gra-

1 y 3. Ing. M.C. y Ph.D. Maestros-Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento Div. de Agronomía, UAAAN.

2. Tesista.

INTRODUCCIÓN

El Estado de Coahuila, ubicado casi en su totalidad dentro de la región natural conocida como Desierto Chihuahuense, presenta varias especies de nopales del género *Opuntia*, localizadas por regiones geográficas y ecológicas. Una de estas especies es *Opuntia lindheimeri*, la cual tiene una amplia distribución desde la planicie costera de Tamaulipas, pasando por Nuevo León y hasta llegar a Coahuila, territorio que cubre en su mayor parte, principalmente en la porción oriental, en los límites con Nuevo León. Esta especie presenta una alta distribución, determinada por los factores ambientales como la altitud, temperatura, suelo, salinidad y humedad. Asimismo, presenta una alta variación morfológica, determinada por estos factores. Dentro de la variación están algunos caracteres como el tamaño y forma de los artículos o cladodios, la forma y número de areolas, número y longitud de las espinas, y color de espinas y gloquidas.

Considerando que los nopales tienen varias ventajas para las áreas en las cuales se desarrollan, se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri*, en el Estado de Coahuila.
- Conocer la densidad de las poblaciones de esta especie.
- Obtener una descripción detallada de la variación morfológica de la especie, para determinar su taxonomía.
- Determinar los tipos de vegetación donde se presenta *Opuntia lindheimeri* y las especies vegetales asociadas.

REVISIÓN DE LITERATURA

Características generales del género *Opuntia*

Dentro de las características generales del género *Opuntia*, Britton y Rose (1937), Bravo (1978) y Weniger (1984), señalan como características distintivas de *Opuntia* los tallos articulados, presencia de gloquidas y espinas, tallos con areolas que producen gloquidas y espinas, hojas cilíndricas o cónicas en los tallos jóvenes, ovario con gloquidas, y espinas y flores alternas.

Importancia del género *Opuntia*

Benavides (1985) y De Loach *et al.* (1985), mencionan que el ganado desde el Sur de Texas, México, Centro y Sudamérica tienen una "alfalfa mexicana", a partir del nopal *Opuntia* spp., que sirve como alimento de sostenimiento o de emergencia. En el aspecto ecológico, Lehmann (1984) señala que los nopales son importantes como alimento, protección y hábitat para una gran cantidad de especies de fauna silvestre, y que sirven de protección a plantas herbáceas y gramíneas.

Características de *Opuntia lindheimeri* Engelm.

A esta especie, Bravo (1978) la describe como una planta arbustiva, suberecta o postrada, de 1 a 3 m de altura, artículos obovados a orbiculares, normalmente de 15 a 25 cm de longitud y de 12 a 20 cm de ancho, de color verde, que tiende a verde azulado más intenso conforme aumenta la longitud hacia el oeste. Las hojas son angostamente cónica, de 3 a 9 cm de largo; espinas presentes en la mayoría de las areolas; artículo de color amarillo o, a veces, blanco amarillento, de 1 a 6 por areola.

Distribución de *Opuntia lindheimeri*

Bravo (1978) señala que es una especie que presenta diversas variedades con una amplia distribución desde el Sureste de Nuevo México hasta Texas; por la costa del Golfo hasta el Sureste de Luisiana; en México, en los estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Importancia de *Opuntia lindheimeri*

Entre las cactáceas importantes de la zona árida del Norte de México, Marroquín *et al.* (1964), mencionan a *Opuntia lindheimeri* como un nopal forrajero de primer orden, que abunda en la planicie costera tamaulipeca-neolonesa. Russell y Felker (1987) señalan que en Texas, durante la sequía, *Opuntia lindheimeri* es útil para forraje de emergencia.

Amplitud ecológica

Brewer (1979) describe como amplitud ecológica de una especie al rango de tolerancia para múltiples condiciones ambientales. Entre mayores rangos tengan las especies, mayor será su distribución. Janzen (1986) y Kipple y Costello (1960), señalan que la densidad y la amplitud de las nopaleras están reguladas por los factores ambientales.

Variación morfológica

Elizondo y Wehbe (1987), mencionan que *Opuntia lindheimeri*, presenta una amplia gama de variación como respuesta a las diversas condiciones ecológicas en que se desarrolla, lo que ha permitido que en Coahuila se presenten cuatro variedades de esta especie, siendo las características más significativas la forma del cladodio, la distancia entre las areolas, disposición de las gloquidas y forma y color del fruto.

Taxonomía del complejo *Opuntia lindheimeri*

De acuerdo con Bravo (1978) la taxonomía de *Opuntia lindheimeri* es la siguiente:

Género	<i>Opuntia</i>
Subgénero	<i>Opuntia (platyopuntia)</i>
Serie	Dillenianae
Especie	<i>lindheimeri</i>

y presenta 3 variedades para Coahuila:

<i>Opuntia</i>	<i>lindheimeri</i> var. <i>aciculata</i>
<i>Opuntia</i>	<i>lindheimeri</i> var. <i>lindheimeri</i>
<i>Opuntia</i>	<i>lindheimeri</i> var. <i>tricolor</i>

Elizondo y Wehbe (1987), reportan otra variedad como:

<i>Opuntia</i>	<i>lindheimeri</i> var. <i>subarmata</i>
----------------	--

MATERIALES Y MÉTODOS

El Estado de Coahuila se localiza entre los 24°32'13" y los 29°52'47" de latitud norte y entre los 99°50'30" y los 103°57'03" de longitud oeste. (SAHOP, 1982).

Las condiciones ambientales que se presentan en Coahuila son variadas. Los suelos más comunes son: los Litosoles, Xerosoles, Fluvisoles, Castañozem y Feozem. El clima corresponde a los tipos BS y BW, de acuerdo con García (1973), que son secos y desérticos. La precipitación, en general, es escasa durante casi todo el año con isoyetas de 200 y 300 mm y la temperatura es variable con isotermas de 20°C y 22°C. La insolación suele ser muy intensa, la humedad atmosférica baja y la evaporación elevada. (SPP, 1983).

La vegetación, por lo general, es de tipo Xerofila con dominancia de arbustivas y suculentas (cactáceas), con algunos manchones de bosque en las partes altas de las sierras.

Metodología de muestreo

Se muestrearon un total de 120 sitios en los cuales se utilizaron parcelas de 20 x 20 m (400m²), siguiendo las pautas marcadas por Oosting (1956), Chap-

man (1976), Cox (1977) y Muller-Dombois y Ellenberg (1974), dentro de cada parcela se contó el número de individuos presentes de *Opuntia lindheimeri*, posteriormente, se calculó la densidad, utilizando la siguiente fórmula matemática:

D	=	$N (sp) / A$
Donde		
D	=	Densidad
N (sp)	=	Número de individuos de la especie, presente en la parcela.
A	=	Tamaño del área muestreada (parcela)

Para la descripción de los sitios de muestreo se utilizaron formas de invernadero siguiendo los criterios de Cotecoca (1967), con algunas modificaciones.

Además, en cada sitio de muestreo se colectó material botánico para su descripción detallada. Para determinar los tipos de vegetación se siguieron los criterios de Cotecoca (1967) y (1979), y de Miranda y Hernández (1963), tomando como base la fisonomía y las especies dominantes. Las especies asociadas se colectaron, se herborizaron en el Herbario de la UAAAN, donde se hizo la determinación correcta, utilizando claves artificiales basadas en Correll y Johnston (1970).

Descripción de la variación morfológica de *Opuntia lindheimeri*

Para determinar la variación morfológica de la especie se describieron 130 muestras herborizadas y frescas, pertenecientes a las cuatro variedades encontradas en el Estado de Coahuila. Los caracteres vegetativos sobre los que se hizo la descripción fueron los propuestos por Van de Venter *et al.* (1984), y Elizondo y Wehbe (1987).

Metodología de análisis

Intervalos de confianza simultáneos

Para analizar las posibles diferencias entre los caracteres morfológicos de las cuatro variedades de *Opuntia lindheimeri*, se utilizó el método estadístico de intervalos de confianza simultáneos, al nivel de 95% de confianza. (Pelser, 1943).

Además, se diseñaron varios cuadros que contienen información referente a los caracteres morfológicos, así como de otras variables de interés para detectar posibles diferencias entre las variedades. Finalmente, se elaboraron cuadros de concentración de datos para estadísticas elementales.

RESULTADOS

Amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri*

La realización de 120 sitios de muestreo en áreas donde se localizan poblaciones naturales de *Opuntia lindheimeri* nos permitió determinar que la amplitud ecológica de la especie es grande, ya que se encontraron plantas en diversas condiciones ambientales, como se aprecia en el Cuadro 1. La distribución en el Estado de Coahuila comprende la porción oriental, que abarca municipios del Sureste, Centro-Este y Noreste, como se muestra en las Figuras 1 y 2.

Densidad de *Opuntia lindheimeri*

La densidad de las poblaciones de *Opuntia lindheimeri* es muy variada, pues se encontraron sitios con 175 plantas por hectárea, hasta 5500 p/ha., es decir, con una densidad de 0.55 p/m². Las mayores densidades correspondieron a los sitios localizados en los municipios de Sabinas, Progreso y Juárez, que confirma lo señalado por COTECOCA (1979), que menciona a la especie como característica de los matorrales crásicaules y espinosos de los valles de dichas regiones (Cuadro 1).

Tipos de vegetación donde está presente *Opuntia lindheimeri*

Esta especie se encontró presente en varios tipos de vegetación, desde los matorrales xerófilos hasta el bosque de pino-encino. el matorral mediano espinoso, mezclado con el matorral crásicaule (*Crasirosulifolio* espinoso) está presente en la mayoría de los sitios muestreados y coincide con las mayores poblaciones y densidades de la especie, lo que apoya a COTECOCA (1979), según se puede apreciar en el Cuadro 1.

Especies asociadas a *Opuntia lindheimeri*

Entre las especies mayormente asociadas a *Opuntia lindheimeri* se encuentran *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Portleria angustifolia* (guayacán), *Acacia rigidula* (chaparro prieto), y *Leucophyllum frutescens* (cenizo), otras especies se encontraron en menor proporción, lo cual se muestra en el Cuadro 1.

Variación Morfológica de *Opuntia lindheimeri*

El análisis de 130 muestras de *Opuntia lindheimeri*, correspondientes a las cuatro variedades nos permitió determinar que es una especie con una alta variación morfológica, desde la forma y tamaño del cladodio, hasta la presencia y/o ausencia de espinas.

Cuadro 1. Características generales de algunos sitios muestreados.

Sitio	Mpio.	Clima ^{1/}	Suelo ^{2/}	Alt. msnm	Exp. ^{3/}	Lat.	Long.	Tipo de Veg. ^{4/}	Spp ^{5/} / asoc.	Densidad de <i>O. lindheimeri</i> p/h
1-2-6-	28	BSoh	CH-CA	1400	0	25°35'	101°35'	M-CRE	Ag.le He.gl. Le.Fr. La.Te. Fi.ce. Mi.bi. Pi.ce Ju.mo. Li.me Pi.ar Ju.Fi. Qu.gl. Ag.le Ac.co Eu.an La.tr Fi.ce. Pa.in. Ag.le Da.ce. Mi.bi. La.tr. Se.gr. Ac.co.	1500
3-4-5	25	BWh	Si-Gr	1400	0	25°25'	102°02'	M-I-P		200
7-8-9-10	11	BS1K	CH-GR	2200	E	25°17'	101°39'	B-Ac		1050
11-12-13	28	BSok	CH-GR	1959	N	26°05'	101°25'	B-Ac		750
14-15-16-17	6	BSok	CH-CA	1500	E	26°18'	100°20'	M-CRE		738
18-19-20	31	BWh	Si-GR	1500	0	25°04'	101°21'	M-I-P		300
21-22	4	BSoh	CH-CA	1450	E	25°30'	100°40'	M-Cre		190
23-24-25	7	BWh	XE-HA	1200	S	27°05'	102°08'	M-I-P		175

Continuación del Cuadro 1.

8	26-27-28 29-30	10	BSok	CH-CA-	750	0	26°55'	101°30'	M-I-P.	La.tr. Ac.co. Pr.gl.	180
	31-32-33	18	BSoh	CH-GR	420	0	26°51'	101°05'	M.M.E.	Pr.gl. Ac.co. Ac.rl. Pr.gl. Ac.rl.	280
	34-35-36 37-38	5	BSoh	CH-GR	450	N	26°42'	101°41'	M.M.E.	Po.an. Pr.gl. Ac.rl.	490
	39-40-41 42-43-44	27	BSoh	CH-GR	350	0	27°20'	101°21'	M.A.E.	Po.an. Pr.gl. Ac.rl. Po.an. Ce.te. Pr.gl. Ac.rl.	5450
	45-46-47 48-49	15	BSoh	CH-GR	330	0	27°39'	101°35'	M.A.E.	Po.an. Ce.te. Pr.gl. Ac.rl.	4850
	50-51-52 53-54-55 56-57-58	29	BSoh	IG-Ch	410	0	27°45'	101°02'	M.A.E.	Po.an. Pr.gl. Ac.rl. Le.fr.	5350
	59-60-61	12	BSoh	CH-GR	350	0	28°36'	101°36'	B.L.A.Es. Ca	Po.an. Qu.spp. Ac.rl. Pr.gl. Ar.ar.	1150
	116-117 118-119 120	16	BSok	CH-CA	830	S	27°02'	101°47'	M.M.E.	Ac.rl. Po.an. Pr.gl.	238

Continuación del Cuadro 1.

- 1) Ba = Climas secos o áridos
 Bw = Climas muy áridos o muy secos
 o = Cociente de precipitación/temperatura debajo de 22.9
 1 = Cociente de precipitación/temperatura mayor de 22.9
 h = Temperatura media anual sobre 18°C
 k = Temperatura media anual del mes más caliente sobre 18°C.

2) CH.CA. = Chesnut-calcareo

- 4) M.CRE = Matorral crasiroscifolito espinoso
 MIP = Matorral inerme parvifolio
 B. Ac. = Bosque aciculescumifolio
 MME = Matorral mediano espinoso
 B. La. Es. Ca = Bosque latifoliado esclerofilo caducifolio

- Municipios:
 4 Arteaga
 5 Candela
 6 Castaños
 7 Cuatrociénegas
 10 Frontera
 11 General Cepeda
 12 Guerrero
 15 Juárez
 16 La Madrid
 18 Monclova
 25 Parras
 27 Progreso
 28 Ramos Arizpe
 29 Sabinas
 31 Saltillo

- SI.GR. = Sierozem-gris
 CH.GR. = Chesnut-gris
 XE.HA. = Xerosol-háplico
 IG.CH. = Igneo-Chesnut
 LI.CA. = Litosol-calcareo
 SI = Sierozem

- 5) Ag.le. = Agave lechuguilla
 Fl.ce. = *Flourensia cernua*
 La.tr. = *Larrea tridentata*
 Pi.ce. = *Pinus cembroides*
 Pi.ar. = *Pinus arizonica*
 Ac.co. = *Acacia constricta*
 Da.ce. = *Dasyliston cedrosanum*
 Ac.ti. = *Acacia rigidula*
 Ce.te. = *Cercidium texanum*
 Ac.be. = *Acacia berlandieri*
 Mi.bi. = *Mimosa biuncifera*
 Li.me. = *Lindleyella mespiloides*

- 3) O = Indefinida
 E = Este
 N = Norte
 O = Oeste
 S = Sur

- Pa.in. = *Parthenium incanum*
 Ar.ar. = *Arbustus arizonica*
 He.gi. = *Hecthia glomerata*
 Ju.mo. = *Juniperus monosperma*
 Ju.fi. = *Juniperus flaccida*
 Se.gr. = *Sarcodes greggii*
 Eu.an. = *Euphorbia antisiphylitica*
 Po.an. = *Porfilaria angustifolia*
 Le.fr. = *Leucophyllum frutescens*
 Qu.gi. = *Quercus glaucoidea*
 Pr.gi. = *Prosopis glandulosa*

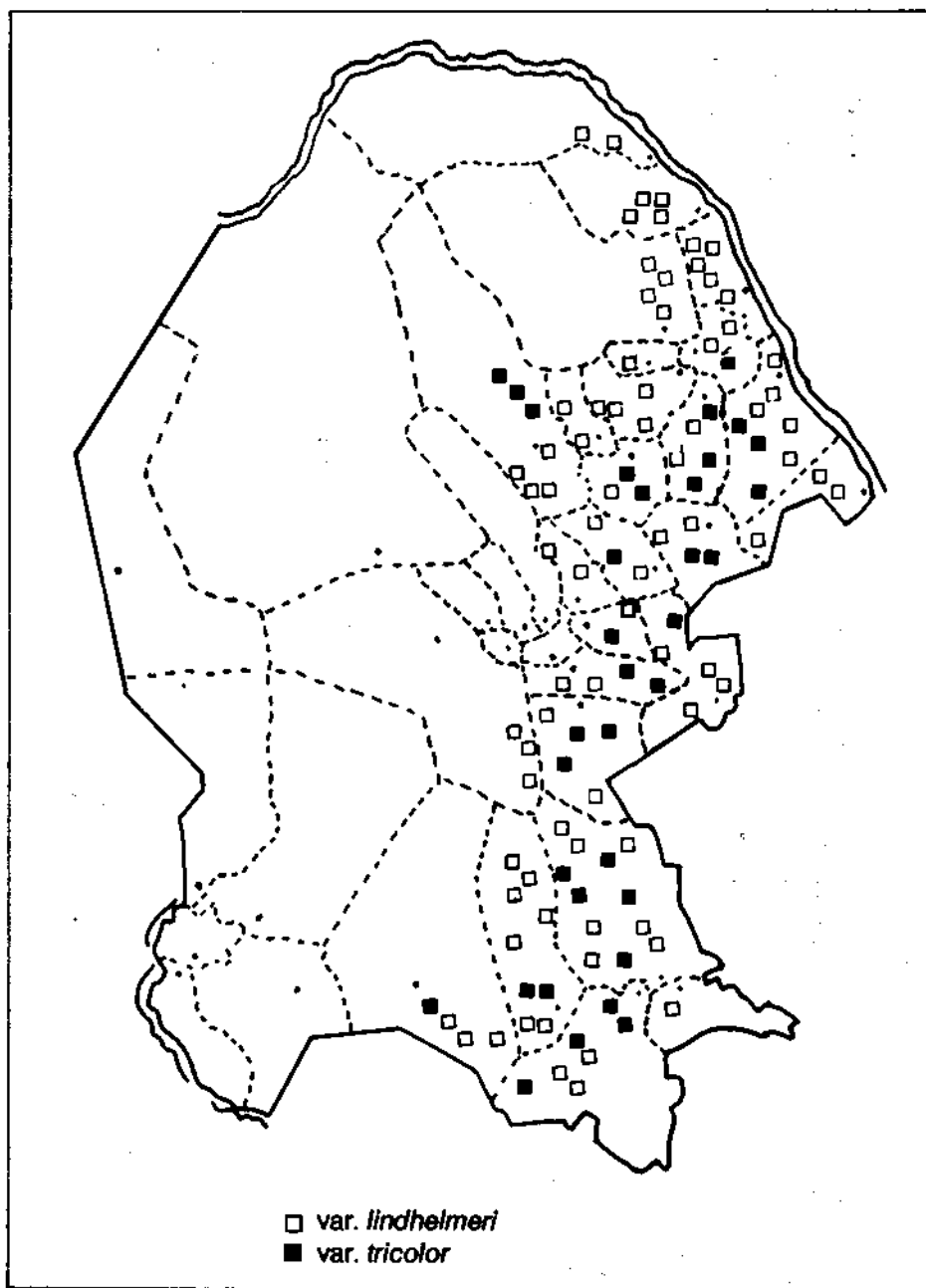


Figura 1. Distribución de *Opuntia lindheimeri* var. *lindheimeri* y *O. lindheimeri* var. *tricolor*, en el Estado de Coahuila.

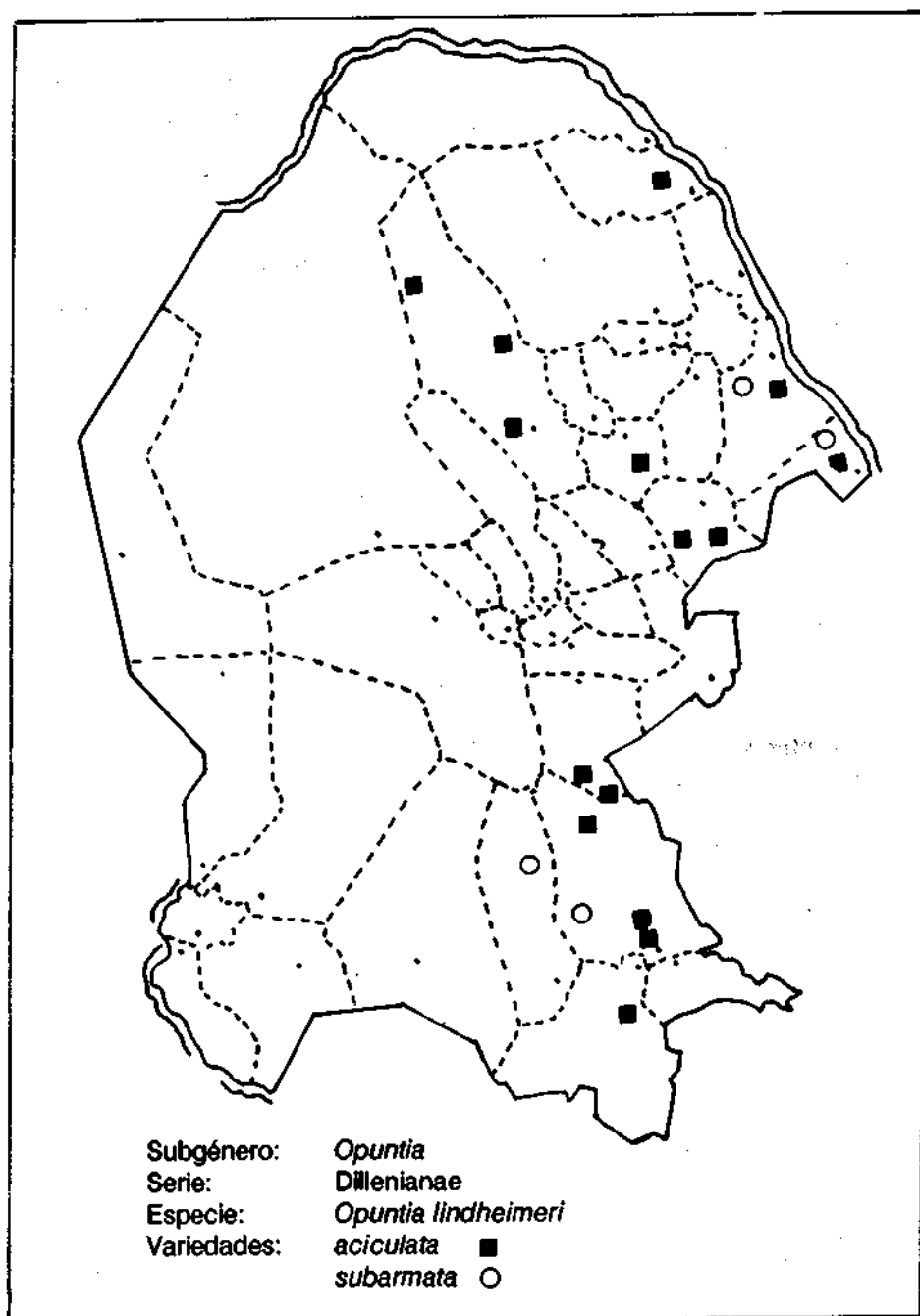


Figura 2. Distribución de *Opuntia lindheimeri* con 2 de sus variedades presentes en Coahuila.

Taxonomía del complejo *Opuntia lindheimeri*

La alta variación morfológica presentada por *Opuntia lindheimeri*, apoya su taxonomía y permite sostener su separación en cuatro variedades, apoyando a Elizondo y Wehbe (1987). En base a las 130 muestras analizadas y a la descripción del complejo hecha por Bravo (1978), Elizondo y Wehbe (1987), la taxonomía del complejo *Opuntia lindheimeri*, se muestra en el Cuadro 2.

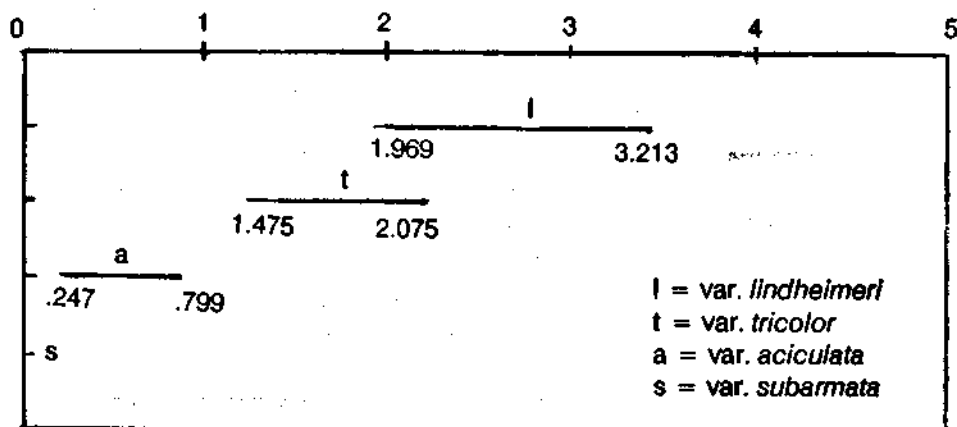
Cuadro 2. Taxonomía del complejo *Opuntia lindheimeri* Eng.

Familia	Cactaceae
Género	<i>Opuntia</i>
Subgénero	<i>Opuntia</i>
Serie	Dillenianae
Especie	<i>lindheimeri</i>
Variedades	<i>lindheimeri</i> <i>aciculata</i> <i>tricolor</i> <i>subarmata</i>

Intervalos de confianza simultáneos

Los intervalos de confianza simultáneos construidos para las variables morfológicas de interés, muestran que hubo diferencias estadísticamente significativas para algunas características como: espinas/ areola, areolas/ cladodio y longitud total de espinas, como se aprecia en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Intervalos de confianza simultáneos para las cuatro variedades de *O. lindheimeri* para el carácter espinas/areolas.



DISCUSIÓN

Amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri*

La amplitud ecológica que presenta la especie es importante, ya que se encuentran poblaciones en diferentes ambientes, desde partes bajas de 350 m de altitud en los municipios de Hidalgo y Guerrero, hasta altitudes de 2200 m en las sierras de La Paila y El Tejocote, en los municipios de Ramos Arizpe y General Cepeda, respectivamente. Los climas varían de semiáridos a templados y los suelos son de diferentes tipos de xerosoles, litosoles y castañozem, lo cual apoya lo expuesto por Jones y Luchsinger (1979), Bell (1968) y Anthony (1956), quienes señalan que una combinación de factores ambientales regula la distribución y la amplitud ecológica de las especies. La distribución de *Opuntia lindheimeri* comprende, principalmente, la porción Este del estado, conformando lo señalado por Anthony (1956), Britton y Rose (1908), y Weniger (1984), quienes reportan la especie con una distribución costera, a lo largo del Golfo, que penetra a los estados de Nuevo León y Coahuila.

Densidad de *Opuntia lindheimeri*

Las mayores densidades se localizan en la porción Centro-Este del Estado en los municipios de Progreso, Sabinas y Juárez, lo cual coincide con lo señalado por COTECOCA (1979), que reporta a la especie como característica de esa región. La densidad más alta se localiza en la nopalera del Municipio de Sabinas, en las áreas del Kakanapo, con un valor de 5500 p/ha, es decir, .55 p/m² de nopal kakanapo, que es el nombre común de *Opuntia lindheimeri*.

Tipos de vegetación donde está presente *Opuntia lindheimeri*

La amplia distribución de esta especie, le permite estar presente en varios tipos de vegetación, desde el matorral xerófilo hasta el bosque de pinos, propuestos por SPP (1983); y en el matorral mediano espinoso, matorral mediano subespinoso, matorral alto espinoso, matorral crasicauale, matorral crasirosulifolio espinoso, matorral bajo espinoso y bosque aciculiescuamifolio, propuestos por COTECOCA (1979).

Especies asociadas a *Opuntia lindheimeri*

Las especies que con mayor frecuencia se encontraron asociadas a *Opuntia lindheimeri*, ya que estuvieron presentes en la mayoría de los 120 sitios muestreados son: *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Portieria angustifolia* (guayacán), *Acacia rigidula* (chaparro prieto) y *Leucophyllum frutescens* (cenizo), coincidiendo con COTECOCA (1979).

Variación morfológica de *Opuntia lindheimeri*

La alta variación morfológica presentada por *Opuntia lindheimeri* permite diferencias en algunos caracteres como la longitud del cladodio (LC), anchura del cladodio (AC), forma del cladodio (FC), espina por areola (EA), longitud total de espinas (LTE), color de espina (CE) y color de gloquidas (CG), lo cual apoya la presencia de cuatro variedades de esta especie para Coahuila, según lo reportan Elizondo y Wehbe (1987), y lo confirman Anthony (1956) y Weniger (1984), que describen a *Opuntia lindheimeri* como una especie con alta variación morfológica.

Taxonomía del complejo *Opuntia lindheimeri*

El análisis morfológico de las 130 muestras de *O. lindheimeri*, permite sostener su separación en cuatro variedades, apoyando lo expuesto por Britton y Rose (1937), Bravo (1978) y Elizondo y Wehbe (1987).

Intervalos de confianza simultáneos

El análisis de los caracteres morfológicos de tipo cuantitativo por el método de intervalos de confianza simultáneos, permite detectar los caracteres más contrastantes y los que no muestran una diferencia estadísticamente significativa.

El hecho de que algunos caracteres de las cuatro variedades se interseccionen, es explicable, ya que pertenecen a la misma especie y su separación no es tan drástica como lo sería entre especies distintas.

CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye lo siguiente:

1. La amplitud ecológica de *Opuntia lindheimeri* en el Estado de Coahuila, está determinada por el clima. Su distribución comprende la parte oriental del Estado, que es la menos árida. Está presente en una gran variedad de condiciones ambientales de altitud, suelo y exposición.
2. Las mayores densidades se localizan en los municipios de Sabinas, Progreso y Juárez, donde existen densas nopaleras que llegan a presentar densidades de hasta 5500 p/h.

3. Los tipos de vegetación donde está presente *Opuntia lindheimeri* varían desde el matorral xerófilo hasta el bosque, aunque es más frecuente y abundante en los matorrales mediano espinoso, alto espinoso y crasirosolifolio espinoso.
4. Las especies asociadas con mayor frecuencia a *Opuntia lindheimeri* son de tipo arbustivo, como *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Acacia rigidula* (chaparro prieto), *Porlieria angustifolia* (guayacán) y *Leucophyllum frutescens* (cenizo).
5. La amplitud ecológica mostrada por *O. lindheimeri* le permite presentar una alta variación morfológica, desde la forma y tamaño del cladodio, hasta la presencia y/o ausencia de espinas, lo cual se traduce en cuatro variedades en el Estado de Coahuila.
6. La alta variación morfológica presentada por *O. lindheimeri* apoya su separación en las cuatro variedades que son: *O. l.* var. *lindheimeri*, *O. l.* var. *aciculata*, *O. l.* var. *tricolor* y *O. l.* var. *subarmata*.
7. La construcción de intervalos de confianza simultáneos permitió confirmar que es una especie con alta variación morfológica.

BIBLIOGRAFÍA

- Anthony, M. 1956. The opuntiae of The Big Bend Region of Texas. Amer. Midl. Nat. 55(1):225-256 USA.
- Bell, C.R. 1968. Variación y clasificación de las plantas. Herrero Hermanos, Suc. 286-292 p. México.
- Benavides, T. 1985. Integrating resources for profitable ranching, In: White, L.D., D. Guynn and T. Trowl (Eds.). Proceedings of the International Ranchers Roundup. Laredo, Texas. pp. 201-210. USA.
- Bravo, H.H. 1978. Las cactáceas de México. 2a. ed. UNAM. Vol. 1. México. 743 p.
- Brewer, R. 1979. Principles of Ecology. Saunders College Publish. Philadelphia. 299 p.
- Britton, N.L. y J.N. Rose. 1908. A preliminary treatment of the opuntioidae of North America. Smithsonian Miscellaneous Collection (Quarterly ISSUE) 50:503-539. USA.

- Britton, N.L. y J.N. Rose. 1937. The cactaceae. Dover Publication, Inc. New York. 241. p.
- Chapman, S.B. 1976. Methods in plant ecology. John Willey and Sons. New York, 546 p.
- Comisión Técnico Consultiva para la determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1967. México. 63 p.
- _____. 1979. Coahuila. SARH. México. 255 p.
- Correll, D.S. y M.C. Johnston. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation, Denner, Texas.
- Cox, G.W. 1977. Laboratory Manual of General Ecology. 3th ed. Brown Company Publishers. USA. 232 p.
- DeLoach, C.J., P.E. Boldt, H.A. Crdo, H.B. Johnson y J.P. Cuda. 1985. Weeds Common to Mexican and U.S. Rangelands: Proposals for Biological Control and Ecological Studies. In: Patton, D.R., C.E. González, A.L. Medina, L.A. Segura y R.H. Hamre (Eds): management and utilization of arid land plants: Symposium proceedings. USDA. Forest Service. General Technical Report RM. 135:49-67. USA.
- Elizondo, J.L., J.A. Wehbe. 1987. Una nueva variedad de *Opuntia lindheimeri* Engelman. Cact. Suc. Méx. 32(1):16-18, México.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koepen. 1a. Ed. UNAM-México. 246 p.
- Janzen, D.H. 1986. Chihuahuan Desert Nopaleras. Defaunated Big Mammal Vegetation. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17:595-636. USA.
- Jones and Luchsinger. 1979. Plant systematics. Mc Graw-Hill. Book Company. 112-116 p. USA.
- Kipple, G.E. y Costello. 1960. Vegetation and cattle responses to different intensities of grazing on short-grass ranges on the central great plains. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 1216. 82 p. United States of America. In: Houston, W.R. (Ed.) 1963. Plains prickly pear, weather and grazing in the northern great plains. Ecol. 44(3):569-574. USA.
- Lehmann, V.W. 1984. Bobwhites in the Rio Grande Plain of Texas. Tex. A & M: Univ. Press., College Station, Tex. 371 p. In: Hanselka, C.W. ed. (1989). Developing prickly pear as a forage resource proceedings of a conference. Texas A&M: University. Kingsville Texas. 63. p. USA.

- Marroquín J.S., G. Borja L., R. Velázquez C. y J.A. de la Cruz C. 1964. Estudio dasonómico de las zonas áridas del Norte de México. Inst. Nac. Invest. For., Publ. Esp. 2:116 p. México.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28:29-179.
- Muller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation. Ecology. John Wiley and Sons. New York. 547 p.
- Oosting, H.J. 1956. The study of plant communities. 2a. ed. W.H. Freeman and Comp. 439 p. San Francisco. USA.
- Peiser, A.M. 1943. Asymtotic formulas for significance levels of certain distributions. Annals Math, Stat. 14:56-62 p. USA.
- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP). 1982. Estado de Coahuila. Mapa de Carreteras. Escala 1:1'000,000. Color: Varios. México. 1 h.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1983. Síntesis Geográfica de Coahuila. México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 163 p. México.
- Weniger, D. 1984. Cacti of Texas U.S. Univ. of Texas Press. Austin, Texas. 365 p. USA.

CONSTRUCCIÓN DE ÍNDICES DE SELECCIÓN Y EFICIENCIA RELATIVA PARA SELECCIONAR VARIEDADES Y PRODUCCIÓN DE ACEITE EN CÁRTAMO BAJO TEMPORAL

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹
Ricardo Aguilera Rangel²

RESUMEN

En esta investigación se evaluaron 23 genotipos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) con mayor diversidad genética, utilizando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con el objetivo de construir índices de selección y eficiencia relativa que más contribuyen al rendimiento y porcentaje de aceite en cártamo, bajo condiciones de temporal. Por parcela se etiquetaron cinco plantas al azar y se registraron datos sobre las siguientes características: días a floración (1), altura (2), ramas primarias (3), peso de 250 semillas (4), semillas/capítulo (5), capítulos/planta (6), rendimiento (7) y porcentaje de aceite (8). Se construyeron los índices de selección en base a lo establecido por Smith (1936) y Hazel (1943), y la ganancia genética esperada se obtuvo de acuerdo con Harris (1964).

Se encontraron diferencias significativas para todas las características estudiadas en los genotipos. El índice de selección que obtuvo la máxima ganancia genética esperada y eficiencia relativa, fue el constituido con las 7 características (1,2,3,4,5,6 y 7) ya que mostró una eficiencia porcentual de 116. Esto al considerar el rendimiento como valor genético agregado. El índice con mayor eficiencia relativa, cuando no se incluyó el rendimiento, lo obtuvo (1,4, y 6) con 105.4%. Al considerar dos caracteres (rendimiento y aceite) de importancia económica en cártamo, se obtuvo que el índice con las ocho características (1,2,3,4,5,6,7,8), 7 (1,3,4,5,6,7,8), 6 (1,4,5,6,7,8) y 5 caracteres (1,4,6,7,8) presentaron eficiencia de 105.8, 105.1, 103.8 y 97.7% respectivamente.

INTRODUCCIÓN

En el mejoramiento genético de los cultivos de alógamas, autógamias y propagación vegetativa, practicar selección visual en el campo, es una herramienta muy eficiente para seleccionar genotipos sobresalientes. En cada ciclo

1. Ph. D. Maestro-Investigador. Depto. de Fitomejoramiento. Div. de Agronomía, UAAAN.

2. Tesista Maestría

de selección acumula genes deseables en la población así, generalmente aumentaría rendimientos en los genotipos. El rendimiento es un carácter muy complejo, el cual no podemos visualizar en el campo, tiene muy baja heredabilidad y, además, la interacción genotipo ambiente es muy alta. Durante la selección artificial para identificar plantas con características superiores, deben seleccionarse utilizando un número mayor de dos características a la vez, lo cual es más eficiente para obtener ganancia genética por ciclo, que seleccionar una sola característica. Por lo tanto, los fitomejoradores deben construir un índice de selección utilizando, simultáneamente, diferentes variables que contribuyen al rendimiento.

La respuesta a la selección podría ser más efectiva si se consideran simultáneamente otros caracteres con alta heredabilidad y positivamente correlacionados con el rendimiento (Cells *et al.*, 1986). Cuando el carácter por mejorar es de baja heredabilidad, costoso o difícil para ser evaluado, se ha demostrado teóricamente que un índice de selección puede aumentar la probabilidad de seleccionar genotipos deseables y lograr, así, un avance más rápido por selección (Smith, 1936; Hazel y Lush, 1942).

Hazel (1943) señala que un método de correlación múltiple para construir los índices de selección tienen una máxima exactitud. Asimismo, Robinson *et al.* (1951) muestra que la información necesaria para construir el índice es la siguiente: varianzas fenotípicas y genotípicas para cada carácter, covarianzas fenotípicas y genotípicas entre cada par de caracteres y valores económicos relativos de cada carácter. Añade que los caracteres debidamente ponderados, con alta heredabilidad y correlacionados con el rendimiento, pueden servir como indicadores de la potencialidad genética del rendimiento de las progenies.

Las características que contribuyen, en conjunto, al rendimiento, pueden variar en ambientes de riego y temporal. En México se han logrado buenos avances en el mejoramiento genético del cártamo bajo riego, pero la literatura no reporta estudios de índices de selección bajo condiciones de temporal. El objetivo de esta investigación es construir índices de selección más eficientes utilizando, simultáneamente, diferentes características agronómicas para seleccionar genotipos sobresalientes en cártamo bajo temporal.

REVISIÓN DE LITERATURA

Hanson y Johnson (1957) presentan un criterio para determinar el índice de selección general de dos o más poblaciones, en el cual señalan que se requieren fuentes de datos genéticos para evaluar efectos genéticos de la población muestreada sobre las correlaciones genéticas esperadas, una adecuada estimación de las interacciones genotipo-ambiente, además de información sobre los errores de muestreo para las ponderaciones del índice. Por otro lado,

Searle (1965) indica que la selección sobre un carácter alternativo puede o no ser mejor que otra, o puede ser mejor solamente cuando son combinados en un índice con el carácter básico; las dos alternativas pueden no ser tan buenas como el carácter básico pero, combinadas en un índice, puede ser mejor.

Arévalo y Molina (1974) en un estudio de ocho variedades de cebada maltera y sus cruza dialélicas, demostraron que los índices más eficientes son aquéllos que contienen el carácter por seleccionar y caracteres correlacionados con él, pero no intercorrelacionados. Añade que la información del dialélico produce los índices más eficientes.

Naskar *et al.* (1982) estudiaron índices de selección en girasol, utilizando matrices y observaron que la máxima ganancia genética obtenida fue cuando las siete características bajo estudio fueron consideradas juntas. La selección a través de los caracteres fue más provechosa que sólo la selección por rendimiento. Mientras que Reyes (1985) evaluó 138 familias de medios hermanos de girasol y reveló que el índice con mayor eficiencia relativa fue el construido con todas las variables estudiadas; sin embargo, tal eficiencia resultó ser muy similar a la del índice que incluye a todas las variables, con excepción de altura de planta, y al construido con las variables peso de 100 semillas y rendimiento.

Joshi *et al.* (1985) construyeron índices de selección para variedades de cártamo utilizando la técnica de función discriminante basada en seis caracteres atribuidos al rendimiento. Encontró que los índices con mayor eficiencia son los que incluyen número de capítulos por planta, número de semillas por capítulo y rendimiento por planta, o el que contiene número de capítulos por planta, peso de 100 semillas y rendimiento por planta. Por otro lado, se estimaron parámetros genéticos e índices de selección de la variedad de maíz Zac. 58. Celis *et al.* (1986) concluyen que la respuesta a la selección utilizando los índices, resultó mayor que sólo considerando el rendimiento en maíz.

Por otro lado, las limitaciones de los índices de selección son que los resultados obtenidos en los índices de selección bajo condiciones favorables no pueden ser útiles bajo condiciones desfavorables, ni los resultados obtenidos en un ambiente pueden ser utilizados en otros ambientes. Otras limitantes son la asignación de valores económicos y la estimación de varianzas y covarianzas (genotípicas y fenotípicas).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación fue realizada en el Campo Experimental de Buenavista, Saltillo, Coah., de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el período de enero a agosto de 1988.

Se utilizaron 23 variedades de cártamo de diferentes orígenes y con una amplia gama de variabilidad genética, para diversas características agronómicas. Los recursos genéticos están constituidos por líneas de diferentes países, tales como: 13 líneas de México. (C-70-15-0Y, POI-5-66-5-1, POI-6-16-1-1, 10VF75-2-3-5-2, C547-1-6-OY, 38VF75-53-1-1-2, C228-5-OY, T-1, T-3, T-10, T-19 Y T-15), dos de Egipto (CM-1276 y CM-1239), dos de Israel (CM-1125 y CM-1136), una de Jordania (CM-1098), Kuwait (CM-1107) Líbano (CM-1082) y con cuatro testigos (Saffola 208, Noreste 84, Gila, Mante 81), los cuales se siembran a gran escala, a nivel comercial, en diferentes partes de México. Estos genotipos poseen una variabilidad considerable para el rendimiento y sus componentes, tales como: número de capítulos por planta, número de semillas por capítulo y peso de 250 semillas. Además, poseen una considerable diversidad genética y geográfica.

La semilla de los 23 genotipos fue sembrada estrictamente bajo precipitación natural, utilizando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La parcela experimental para cada genotipo se constituyó en tres surcos de 3m de longitud, con una distancia entre surcos de 80 cm y entre plantas de 10 cm dentro del surco. Se aplicó una dosis de 40 unidades de nitrógeno, 30 de fósforo kg/ha en una sola ocasión, antes de efectuar la siembra.

Se etiquetaron cinco plantas individuales tomadas al azar y con competencia completa y se tomaron datos sobre ocho características agronómicas.

Los promedios de las características se utilizaron para realizar análisis de varianza y construir índices de selección en base a lo establecido por Smith (1936) y Hazel (1943). La ganancia genética esperada fue calculada de acuerdo a Harris (1964).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (no se presenta el cuadro) indica diferencias significativas para las siguientes características: rendimiento/ha, capítulos/planta, semillas/capítulo, peso de 250 semillas, ramas/planta, altura de planta y días a floración, revelando que existe una amplia gama de variabilidad para todas las características estudiadas entre los genotipos incluidos en el estudio, y que estos recursos genéticos son útiles y promisorios para desarrollar variedades altamente rendidoras en el mejoramiento genético del cártamo, bajo condiciones de temporal.

Las fluctuaciones de los coeficientes, la ganancia genética esperada y las eficiencias relativas de los 127 índices de selección construidos en cártamo bajo temporal, se presentan en el Cuadro 1. Se obtuvieron fluctuaciones de los coeficientes entre 8.6 y 76.9 para días a floración; -3.7 a 16.0 para altura de planta; -80.2 y 148.2 para número de ramas; -32.1 y 158.4 para peso de 250 semillas; -27.4 a 58.8 para semilla por capítulos; 13.8 y 58.8 para capítulos por plan-

Cuadro 1. Ganancia genética y eficiencia relativa de 127 índices de selección de siete características de cártamo bajo condiciones de temporal.

No. Características Incluidas en índice	Ganancia genética	Eficiencia relativa (%)	No. Características Incluidas en índice	Ganancia genética	Eficiencia relativa (%)	No. Características Incluidas en índice	Ganancia genética	Eficiencia relativa (%)
1	84.7	34.0	2	113.9	45.8	3	26.9	10.8
4	87.1	35.0	5	89.6	35.9	6	149.3	59.9
7	249.2	100.0	1,2	115.9	46.5	1,3	84.9	34.1
1,4	167.9	67.4	1,5	142.9	57.4	1,6	196.5	78.9
1,7	255.6	102.6	2,3	116.5	46.8	2,4	157.1	63.1
2,5	158.5	63.6	2,6	191.1	76.7	2,7	249.5	100.2
3,4	107.0	43.0	3,5	109.4	43.9	3,6	149.9	60.2
3,7	252.0	101.6	4,5	99.3	39.8	4,6	173.4	69.6
4,7	250.0	100.4	5,6	170.3	68.3	5,7	259.1	104.0
6,7	254.1	102.0	1,2,3	118.4	47.5	1,2,4	177.3	71.2
1,2,5	164.5	66.1	1,2,6	203.5	81.7	1,2,7	256.8	103.1
1,3,4	175.0	70.2	1,3,5	149.7	60.1	1,3,6	201.6	80.9
1,3,7	260.9	104.7	1,4,5	173.3	69.6	1,4,6	262.5	105.4
1,4,7	268.8	105.5	1,5,6	229.1	91.9	1,5,7	270.9	108.7
1,6,7	266.0	106.8	2,3,4	157.5	63.2	2,3,5	159.0	63.8
2,3,6	200.9	80.7	2,3,7	253.8	101.9	2,4,5	167.7	67.3
2,4,6	220.6	88.6	2,4,7	251.0	100.8	2,5,6	217.1	87.2
2,5,7	260.9	104.7	2,6,7	225.7	102.6	3,4,5	122.9	91.0
3,4,6	176.2	70.7	3,4,7	252.0	101.2	3,5,6	172.8	69.4
3,5,7	259.3	104.1	3,6,7	257.8	103.5	4,5,6	177.3	71.2
4,5,7	260.3	104.5	4,6,7	255.7	102.6	5,6,7	263.5	105.6
1,2,3,4	179.4	72.0	1,2,3,5	165.2	63.3	1,2,3,6	203.5	81.7

1,2,3,7	261.1	104.8	1,2,4,5	184.4	74.0	1,2,4,6	263.4	105.7
1,2,4,7	264.0	106.0	1,2,5,6	235.6	94.6	1,2,5,7	271.5	109.0
1,2,6,7	266.8	107.1	1,3,4,5	183.0	73.5	1,3,4,6	262.5	105.4
1,3,4,7	264.5	106.2	1,3,5,6	229.2	92.0	1,3,5,7	271.8	109.1
1,3,6,7	274.6	110.2	1,4,5,6	263.8	105.9	1,4,5,7	271.2	108.89
1,4,6,7	283.4	113.8	1,5,6,7	282.6	113.4	2,3,4,5	169.1	67.9
2,3,4,6	222.3	89.3	2,3,4,7	254.1	102.0	2,3,5,6	186.3	74.8
2,3,5,7	261.8	105.1	2,3,6,7	262.5	105.4	2,4,5,6	225.8	90.7
2,4,5,7	261.5	105.0	2,4,6,7	251.3	100.9	2,5,6,7	267.2	107.3
3,4,5,6	181.7	72.9	3,4,5,7	261.0	104.8	3,4,6,7	258.0	103.6
3,5,6,7	264.1	106.0	4,5,6,7	264.1	106.0	1,2,3,4,5	187.9	75.4
1,2,3,4,6	263.6	105.8	1,2,3,4,7	265.0	106.4	1,2,3,5,6	237.3	95.3
1,2,3,5,7	242.4	109.2	1,2,3,6,7	274.6	110.2	1,2,4,5,6	265.0	106.4
1,2,4,5,7	271.9	109.2	1,2,4,6,7	284.0	114.0	1,2,5,6,7	282.9	113.6
1,3,4,5,6	263.9	105.9	1,3,4,5,7	271.9	109.2	1,3,4,5,7	285.5	114.6
1,3,5,6,7	285.1	114.5	1,4,5,6,7	287.5	115.4	2,3,4,5,6	226.6	91.0
2,3,4,5,7	262.9	105.6	2,3,4,6,7	263.4	105.7	2,3,5,6,7	269.5	108.2
2,4,5,6,7	267.2	107.3	3,4,5,6,7	283.2	113.7	1,2,3,4,5,6	265.1	106.4
1,2,3,4,5,7	272.3	109.3	1,2,3,4,6,7	285.6	114.7	1,2,3,5,6,7	285.1	114.5
1,2,4,5,6,7	287.9	115.6	1,3,4,5,6,7	288.7	115.9	2,3,4,5,6,7	269.7	108.3
1,2,3,4,5,6,7	288.9	116.0						

índice

- 1 = Días a floración
- 2 = Altura de planta
- 3 = Ramas por planta
- 4 = Peso de 250 semillas
- 5 = Semillas por capítulo
- 6 = Capítulos por planta
- 7 = Rendimiento por hectárea

ta y 0.3 y 0.6 para rendimiento. Al evaluar la ganancia genética esperada de los índices de selección utilizando una sola característica, presentaron eficiencias relativas que varían de 10.8 a 100%. Cuando se consideró una sola característica, rendimiento por hectárea, número de capítulos por planta y altura de planta, manifestaron, individualmente, una mayor eficiencia relativa de 100, 59.9 y 45.8%, respectivamente. Cabe señalar que los índices con mayor eficiencia relativa son los mismos que presentan mayor ganancia genética en este estudio. Existe una correlación positiva y significativa entre capítulos por planta y rendimiento por hectárea. Por tanto, el carácter número de capítulos se está utilizando prácticamente como criterio de selección para los fitomejoradores de cártamo para la obtención de variedades superiores, además del rendimiento.

Se construyeron 21 índices utilizando las diferentes combinaciones con dos características: la eficiencia relativa varió de 34.1 y 104%. Los índices construidos (5,7), (1,7) y (6,7) presentaron las eficiencias relativas más altas de 104, 102.6 y 102%, respectivamente. El índice menos eficiente fue (1.3) con una eficiencia relativa de 34.1%. Al observar las eficiencias relativas de 35 índices de selección utilizando sólo tres variables, el rango de la eficiencia relativa fue de 47.5 a 108.7%. Los índices de selección más eficientes (1,5,7), (5,6 y 7) y (1,4 y 7) con 108.7, 105.8 y 105.5%; el peor, con tres variables, es de 47.5% presentó un 52.5 y un 12.4% por abajo de los índices con una sola característica, como son el (7) y (6), respectivamente. Como podemos observar en los índices de selección, al aumentar el número de características con dos y tres variables, se obtuvieron ligeros aumentos en sus eficiencias relativas en un 4 y 8.7%, respectivamente, comparado con el índice construido con una sola característica. Y entre ambos la diferencia fue tan sólo de 4.7% más en el índice con tres características. Joshi *et al.* (1985) construyeron 46 índices de selección utilizando la técnica de función discriminativa y encontró que el índice que incluye capítulos por planta, número de semillas por capítulo y rendimiento por planta, o el otro que contiene capítulos por planta, peso de 100 granos y rendimiento por planta, son los índices más eficientes para el mejoramiento del cártamo.

En esta tesis se utilizaron las diferentes combinaciones de cuatro variables; la combinación (1,2,3, y 5) expresó muy baja eficiencia relativa, con 63.3% y las mejores combinaciones (1,4,6, y 7), (1,5,6, y 7) y (1,3,5, y 7) presentaron valores de 113.8, 113.4 y 109.1%, respectivamente. Al seleccionar con cuatro variables, se observó una ventaja de 5.02% más que con tres. De los 21 índices construidos, utilizando cinco caracteres, el índice más sobresaliente fue (1,4,5,6 y 7) y el más bajo fue (1,2,3,4 y 5), con 115.4 y 75.4% de eficiencia relativa, respectivamente, con un incremento de 1.7% mayor de eficiencia relativa en comparación con los índices construidos con cuatro variables. Utilizando seis características para los índices de selección (1,3,4,5,6 y 7), (1,2,4,5,6 y 7) y (1,2,3,4,6 y 7) con 115.9, 115.6 y 114.7%, respectivamente, resultaron ser los más altos. La diferencia entre el uso de los índices con cinco y seis características es de 0.49% más a favor de estos últimos; el índice con mayor eficiencia relativa es aquél construido con las 7 características (1,2,3,4,5,6 y 7) con 116%.

Naskar *et al.* (1982) construyeron los índices de selección para 10 cultivos de girasol y señalan que la máxima ganancia genética fue obtenida cuando las 7 características bajo estudio fueron consideradas juntas. La selección a través de los caracteres fue más provechosa que sólo la selección por rendimiento.

Los cinco índices con mayor eficiencia relativa en orden de importancia fueron los siguientes: (1,2,3,4,5,6 y 7) con 116%; (1,3,4,5,6 y 7) con 115.9%; (1,2,4,5,6 y 7) con 115.6%; (1,4,5,6 y 7) con 115.4% y (1,2,3,4,6, y 7) con 114.7%. Arévalo y Molina (1974) analizaron ocho variedades comerciales de cebada maltar y sus cruces dialélicas, con el fin de construir índices de selección para grano, utilizando 11 características agronómicas; ellos señalan que los índices más eficientes son aquéllos que contienen el carácter por seleccionar y carácter correlacionados con él, pero no intercorrelacionados. Se observó que el seleccionar para el índice con tres características sin incluir rendimiento, el (1,4 y 6) mostró una eficiencia relativa de 105.4% superior a todos aquellos índices en los cuales no se incluyó la característica de rendimiento. Además, que al seleccionar para sólo cuatro características utilizando los índices (1,4,6 y 7) y (1,5,6 y 7) sólo difirieron ligeramente con 2.19 y 2.51%, respectivamente, en comparación al índice construido con siete variables (1,2,3,4,5,6, y 7), el cual presentó la mayor eficiencia relativa en esta investigación. Torres *et al.* (1974) indicaron que al aumentar en el índice el número de caracteres correlacionados con el carácter por mejorar, se obtendrá una mayor avance genético. Siendo la correlación una medida de la comunidad de genes que gobiernan la determinación conjunta de dos caracteres, cabe suponer que al aumentar el número de caracteres en el índice que se está operando sobre una mayor cantidad de genes que gobiernen en común el carácter objeto de la selección y los caracteres del índice.

Las importancias relativas en la selección de los caracteres para seis índices en cártamo bajo temporal, se presentan en el Cuadro 2. En dicho cuadro se observó la mayor participación de rendimiento, días a floración, capítulos por planta y con menor aportación peso de 250 semillas y semilla por capítulo en el orden de importancia en la construcción de los índices de selección.

Reyes (1985) señala que la importancia relativa de un carácter en la selección, tiene un valor conceptual, en lo que se refiere al papel de una variable fenotípica en la selección y un valor práctico para decidir la inclusión o eliminación de un carácter para la construcción de un índice.

La importancia económica del cártamo radica en su contenido de aceite y, por supuesto, en el rendimiento de la semilla; por ello, la necesidad de añadir en este estudio una octava característica de porcentaje de aceite y tener así dos caracteres de importancia económica para dicho cultivo. Los resultados obtenidos en cuatro índices de selección en cártamo bajo temporal se presentan en el Cuadro 3, donde se observan los distintos valores de los coeficientes para ca-

Cuadro 2. Importancias relativas en la selección de los caracteres para seis índices (expresada en porcentaje) en cártamo bajo temporal.

Índice	Días a floración	Altura	Ramas/planta	Peso de 250 semillas	Semillas/capítulo	Capítulos/planta	Rendimiento/hectárea	Aceite (%)
1,2,3,4,5,6,7	28.33	0.14	1.36	5.54	4.78	24.58	35.27	-
1,3,4,5,6,7	10.06	-	2.22	6.58	5.58	30.39	44.90	-
1,2,4,5,6,7	30.07	0.59	-	7.27	5.65	23.20	33.22	-
1,4,5,6,7	32.37	-	-	6.80	5.70	22.46	32.67	-
1,2,3,4,6,7	28.63	0.15	2.50	14.18	-	26.60	28.39	-
1,2,3,4,5,6,7,8	8.09	0.85	2.48	2.20	7.90	10.27	39.23	28.98

Cuadro 3. Coeficientes de las variables para cuatro índices de selección, sus factores para estimar la desviación del índice y la eficiencia del índice en cártamo bajo temporal.

Índice	Días a floración	Altura	Ramas/planta	Peso de 250 semillas	Semillas/capítulo	Capítulo/Rndmto./ha	Aceite (%)	Desviación del índice (%)	Eficiencia del índice (%)
1,2,3,4,5,6,7,8	62.4	6.2	-70.9	83.8	-33.6	-0.03	169.6	363.2	205.8
1,3,4,5,6,7,8	71.8	-	-56.3	86.3	-32.5	0.02	189.0	360.9	105.1
1,4,5,6,7,8	70.3	-	103.7	103.7	-34.3	-0.02	181.8	356.4	103.8
1,4,6,7,8	73.5	-	178.1	178.1	51.1	-0.01	141.9	335.5	97.7

da característica, la desviación y la eficiencia de los cuatro índices más sobresalientes, los cuales fueron seleccionados por su alta eficiencia relativa cuando sólo se consideró el carácter rendimiento. Las fluctuaciones de los coeficientes fueron entre 62.4 y 73.5 para días a floración; -70.9 a -56.3 para número de ramas por planta; 83.8 y 178.2 para peso de 250 semillas; -34.3 a 32.5 para número de semillas por capítulo; 46.2 y 51.1 para capítulos por planta; -0.008 a -0.033 para rendimiento por hectárea; 141.9 y 196.6 para porcentaje de aceite y sólo se obtuvo en el índice con las ocho características el coeficiente de altura de planta con 6.2. El índice con las ocho características presentó la mayor eficiencia con 105.7% en cambio, los índices con siete características (1,3,4,5,6,7,8), con seis (1,4,5,6,7,8) y con cinco (1,4,6,7,8) presentan eficiencias de 105.1, 103.8 y 97.7%, respectivamente. Se observó que el índice con seis características (1,4,5,6,7,8) difiere sólo en 1.96% con respecto al índice con las ocho características (1,2,3,4,5,6,7,8) en cártamo, se presenta en el Cuadro 2. Dicho cuadro señala que el rendimiento, el porcentaje de aceite y número de capítulos por planta, son los que presentan mayor participación en el orden de importancia y con menor aportación las demás características estudiadas.

CONCLUSIONES

1. Existe una variabilidad considerable para las siguientes características: rendimiento/ha, capítulos/planta, semillas/capítulo, peso de 250 semillas, ramas/planta, altura y días a floración, entre los recursos genéticos.
2. Se construyeron 127 índices utilizando diferentes características agronómicas. El rendimiento como sola característica de índice, contribuyó 100% de eficiencia relativa, mientras que número de capítulos/planta manifestó 59.9%.
3. Los cinco índices con mayor eficiencia relativa, en orden de importancia, fueron los siguientes: (1,2,3,4,5,6,7), con 116%; (1,3,4,5,6,7), con 115.9%; (1,2,4,5,6,7), con 115.6%; (1,4,5,6,7), con 115.4% y (1,2,3,4,6,7), con 114.7%.
4. Se identificó el índice de tres características (días a floración, peso de 250 semillas y capítulos/planta) que presentó una eficiencia relativa de 105.4%.
5. Las características: rendimiento, porcentaje de aceite, número de capítulos/planta y semillas/capítulo, presentan mayor participación en el orden de importancia para la producción de aceite en los genotipos.

AGRADECIMIENTO

Se reconoce y agradece la colaboración, de una u otra forma, a los siguientes Profesores-Investigadores: Ing. M.C. Edgar E. Guzmán Medrano, Biol. Manuel Humberto Reyes Valdés y Dra. Diana Jasso de Rodríguez, para que se llevara a cabo este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arévalo, N. y J. Molina. 1974. Eficiencia relativa de índices de selección para rendimiento de grano en cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) usando la información de progenitores solos y del diseño dialélico. *Agrociencia* 16:83-95.
- Celis, H.A., J.D.G. Molina y A.G. Martínez. 1986. Estimación de parámetros genéticos e índices de selección de la variedad de maíz (*Zea mays* L.) *Zac.* 58. *Agrociencia*. 63:121-128.
- Hanson, W.D. y H.W. Johnson. 1957. Methods for calculating and evaluating a general selection index obtained by pooling information from two or more experiments. *Genetics*. 42(4):421-432.
- Harris, D.L. 1964. Expected and predicted progress from index selection involving estimates of population parameters. *Biometrics*. 20(1):46-72.
- Hazel, L.N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28(3):475-490.
- Hazel, L.N. y J.L. Lush. 1942. The efficiency of three methods of selection. *J. Heredity*. 33:393-399.
- Joshi, B.P., M.V. Thombre, B.S. Manke y P.N. Chaudhari. 1985. Construction of selection indexes for varietal selection in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *J. Maharashtra Agric. Univ.* 10(2):142-143.
- Naskar, S.K., M. Ghosh y P.K. Bhowmik. 1982. Selection index in sunflower. *Indian. Agric. Sci.* 52(11):736-737.
- Reyes, V., M.H. 1985. Índices de selección para rendimiento en girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis M.C. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., México p. 54.

- Robinson, H.F., R.E. Comstock y P.H. Harvey. 1951. Genotypic an phenotypic correlations in corn and their implications in selection. *Agron. J.* 43:282-287.
- Searle, S.R. 1965. The value of Indirect selection 1. Mass Selection. *Biometrics.* 2(3):682-707.
- Smith, H.F. 1936. A discriminant function for plant selection *Ann. Eugen.* 7(2):240-250.
- Torres, G.J., J. Molina y E. Casas. 1974. Correlaciones genéticas e índices de selección en la genotécnia de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agrocien- cia.* 16:21-37.

CRUZAS INTERESPECÍFICAS ENTRE *Parthenium argentatum* (guayule) Y *Parthenium lozanium*

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹
Alfonso López Benítez²
Francisca Ramírez Godina³

RESUMEN

En este estudio se realizó la cruce interespecífica entre *Parthenium argentatum* x *Parthenium lozanium*, la cual se llevó a cabo en condiciones de invernadero. Los objetivos de esta investigación fueron: obtener híbridos interespecíficos, hacer un estudio comparativo entre éstos y sus progenitores en cuanto a contenido y calidad de hule, porcentaje de resinas y principales características morfológicas.

El análisis de hule mostró un 6.75 % para el progenitor *P. argentatum*, mientras que *P. lozanium* manifestó 0.56 % de hule, los híbridos expresaron valores de 3.43 % a 5.95 %, con un promedio de 4.55 % de hule. Respecto a la calidad de hule, los híbridos tuvieron una calidad de hule muy similar a la del progenitor guayule.

Los híbridos presentaron valores superiores a *P. argentatum* en relación a las características altura de planta, cobertura, tamaño de hoja e inflorescencia, lo que indica que los híbridos fueron más altos y tuvieron mayor velocidad de crecimiento que el guayule, ya que todas las plantas crecieron en las mismas condiciones ambientales.

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente 500 diferentes especies de plantas en el reino vegetal producen hule natural, entre éstas existen dos especies: la *Hevea brasiliensis* (árbol del hule) y *Parthenium argentatum* (guayule), que generan hule natural

1 y 2. Ph. D. Maestros-Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.
3. Tesista Maestría.

de muy buena calidad y de gran utilidad para la industria. De estas dos especies, solamente la primera se explota comercialmente, mientras que el guayule aún no. México obtiene de *Hevea brasiliensis* solamente el 10 % de hule natural que necesita; el 90 % restante lo importa de otros países, con un costo muy elevado en millones de dólares por año (CIQA, 1977). Con la explotación de las poblaciones silvestres de guayule y con el desarrollo de variedades superiores para su cultivo intensivo, se generaría una alternativa para eliminar fugas de divisas y ayudar a aumentar la producción de hule.

En la actualidad, con una población en incremento, se tiene la necesidad de utilizar, productivamente, las tierras marginales, especialmente las áridas; se requiere encontrar recursos adaptados a las adversas y drásticas condiciones del desierto y dar trabajo e ingresos a los moradores del desierto, donde la agricultura convencional es imposible o arriesgada. Esto coloca al guayule bajo una nueva perspectiva, puesto que investigaciones del proyecto emergente de guayule del Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CNIZA) y de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) han mostrado que el guayule podría ser cultivado exitosamente en muchas tierras donde el suministro de agua de riego es insuficiente para la producción agrícola.

Sin embargo, a pesar de las características sobresalientes del guayule, presenta limitaciones en su capacidad de adaptación definitiva y, como consecuencia, una producción tardía de hule.

Estos problemas se pueden resolver si se tiene una planta de guayule con características muy sobresalientes, como en el género *Parthenium* en el cual se encuentran 17 diferentes especies con una gama de variabilidad de características agronómicas deseables. Para introducir estas características al *Parthenium argentatum* (guayule) es necesario realizar cruces interespecíficas, sobre las cuales se trabajó en la presente investigación.

REVISION DE LITERATURA

El guayule *Parthenium argentatum* fue descubierto por J.M. Bigelow, en septiembre de 1852 y clasificado botánicamente por el profesor Aza Gray. Es muy probable que el hule obtenido de arbustos silvestres de guayule era conocido desde antes de la conquista por nuestros antepasados indígenas, ya que entre las razas nativas era muy común el juego de pelota, para el cual se utilizaba hule (Patoni, 1917).

El porcentaje de hule en las plantas de guayule es la característica que destaca su importancia, y por lo cual se han introducido a programas de mejoramiento y a muchos estudios de naturaleza diversa.

Naqvi (1985) estudió 19 líneas de guayule que fueron cultivadas durante cuatro años, bajo las mismas condiciones agronómicas; les determinó el porcentaje de hule para ver la amplitud de variabilidad en contenido de hule, en peso seco entre y dentro de estas líneas.

Los resultados indicaron en estas líneas, un rango en el contenido de hule de 3 a 7 % que fue significativamente diferente al 5 % de probabilidad. Además, las plantas de la mayoría de las líneas difieren entre sí con un nivel de significancia del 1 %, lo que sugiere que el mejoramiento de líneas no fue uniforme y que requiere de mejor selección y evaluación. Sin embargo, se menciona que si estas diferencias son heredables, puede avanzarse hacia el desarrollo de variedades más productoras de hule mediante un selectivo y juicioso programa de mejoramiento.

Tipton y Gregg (1982) señalan que los depósitos de hule en guayule se encuentran, en primer lugar, en las células del parénquima, en los rayos vasculares del tallo y raíces. Indican, además, que el estrés por frío o sequía estimulan la biosíntesis de hule. En una evaluación realizada en 10 poblaciones de guayule, encontraron una variación de 7.5 a 15.9 % (en base o peso seco). Se piensa que algunos factores que afectan en la concentración de hule son la edad o efectos ambientales, sin embargo, en este trabajo se reportan plantas con un 20 % de hule, y anexas a plantas vecinas con sólo 15.5 %, lo cual podría indicar que las diferencias son genéticas más que ambientales.

Miller y Backhaus (1985) realizaron un trabajo en el que obtuvieron datos que muestran que la ploidía no está relacionada con el contenido de hule *per se*, por lo tanto, sugieren que la variación observada, que ocurre naturalmente en las plantas, puede ser una consecuencia de factores ecológicos, posiblemente nutrición mineral, relaciones de agua, sustrato geológico y longitud del clon. El porcentaje de hule en las plantas estudiadas varió de 3.60 a 22.8 %, la resina varió de 2.52 a 9.8 %, ambos en peso seco de los tejidos de la planta. El contenido medio de hule fue de 13.1 %, y se encontró que los arbustos diploides de guayule acumulan porcentajes de hule superiores al 15 % del peso seco. El porcentaje de hule aparentemente no está relacionado a la ploidía.

Probablemente la mayor importancia que tiene la hibridación interespecífica en general, está relacionada con las posibilidades de transferir caracteres de las plantas silvestres a las cultivadas, ya que las primeras están en un medio en el que sólo pueden sobrevivir cuando tienen caracteres fisiológicos y morfológicos que les permiten competir con otras plantas, resistir períodos de sequía, frío, calor, exceso de humedad y llegar a reproducirse, aún cuando estén afectadas por tales factores ecológicos, o bien por daños causados por insectos y organismos patógenos (Brauer, 1983).

Desde el punto de vista genético, lo anterior significa, señala Brauer (1983) que cuando las especies silvestres sobreviven a medios adversos, están sometidos a una selección natural y van acumulando en su germoplasma genes que

les dan ventajas de sobrevivencia bajo tales condiciones adversas; la utilización de los caracteres de resistencia en los materiales silvestres ha servido al hombre para acelerar la obtención de nuevas variedades, más útiles.

Reyes (1985) menciona que existen barreras que impiden la hibridación interespecífica natural, las cuales pueden ser simples, como la falta de coincidencia de las épocas de floración entre las especies o la morfología de la corola, entre otras cosas, pero éstas se pueden superar sin ninguna dificultad, realizando cruzamientos artificiales. Sin embargo, lo más frecuente es que estas barreras morfológicas no se presentan solas, como se indica, sino con otras, tales como: inhibición del crecimiento del tubo polínico o bien desequilibrio genético, que puede observarse desde la formación hasta la falla posterior de la semilla. Puede suceder que algunas semillas provenientes del cruzamiento germinen, o bien haya un desarrollo normal de las plantas, pero éstas, posteriormente, producirán gametos estériles.

La hibridación interespecífica en el género *Parthenium*, resulta de particular interés puesto que se pueden incorporar características importantes de otras especies a *P. argentatum*.

Por lo tanto, existe una gran variedad de trabajos en los que han tenido un gran éxito las hibridaciones interespecíficas en *Parthenium* y entre ellos existe el trabajo de Estilal et al. (1985), que obtuvo híbridos F₁ de la cruce de *P. argentatum* que produce hule, con *P. schottii* especie que aunque no produce hule, tiene otras características deseables como: rápido crecimiento, mayor altura y cobertura. Se encontró que estos híbridos fueron morfológicamente variables y generalmente intermedios entre los dos progenitores con respecto a tamaño de la hoja, de capítulo y longitud de pedúnculo.

Naqvi (1982) realizó cruces interespecíficas de *P. argentatum* con cuatro especies que fueron seleccionadas por presentar algunas características deseables. Estas especies fueron Mariola (*P. incanum*), la cual es más vigorosa que el guayule y más adaptable a diferentes condiciones de suelo; *P. fruticosum*, arbusto alto que se desarrolla rápidamente y puede dar un aumento en volumen; *P. tomentosum*, que es una especie arbórea que provee mayor vigor; y *P. confertum*, especie con un amplio hábitat y facilidad de adaptación a la cosecha mecánica. La mayoría de los híbridos obtenidos mostraron características intermedias entre los dos progenitores en la morfología general, biomasa y química total.

En otros estudios Youngner et al. (1986) obtuvieron diferentes híbridos F₁ fértiles entre guayule y las siguientes especies: *P. tomentosum*, *P. fruticosum*, *P. schottii*, *P. incanum*, *P. rollinsianum* y *P. alpinum*. La mayoría de éstas han sido llevados hasta retrocruza y generaciones F₂. Otra cruce que incluyeron fue la de *P. argentatum* y *P. integrifolium* y también obtuvieron híbridos, que fueron estériles, debido a las diferencias cromosómicas entre padres.

Otros investigadores que realizaron hibridaciones entre *P. argentatum* y *P. schottii* fueron Naqvi y Youngner (1984) con el fin de estudiar la herencia del contenido de hule y rasgos morfológicos de la progenie, encontraron que los híbridos F1 producidos fueron intermedios en tamaño, vigor y rasgos morfológicos, así como en el contenido de hule, pero aunque el porcentaje de hule en los híbridos haya sido menor que en el guayule *P. argentatum*, la cantidad total de hule en éstos es mayor, debido a la compensación en incremento en biomasa. En relación a la calidad de hule, el guayule mostró un peso molecular de, aproximadamente, 2 millones de g/mol, mientras que *P. schottii* mostró un bajo peso molecular inferior a 2,000 g/mol. En los híbridos no se realizó el estudio de la calidad de hule. Según las características generales de estos híbridos se puede decir que su herencia fue simple Mendeliana con codominancia.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el invernadero y laboratorio del Programa de Guayule de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante el período comprendido de 1988-1990.

El material genético utilizado en este estudio fue un grupo de plantas diploides de la especie *Parthenium argentatum* productora de hule, con reproducción sexual y autoincompatibles; además se utilizaron cuatro plantas de la especie *P. lozanium*, cuyas características son crecimiento rápido y mayor producción de biomasa. Las dos especies provienen del Programa de Guayule de la UAAAN.

Las semillas de estas dos especies se colocaron en cajas petri para su germinación, después de un crecimiento de 20 días; se trasplantaron individualmente en macetas de 50 x 30 cm, después de llenarse con tierra cribada y fumigada con bromuro de metilo; se regaron constantemente y se le aplicó urea, para obtener un excelente crecimiento y desarrollo. Estas semillas se mantuvieron juntas en el invernadero.

Metodología de crecimiento

Cuando las plantas diploides de *P. argentatum* se encontraban florecando, se procedió a verificar si eran autoincompatibles ya que Gerstel, (1950), menciona que en las plantas de guayule diploide opera un sistema de autoincompatibilidad esporofítica, por lo cual se provocó la autofecundación de las plantas, en las inflorescencias jóvenes, de manera que al madurar el polen cayera en su propio estigma. Cuando la semilla maduró se colectaron suficientes aqenios de cada planta, se escarificó manualmente y se procedió a hacer una prueba de germinación, de la cual resultó que todos los aqenios fueron vanos.

En seguida, cuando todas las plantas se encontraban floreado, se procedió a realizar los cruzamientos. La polinización se realizó manualmente, solamente en un sentido, tomando las plantas diploides de *P. argentatum* como hembras y las de *P. lozarianum* como machos. Como no se hicieron emasculaciones el polen se pasó directamente de *P. lozarianum* a *P. argentatum*. Esto se realizó de la siguiente manera: de las plantas que se tomaron como machos, se cortaron inflorescencias con polen maduro, listo para fecundar; se llevaron y sacudieron directamente, encima de inflorescencias con flores maduras y listas para ser fecundadas en las plantas *P. argentatum* que se tomaron como hembras; posteriormente cada florecilla polinizada se colocó en una bolsa de celofán etiquetada.

El período de los cruzamientos duró el tiempo que permanecieron floreado las plantas, posteriormente, después de 20 a 30 días se recolectaron las inflorescencias con la semilla ya madura y se colocaron en bolsa de celofán, con su respectiva etiqueta.

La semilla proveniente de la cruce ya escarificada se sembró en vasos de nieve seca que contenían tierra, la cual se preparó con una parte de arena, otra de hojarasca y tierra de pino. En este proceso se obtuvo una germinación de un 90 %. Posteriormente, para evitar desarrollo de patógenos a las plántulas se les hicieron aplicaciones periódicas de Benlate al 0.7 gr en un litro de agua.

Al mismo tiempo que la semilla híbrida se sembró en diferentes macetas, semilla de los dos progenitores. Cuando las plántulas tuvieron una altura de 6 cm aproximadamente, se pasaron plantas individuales en bolsas de plástico negro de 10 cm de ancho por 15 cm de largo, con tierra preparada y fumigada; ahí permanecieron hasta que las plantas alcanzaron una altura aproximada de 15 a 20 cm; posteriormente se pasaron a bolsas más grandes, de 50 cm de largo x 30 cm de ancho. Tanto híbridos como progenitores permanecieron en el invernadero.

Cuando las plantas de híbridos y progenitores empezaron a florcer y soltar polen, se procedió a analizar la viabilidad estimada, a través de una prueba de tinción de polen para lo cual se utilizó la técnica descrita por Hashemi *et al.* (1987).

Cuando las plantas de híbridos y progenitores tuvieron alrededor de 18 meses de edad se tomaron las siguientes mediciones por planta individual: altura de planta, cobertura, largo y ancho de nueve hojas por planta, longitud de pedúnculo, e inflorescencia más alta.

Cuando las plantas de híbridos como de progenitores tuvieron 28 meses, se procedió a analizar su contenido de hule y resina por el método de Soxhlet, descrito por Angulo *et al.* (1981).

En este trabajo, además de conocer que porcentaje de hule presentaban tanto híbridos como progenitores, se realizó el análisis de calidad del hule, por medio del análisis de peso molecular por cromatografía de líquidos según Angulo et al. (1981).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedios de diferentes características agronómicas de *P. argentatum* x *P. lozanium* se muestran en el cuadro 1. Para el primer progenitor, que es el guayule, el porcentaje de hule varió entre 5.3 % a 7.54 %, con un promedio de 6.75 %, entre las plantas individuales evaluadas, lo que indica que existen diferencias de contenido de hule entre las plantas utilizadas. El porcentaje de hule registrado para el progenitor *P. lozanium* fue mínimo, ya que sus valores oscilaron entre 0.46 % a 0.65 %, con una media de 0.56 %; entre las plantas individuales estudiadas de esta especie, no se mostraron diferencias muy amplias en cuanto al contenido de hule.

El progenitor *P. argentatum* registró un 1105.35 % de contenido de hule superior al de *P. lozanium*. Esta cruce mostró una variación amplia de 3.43 a 5.95 %, en cuanto a su porcentaje de hule, con un promedio de 4.55 %. Aunque en el progenitor *P. lozanium* el porcentaje de hule fue mínimo, los híbridos heredaron un contenido relativamente alto.

En comparación con el progenitor *P. argentatum* los híbridos produjeron un promedio bajo de porcentaje de hule, mientras que respecto a su progenitor *P. lozanium*, el porcentaje fue mayor. Esto pudo deberse, también, a que los híbridos heredaron el 50 % de la constitución genética de *P. argentatum* y un 50 % de *P. lozanium*, por lo tanto, la acción génica que controla la producción de hule fue diluida, manifestando herencia intermedia, por lo cual, para aumentar el porcentaje de hule en estos híbridos, es necesario establecer un programa de mejoramiento por medio de retrocruzas hacia el progenitor guayule.

Naqvi y Youngner (1984) consideran que el peso molecular es un indicativo de la calidad del hule y que es aceptable cuando supera a un valor de un millón. En este sentido, los híbridos y progenitores se analizaron con este criterio y se encontró que el peso molecular para *P. argentatum* fue de 1.95×10^6 gr/mol mientras que para *P. lozanium* fue de 2.27×10^6 gr/mol; para los híbridos obtenidos de esta cruce, el peso molecular fue de 2.21×10^6 gr/mol. Esto demuestra que los dos progenitores tienen buena calidad de hule y que esta característica fue heredada a los híbridos.

Varios investigadores Estilaf (1985), Naqvi (1984), Hashemi (1986) sugieren realizar retrocruzamientos y selección hacia el progenitor guayule, para aumentar el porcentaje y calidad del hule en la progenie.

Cuadro 1. Promedio de diferentes características agronómicas de los progenitores *P. argentatum* y *P. lozanium* y sus híbridos F₁.

Progenitor	Hule (%)	Resina (%)	Altura de planta (cm)	Cobertura de planta (cm)	Hoja (cm)	Flor		Tinción de polen (%)	
						Long. pedúnculo	No. Flores/ pedúnculo		
<i>P. argentatum</i>									
1	7.52	10.34	50.0	46.0	6.32	1.97	14.0	2	90.90
2	6.42	7.56	46.0	38.0	5.03	1.15	11.7	4	92.85
3	5.33	7.22	43.0	40.2	6.48	2.05	12.0	3	91.92
4	7.54	9.34	43.1	38.4	7.53	1.90	14.3	6	89.93
5	5.70	8.30	50.0	46.2	4.88	1.38	14.3	4	98.03
6	7.28	10.10	43.0	40.0	5.86	1.70	15.5	3	89.71
7	7.52	8.78	50.0	45.0	5.68	1.78	10.5	3	96.42
8	--	--	50.0	44.0	6.13	1.46	10.3	2	89.47
X	6.75	8.80	46.88	42.22	5.98	1.67	12.82	3.37	92.40
DS	0.94	1.19	3.46	3.43	0.84	0.31	1.94	1.30	3.21
<i>P. lozanium</i>									
1	0.65	4.60	118	89.5	11.6	8.93	12.1	3	80.88
2	0.46	4.93	110	82.0	7.60	5.55	11.6	3	84.32
3	0.57	6.36	100	79.6	5.68	3.07	8.0	4	80.76
X	0.56	5.29	109.33	83.7	8.29	5.85	10.56	3	81.76
DS	0.09	0.93	7.36	5.16	3.02	2.94	2.23	0.57	2.0

Cuadro 1... Continuación

Híbridos P.a. x P. l.	Hule (%)	Resina (%)	Altura de planta (cm)	Cobertura de planta (cm)	Hoja (cm)		Flor (cm)		Tinción de polen (%)
					Long. ancho	Long. ancho	No. flores/ pedúnculo	Long. pedúnculo	
1	4.78	6.25	55.66	40.83	4.92	1.57	14.44	4	87.05
2	3.43	6.71	46.00	30.00	5.90	1.66	9.66	4	89.80
3	4.42	6.71	72.00	46.25	5.59	1.59	15.71	4	87.19
4	4.16	6.94	68.16	56.16	5.67	1.53	13.61	4	90.32
5	4.26	7.71	71.00	67.50	6.48	1.46	23.00	5	84.00
6	4.31	7.43	59.40	49.38	5.58	1.87	17.76	3	91.93
7	5.95	9.04	55.00	54.00	5.83	1.58	20.30	4	88.48
8	4.13	7.97	61.25	37.25	5.45	1.65	17.40	4	90.42
9	5.50	9.64	84.00	39.50	6.05	2.31	27.30	3	86.76
10	4.57	9.66	64.33	49.16	5.07	1.60	16.63	4	90.10
11	--	--	67.35	44.42	5.07	2.16	9.56	4	87.74
X	4.55	7.80	64.01	46.76	5.60	1.72	16.85	4	88.52
DS	0.71	1.25	9.74	9.76	0.44	0.26	5.06	0.51	2.25

Kuruvadi *et al.* (1987) menciona que el segundo producto de importancia económica en el guayule es la producción de resinas, que fue de 8.80 % para *P. argentatum*, mientras que para *P. lozanium* fue un valor medio de 5.29 %. Los híbridos tuvieron un promedio de resinas de 7.80 %.

Por lo que respecta a la altura de las plantas, las de *P. argentatum* manifestaron un promedio de 46.88 cm, mientras que las de *P. lozanium* presentaron una altura promedio de 109.33 cm, mientras que los híbridos tuvieron una media de 64.01 cm. En general, los híbridos fueron más altos y tuvieron mayor velocidad de crecimiento que el guayule, ya que todas las plantas se desarrollaron en las mismas condiciones ambientales, lo cual indica herencia simple con dominancia completa de *P. lozanium*.

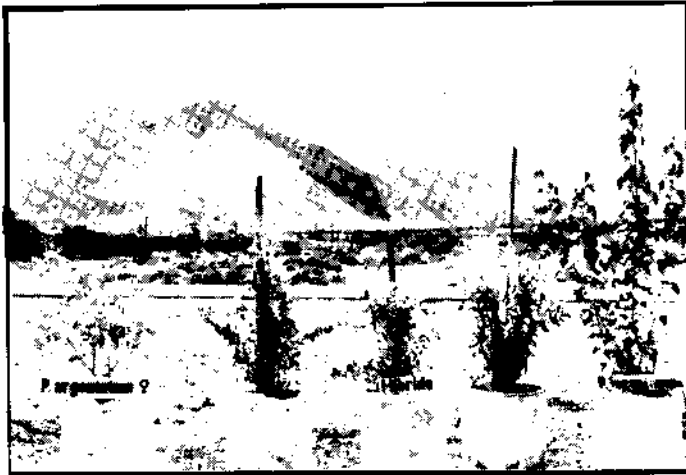
En este tipo de cruza interespecíficas en el género *Parthenium*, es muy importante aumentar la altura y la cobertura. En esta cruza se incrementó más la altura que la cobertura y, además, hubo una gran variación en los híbridos de estas dos características lo cual puede servir para una selección y retrocruzamiento de los mejores genotipos.

El tamaño de hojas por planta de *P. argentatum* fue de 5.98 cm de longitud, y 1.67 cm de ancho, mientras que *P. lozanium* tuvo un promedio de longitud de hoja y ancho de 8.29 cm y 5.85 cm, respectivamente; para los híbridos, las medias fueron de 5.60 cm de longitud, y 1.72 cm de ancho.

Respecto a la característica longitud de pedúnculo los híbridos presentaron un efecto positivo en el incremento, en comparación con sus dos progenitores. Esto, quizás, se deba a la gran variabilidad que se presentó en la progenie de esta cruza.

El análisis de viabilidad de polen, estimado mediante una prueba de tinción reveló que el progenitor *P. argentatum* tuvo un promedio alto de viabilidad de polen de 92.40 %, *P. lozanium* de 81.76 %, mientras que los híbridos manifestaron un promedio de tinción de polen de 88.52 %. De acuerdo al alto porcentaje éstos pueden ser muy útiles para obtener semilla viable y así, establecer un buen programa de mejoramiento por medio de retrocruza.

Los híbridos presentaron una variación en cuanto a su apariencia morfológica, ya que hubo algunos híbridos que tuvieron, más similitud con su progenitor *P. lozanium* (Figura 1), respecto a su hábito de crecimiento, color, forma y textura de la hoja, y forma de inflorescencia (Figura 2). También hubo híbrido que fueron más similares a *P. argentatum* en hábito de crecimiento, forma de la hoja, color y textura, incluyendo forma de inflorescencia, sin embargo, también los hubo con características muy peculiares; aunque éstas fueron pocas, sobresalen porque presentan hojas muy largas, con bordes lisos y, además, presentaron un pedúnculo de inflorescencia muy largo, diferente al de sus dos progenitores.



A



B

Figura 1. A) Progenitor *P. argentatum* izquierda, a la derecha *P. lozanianum*, y al centro sus tres híbridos F1.

B) Un acercamiento de los mismos tres híbridos.

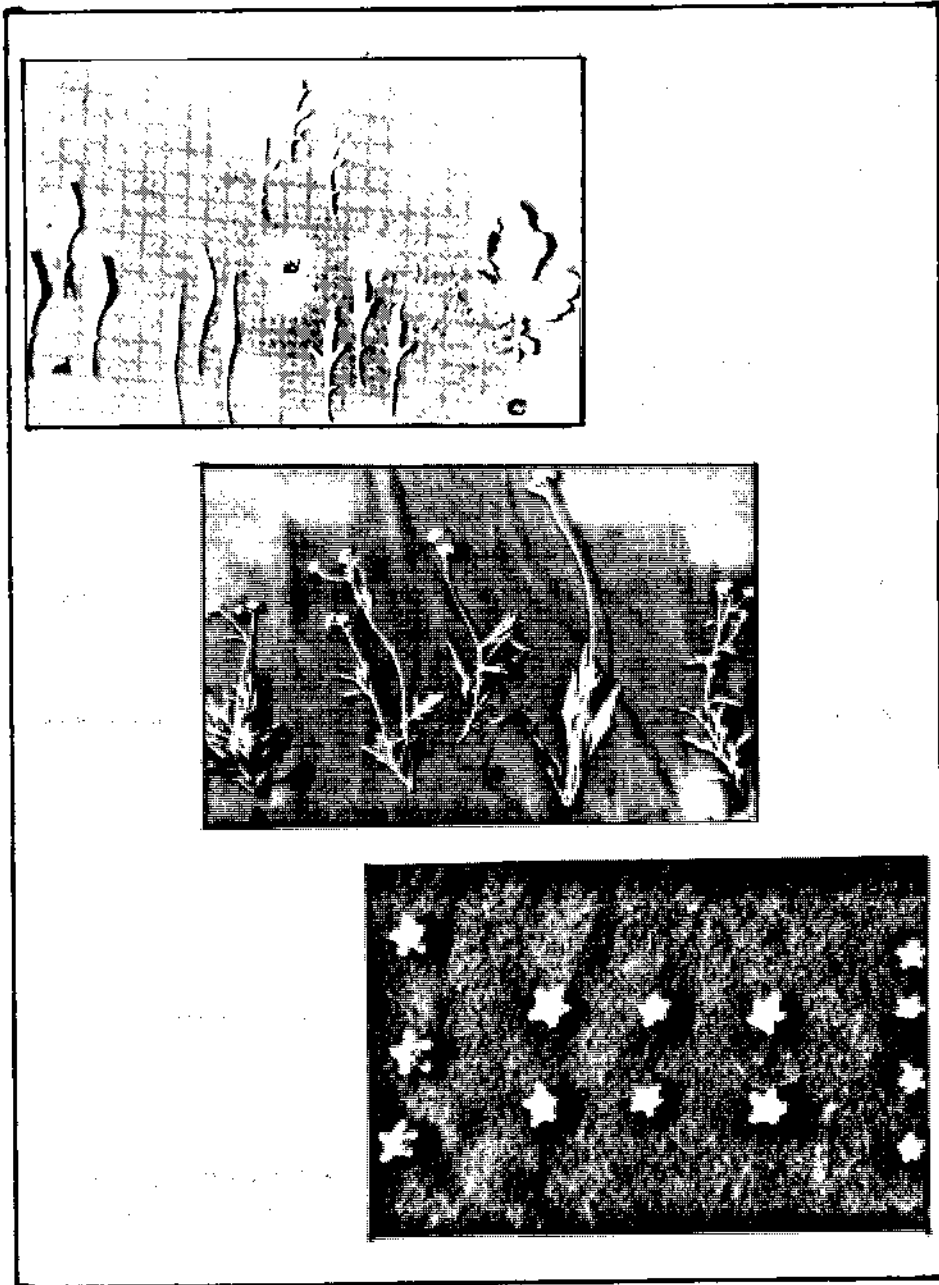


Figura 2. Características morfológicas de hojas, inflorescencias y flores de progenitores e híbridos. A) *P. argentatum*, izquierda; B) Tres híbridos diferentes centro; C) *P. lozanianum* derecha.

En general, la cruce interespecífica entre estas dos especies pueden traer buenos resultados, como se muestra en esta investigación, ya que se obtuvieron plantas híbridas vigorosas con hule y, además de buena calidad, por lo que se deduce que hay una gran afinidad entre *P. argentatum* y *P. lozanium*; por lo tanto es posible que los híbridos puedan ser utilizados en programas de mejoramiento por medio de retrocruzas, para desarrollar cultivares con mayor velocidad de crecimiento, que puedan producir más biomasa por hectárea y mayor porcentaje de hule por planta.

CONCLUSIONES

1. Existe una gran afinidad entre la especie *P. argentatum* y la especie *P. lozanium*, indicada por la facilidad con que fueron obtenidos los híbridos de la cruce interespecífica, realizada entre ambas especies.
2. La mayoría de los híbridos manifestaron características morfológicas intermedias respecto a sus progenitores.
3. El contenido de hule en los híbridos fue mayor en comparación, del progenitor *P. lozanium* y menor en comparación del progenitor *P. argentatum*.
4. Los híbridos obtenidos de las cruces pueden utilizarse en programas de mejoramiento por medio de retrocruzas, para desarrollar cultivares con mayor velocidad de crecimiento y, por lo tanto, mayor cantidad de biomasa por hectárea y mayor porcentaje de hule por planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Angulo S., J.L., L.L. Jiménez y E. Campos. 1981. Storage hardening and "abnormal" groups in guayule rubber. *J. Appl. Polym. Sci.* 26: 1511-1517.
- Brauer H., P. 1983. *Fitogenética Aplicada*. Editorial Limusa. México p. 283-312.
- CIQA. 1977. Reencuentro en el desierto CIQA Centro de Investigación en Química Aplicada, perteneciente al programa para la creación del Centro de Investigación. Saltillo, Coahuila, México. p. 27-70.
- Estilal, A., A. Hashemi y V.B. Youngner. 1985. Genomic relationship of guayule with *Parthenium schottii*. *Amer. J. Bot.* 72 (10): 1522-1529.
- Gerstel, D.W. 1950. Self-incompatibility studies in guayule. II Inheritance Genetics. 35: 482-506.

- Hashemi, A., A. Estilal, J.E. West y J.G. Waines. 1987. Relationship of woody *Parthenium argentatum* an Horccous *P. hispidum auriculatum* (Asteraceae). Amer. J. Bot. 74 (9): 1350- 1358.
- Hashemi, A., J.E. West y J.G. Waines. 1986. Chromosome pairing and pollen fertility in interspecific hybrids of species of *Parthenium* (Asteraceae). Amer. J. Bot. 73 (7):
- Kuruvadi, S., E.C. Cárdenas y A. López B. 1987. Comparative study of diploid and tetraploid guayule for rubber and other quantitative characters. El Guayulero.
- Miller, M.J. y R.A. Backhaus. 1985. Rubber content in diploid guayule *Parthenium argentatum* chromosomes, rubber variation and implications for economic use. Economic Botany 40 (3). 366-374.
- Naqvi, H.H. 1982. Interspecific hybridization between *P. argentatum* (guayule) and *P. schottii* and *P. integrifolium*. Guayulero 4 (1): 10-12.
- Naqvi, H.H. y V.B. Youngner. 1984. Inheritance of rubber content and morphological traits in F1 hybrids between *P. argentatum* (guayule) and *P. schottii*. Bulletin of the Torrey Botanical Clut. 111 (3): 377-382.
- Naqvi, H.H. 1985. Variability in rubber content among USDA guayule lines. Bulletin of the Torrey Botanical Clut. 112 (2): 196-198.
- Patoní, C. 1917. El guayulero *Parthenium argentatum* Gray. Secretaría de Fomento, Colonización e Industria. Dirección de Agricultura. México. pp. 10-12.
- Reyes C., P. 1985. Fitogenotecnia Básica y Aplicada. AGD. Editor, S.A. México. p. 189-196.
- Tipton, J.L. y E.C. Gregg. 1982. Variation in rubber concentration of native Texas guayule. Hort. Science. 17(5): 742- 743.
- Youngner, V.B., H.H. Naqvi, J. West y A. Hashemi. 1986. *Parthenium* species of potential use in the improvement of guayule, *Parthenium argentatum*. Journal of Arid Environments. 11: 97-102.

EVALUACIÓN DE DOSIS DE INÓCULO DE *Fusarium oxysporum* EN FRESA EN TRES DIFERENTES TAMAÑOS DE MACETA

Pedro A. Dávalos González¹
Alfonso López Benítez²
Jesús Castro Franco³
Gustavo Olivares Salazar⁴

RESUMEN

En condiciones de invernadero se evaluó la respuesta de los cultivares de fresa Chandler y Fresno (sembrados en tres tamaños de maceta), a la inoculación con *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*, con las siguientes concentraciones de suelo e inóculo del patógeno, respectivamente: 100:0, 92:8, 84:16 y 76:24.

Ambos cultivares fueron susceptibles a *F. oxysporum*. El índice de enfermedad promedio aumentó, pero no proporcionalmente, en la medida que se incrementó la concentración del hongo. A mayor concentración de éste, se tuvo mayor rapidez en la manifestación de la enfermedad.

Las plantas sembradas en diferentes tamaños de maceta, pero con igual concentración de inóculo, tuvieron índices de enfermedad similares. Ello sugiere, que en la expresión de la enfermedad es importante cierta concentración de inóculo, la que debe mantenerse constante, independientemente del tamaño de la maceta, para inducir el nivel de enfermedad deseado.

Palabras clave adicionales

Fusarium oxysporum f. sp. *fragariae*, Fresa, Inoculación, Resistencia.

1. Tesista Maestría

2 y 4. Ph. D. y M.C. Maestros-Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.

3. Investigador de Fitopatología en el CIFAP-Guanajuato.

INTRODUCCIÓN

La pudrición de la raíz y corona, causada por *Fusarium oxysporum*, es la principal enfermedad del cultivo de la fresa en México. Ocasiona bajas importantes del rendimiento, que pueden ser hasta del 50%; merma la calidad de la fresa y acorta el ciclo productivo de la huerta.

El control genético de *F. oxysporum*, mediante cultivares resistentes, sería la opción ideal; sin embargo, entre el germoplasma mundial hay poca probabilidad de encontrar algún cultivar de fresa resistente a ese patógeno y con posibilidades de adaptación a las áreas productoras de México.

Durante el proceso de mejoramiento para resistencia a determinada enfermedad, una técnica de inoculación artificial eficiente es fundamental.

Las técnicas de inoculación de *Fusarium sp* para inducir la enfermedad en diversos hospederos han consistido, básicamente, en cultivar las plantas en suelos infestados con el patógeno (inoculación natural), o provocar la enfermedad inoculando artificialmente. Esta última es la más empleada actualmente, porque permite tener una mejor uniformidad en la cantidad de inóculo aplicada y se reducen los riesgos de escape (Russell, 1978).

La inoculación con suspensión de esporas consiste en sumergir las raíces del hospedero en una solución de esporas y, después, sembrarlo en suelo estéril. Esta metodología ha sido empleada, con éxito, para inducir la enfermedad provocada por diversas formas especiales de *F. oxysporum* (Hida y Ashizawa, 1985 y Winks y Williams, 1985).

El método de inoculación al suelo ha sido el más efectivo para inducir la enfermedad por *Fusarium sp.*, en algunas especies de plantas (Awuah *et al.*, 1986 y Hart y Endo, 1978, 1981).

Cuando se usa el método anterior, una de las variantes usadas consiste en distribuir directamente al suelo una suspensión de macroconidios y microconidios de *Fusarium sp.*; inmediatamente después o luego de un período corto, se siembra el hospedero. Con esta metodología se han encontrado mayores grados de enfermedad en apio (Hart y Endo, 1981).

Otra variante cuando se inocula al suelo, es mezclarlo con un sustrato previamente utilizado para la multiplicación de *Fusarium sp.*; como sustratos, se han utilizado triturados de: maíz + harinolina, avena y mijo. (Awuah *et al.*, 1986; Scott y Futrell, 1970 y Stephens *et al.*, 1989).

Para el caso de *F. oxysporum* en fresa, existe información preliminar en México sobre el método de inoculación adecuado para inducir la enfermedad. En base a lo anterior, el presente trabajo tiene los objetivos siguientes:

1. Afinar el método de inoculación al suelo, así como la concentración de inóculo, que induzcan un índice de enfermedad alto.
2. Comparar la respuesta a la inoculación al usar tres tamaños de maceta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivares. Se seleccionaron los cultivares Chandler y Fresno, por haber mostrado diferente grado de susceptibilidad a *Fusarium*, en condiciones de campo.

Aislamiento y purificación de *Fusarium*. El patógeno se aisló de plantas de fresa con síntomas de la enfermedad, colectadas en Irapuato, Gto. El tejido infectado se sembró en medio de cultivo PDA, al que se le agregaron 100 ppm de estreptomycin. Después de cinco días de la siembra, se seleccionó una caja que presentó el crecimiento característico de *Fusarium* y para su purificación, se transfirió a PDA mediante la técnica del rallado superficial.

Producción de inóculo. El *Fusarium* ya purificado, se sometió a una primera incrementación masiva, en el medio de cultivo y con la técnica descrita anteriormente.

Después de la primera incrementación, el contenido de cada caja se licuó por 20 segundos en 200 cc de agua destilada estéril y se distribuyó en bolsas de polietileno que contenían 600 g de sustrato formado por 450 g de maíz molido + 150 g de harinolina. Después de que esas bolsas permanecieron por dos a cuatro meses, a temperatura ambiente de laboratorio (24 a 26°C), se utilizó el inóculo.

Inoculación. Antes de efectuar la inoculación, la cantidad total de inóculo se vació en una bolsa grande y se mezcló cuidadosamente para homogeneizar la concentración del hongo. Después, el inóculo se distribuyó alrededor de las raíces de las plantas y se mezcló con tierra de hojarasca esterilizada con bromuro de metilo.

Descripción de tratamientos y procedimiento experimental. En el ensayo se tuvo un arreglo factorial de tratamientos. El factor A fueron los cultivares Chandler y Fresno, el factor B se asignó al tamaño de la maceta: 900, 600 y 300 cc de capacidad, y el factor C fueron las dosis de inóculo de 0, 50, 100 y 150 g por maceta de 900 cc; 0, 33, 66 y 99 g por maceta de 600 cc; y 0, 17,34 y 51 g de inóculo por maceta de 300 cc; para los tres tamaños, la dosis en gramos fue equivalente al porcentaje por volumen de suelo a inóculo: 100 a 0, 92 a 8, 84 a 16, y 76 a 24, 25% respectivamente.

Se usó un diseño completamente al azar, con dos repeticiones y parcela experimental de cuatro plantas. La estimación del daño de *Fusarium* se hizo mediante el siguiente índice, el cual se adaptó de Bringham et al. (1966) y Kim et al., (1982):

Valor	Descripción
0	Planta aparentemente sana
1	Ligera reducción del crecimiento
2	Plantas con notorio achaparramiento
3	Planta marchita con probabilidad de sobrevivencia.
4	Planta marchita con probabilidad de muerte.
5	Planta muerta

Con el índice descrito se calificaron tres veces las plantas durante los 75 días que duró el ensayo. La suma de las tres lecturas fue el índice de enfermedad. El rango de enfermedad varió de $0 + 0 + 0 = 0$, es decir, ausencia de enfermedad en las tres lecturas, a $5 + 5 + 5 = 15$ que representaría la muerte de la planta desde la primera lectura.

Análisis Estadístico. El índice de enfermedad se sometió al análisis de varianza. Como sólo resultó significativo la concentración de inóculo, se hizo un análisis de tendencia a través de polinomios ortogonales. De acuerdo con esta metodología presentada por Snedecor y Cochran (1984) y Steel y Torrie (1986), se determinó el grado de polinomio y con ello se obtuvo la ecuación de predicción.

RESULTADOS

El análisis de varianza para el índice de enfermedad presentó diferencias estadísticas altamente significativas, debidas a la concentración de *F. oxysporum*. No hubo efecto de ningún otro factor solo o interacción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadrados medios para el índice de enfermedad del experimento dos.

F.V.	G.L.	C.M.
Tratamientos	23	67.75883**
Cultivares	1	0.2551833ns
Tamaño de maceta	2	2.3945188ns
Concentración	3	510.2795**
Cult. x tamaño maceta	2	1.3939ns
Cult. x Conc.	3	1.9114722ns
CxTxC	6	1.7669202 ns
E. Exp.	24	1.4479167
		C.V. = 12.46%

*, **: Significativo al .05 y 0.1 de probabilidad, respectivamente.

En lo referente a las concentraciones de inóculo, se observó que, en los tres tamaños de maceta, el índice de enfermedad aumentó progresivamente, aunque no de manera proporcional, conforme se incrementó la concentración de *Fusarium* utilizada.

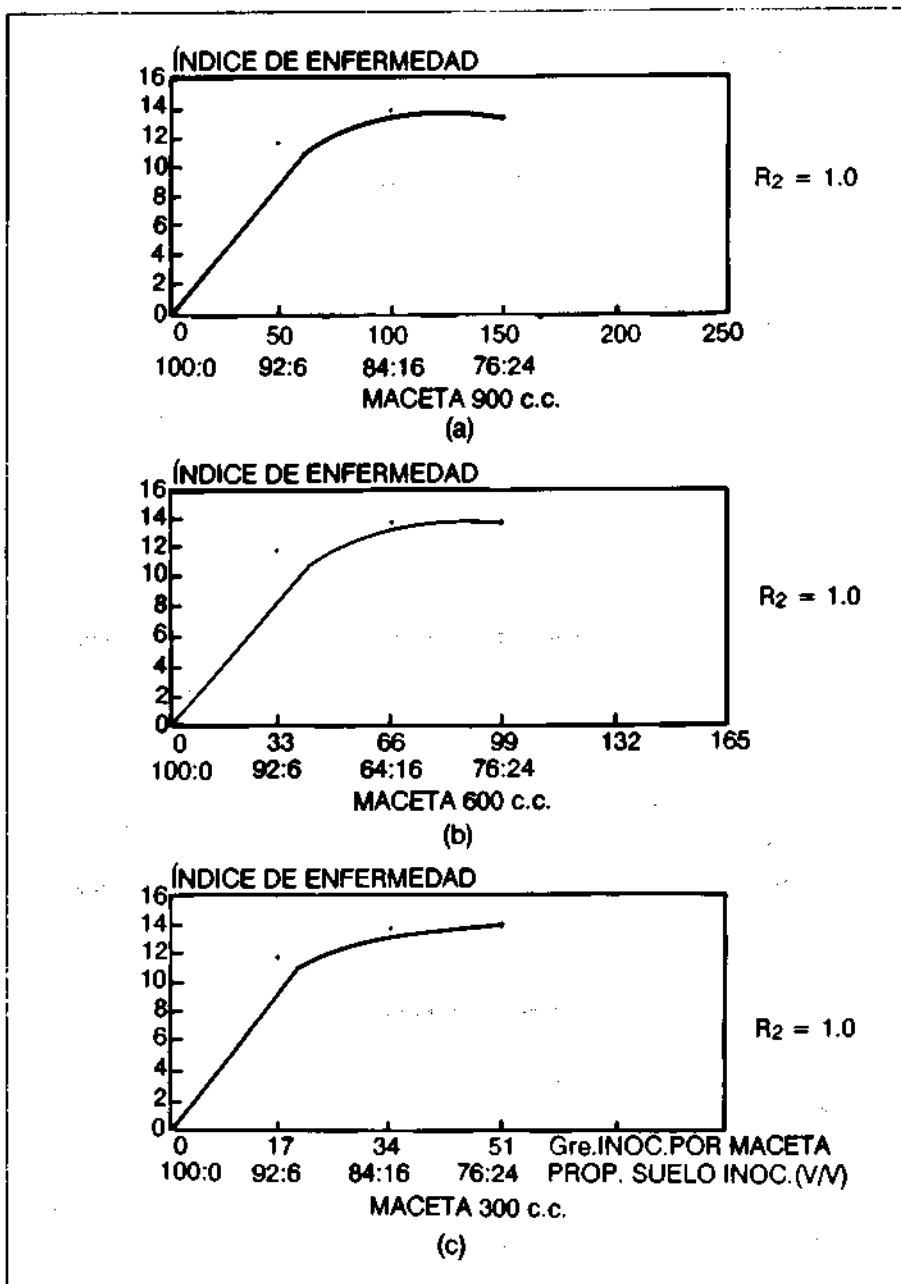
Lo importante de este caso fue que, independientemente del tamaño de la maceta, se tuvo un índice de enfermedad similar con un mismo porcentaje de inóculo. Así tenemos, por ejemplo, que las dosis de 50, 33 y 17 g por maceta, correspondió al porcentaje por volumen de suelo a inóculo 92:8, y el índice de enfermedad observada fue 12.3, 11.0 y 10.9 para esos tamaños, respectivamente. La misma tendencia en la respuesta fue observada para las otras dosis y porcentajes (Figuras a, b y c).

Con los tres tamaños de macetas utilizados se obtuvieron, desde el punto de vista matemático, respuestas cúbicas a las concentraciones de inóculo aplicado. Las curvas se ajustaron con las ecuaciones de predicción para cada tamaño de maceta, mismas que aparecen en el Cuadro 2.

DISCUSIÓN

En todas las concentraciones de *Fusarium* se tuvieron altos índices de enfermedad, aun con la menor concentración. Esto difiere de lo observado en 1987 (Castro y Dávalos, 1987), cuando dicha concentración no secó a la planta. No obstante que fueron cultivares diferentes en ambos ensayos, en 1987 se usó Tioga, considerada más susceptible que Chandler y Fresno. Pero la diferencia fundamental entre ambos ensayos fue que las plantas usadas en 1987 tuvieron mayor contenido de carbohidratos que las inoculadas en 1989. Al respecto, Kodama (1974) observó una mayor infección con *F. oxysporum* en las plantas de fresa con poca madurez. Dodd (1980) mencionó que el bajo contenido de carbohidratos en el tallo del maíz favoreció la invasión por *Fusarium moniliforme*.

En las macetas de distinto tamaño, pero con una misma proporción de suelo a inóculo, el índice de enfermedad fue semejante. Esto sugiere que lo importante es mantener esa relación crítica para inducir la enfermedad. Por consiguiente, desde el punto de vista de trabajo, es más conveniente utilizar macetas de 600 cc. Con ese tamaño se hace un uso más eficiente del inóculo y es posible trabajar con una cantidad grande de genotipos. Con la maceta de 300 cc se incrementa la eficiencia en el uso del inóculo, sin embargo, es un tanto riesgoso ese tamaño ya que, por su poca capacidad para almacenar humedad, las plantas están expuestas a mayor estrés de agua.



Figuras (a), (b) y (c). Índice de enfermedad con diferentes concentraciones de *F. oxysporum* f.sp. *fragariae* en tres tamaños de maceta (promedio de dos cultivares).

Cuadro 2. Cuadrados medios obtenidos a través de polinomios ortogonales para el índice de enfermedad con tres tamaños de maceta.

Capacidad de la maceta cc	Suma de Cuadrados			Ecuación de predicción para $0 < X_1 < 200$
	Lineal	de Cuadrático	Cuadrados Cúbico	
900	381**	156**	15**	$-0.4375 + 0.407916666 X_1 - 0.0038 X_2 + 0.000011333333 X_3$
600	380**	112**	9**	$0.140625 + 0.5337748 X_1 - 0.0071166067 X_2 + 0.000031594549 X_3$
300	367**	104**	12**	$0.296875 + 1.061272 X_1 - 0.290873078 X_2 + 0.00026502775 X_3$

** Significativo al .01 de probabilidad

CONCLUSIONES

El daño causado por *Fusarium* fue mayor con las concentraciones más altas, no obstante la curva de daño de la enfermedad mostró mayores incrementos proporcionales con las menores concentraciones y una tendencia a menores aumentos con las concentraciones más altas.

- Con los tres diferentes tamaños de maceta, se obtuvieron índices similares de enfermedad, con la condición de que se mantuviera el mismo porcentaje de inóculo por volumen de suelo.
- Los cultivares Chandler y Fresno fueron igualmente susceptibles a *F. oxysporum*.

BIBLIOGRAFÍA

- Awuah, R.T., J.W. Lorbeer y L.A. Ellerbrock. 1986. Occurrence of *Fusarium* yellows of celery caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* race 2 in New York and its control. *Plant Disease* 70 (12): 1154-1158. USA.
- Bringham, R.S., S. Wilhelm y V. Voth. 1986. *Verticillium* willi resistance in natural populations of *Fragariae chiloensis* in California. *Phytopathology*. 56:219-222. USA.
- Castro, F.J. y P.A. Dávalos G. 1987. Etiología de la secadera o pudrición de la raíz y corona de la fresa en Irapuato, Gto. XV Congreso Soc. Mexicana de Fitopatología, Morelia, Mich., México (En prensa).

- Hart, L.P. and R.M. Endo. 1978. The reappearance of *Fusarium* yellows of celery in California. *Plant Disease Reporter*. 62 (2): 138-142. USA.
- Hart, L.P. and R.M. Endo. 1981. The effect of time of exposure to inoculum, plant age, root development, and root wounding on *Fusarium* yellows of celery. *Phytopathology*. 71 (1): 77 - 79. USA.
- Hida, K. y M. Ashizawa. 1985. Breeding of radishes for *Fusarium* resistance. *Jarq*. 19(3): 190-195. Japan.
- Kim, C.H., H.D. Seo, W.D. Cho y S.B. Kim. 1982. Studies on varietal resistance and chemical control to the wili of strawberry caused by *Fusarium oxysporum*. *Korean J. Plant Prot.* 21 (2): 61-67. Korea.
- Russell. 1978. *Plant breeding for pest and disease resistance*. Butterworths. England. 485 p.
- Scott, G.E. y M.C. Futrell. 1970. Response of maize seedlings to *Fusarium moniliforme* and a toxic material extractor from this fungus. *Plant Disease Reporter*. 54 (6): 483-486. USA.
- Snedecor G.W. y W.G. Cochran. 1984. *Statistical methods*. The Iowa, University Press. Ames, Iowa, USA.
- Steel R., G.D. y J.H. Torrie. 1986. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 2 Ed. McGraw Hill. México. 622 p.
- Stephens, C.T., R.M. de Uries y K.C. Sink. 1989. Evaluation of asparagus species for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* and *F. moniliforme*. *Hort Science*. 24 (2): 365-368. USA.
- Winks, B.L. y Y.N. Williams. 1965. A wili of strawberry caused by a new form of *Fusarium oxysporum*. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Science*. 22:475-479. Australia.

GENÉTICA DE LA REACCIÓN A LA ROYA DE LA HOJA *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* EN DOS INTRODUCCIONES DE TRIGO

Alfonso López B.¹

Ismael Ibarra²

Sathyanarayanaiah Kuruvadi³

RESUMEN

La roya de la hoja de trigo causada por el hongo *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, es una de las enfermedades más destructivas de este cultivo.

Los cultivares resistentes a la roya de la hoja de trigo, el RL-6010 y el Agatha, se cruzaron con el susceptible, Inia-66, para estudiar la herencia de la resistencia de éstos al cultivo TBD-TM de roya. Las plántulas de las generaciones F1, F2 y F3 de cada cruzamiento, así como de las retrocruzas de las generaciones F1 por el progenitor susceptible, se inocularon con el cultivo de roya, previamente purificado. Los análisis genéticos indicaron que la resistencia de esos cultivares al cultivo TBD-TM de roya de la hoja está determinada por un gene que actúa en condición dominante.

Palabras clave adicionales

Puccinia recondita f. sp. *tritici*, Resistencia, herencia.

INTRODUCCIÓN

La producción de trigo en México, frecuentemente se ve afectada por la incidencia de varias enfermedades. Destacan por su importancia las royas y, en particular, la roya de la hoja causada por el hongo *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Los efectos de esta enfermedad pueden causar una disminución considerable del número de granos por espiga, del peso hectolátrico y calidad del gra-

1 y 3. Ing. M.C. y Ph.D. Maestros-Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento Div. de Agronomía, UAAAN.

2. Tesista.

no, lo que da como resultado una drástica reducción del rendimiento. Tal fue la situación en la región triguera del Noroeste de México durante el ciclo 1976-1977, donde la incidencia de una drástica epifitía de roya de la hoja redujo los rendimientos en un 65 a un 80 %. Fue común la destrucción total de las plantas donde se utilizaron cultivares más susceptibles (Dubin y Torres, 1981).

El uso de cultivares resistentes ha demostrado ser el método más efectivo y económico para controlar las royas en trigo. Sin embargo, la determinación de la forma de la herencia de los genes que condicionan la resistencia a la roya es prerequisite para llevar a cabo un programa de mejoramiento genético para resistencia a esta enfermedad (Bartos *et al.* 1969). Biffen (1905) demostró, por primera vez, la aplicación de las leyes de Mendel a características de resistencia a las royas, en trigo. Observó que la resistencia del trigo a la roya de la gluma (roya amarilla) causada por *Puccinia striiformis* la determinan un par de alelos en condición recesiva. Mains *et al.* (1926) estudiando la herencia de la resistencia a la roya de la hoja en trigo, observaron que ésta se debe a factores genéticos que se heredan independientemente.

El número de genes y el tipo de acción involucrada en la reacción a las royas puede variar según el cultivar de trigo. Ortíz y Torres (1984) concluyeron que la resistencia a la roya de la hoja en los cultivares Pavón 76, Hermosillo 77 y Nacozari 76, está determinada por un gene recesivo, dos genes que actúan en forma epistática y un gene con dominancia completa, respectivamente. El efecto de un solo gene Lr13 sobre un gran número de razas en condiciones de campo, ha sido descrito por Singh y McIntosh (1986). Este gene se encontró en el cultivar Keyna Plume y opera en condición dominante.

La resistencia poligénica en trigo a la roya de la hoja ha sido descrita por Caldwell *et al.* (1970).

Los cultivares RL-6010 y Agatha, introducidos al Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, han demostrado un alto nivel de resistencia a la roya de la hoja de esta especie, por lo que el objeto del estudio fue detectar el número de genes que determina la resistencia en estos cultivares al cultivo TBD-TM de esta enfermedad, en la región de Navidad, Nuevo León.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los cultivares resistentes RL-6010 y Agatha se cruzaron con Inia-66, el cual es extremadamente susceptible a la gran mayoría de las razas de roya de la hoja prevalentes en las regiones trigueras de México; los progenitores resistentes se utilizaron como hembras y no se hicieron cruza recíprocas. Los híbridos F1 RL-6010 x Inia-66 y Agatha x Inia-66 así obtenidos, se sembraron posteriormente con sus progenitores, para obtener las generaciones F2 y F3; así mismo las retrocruzas de cada F1 al progenitor susceptible.

El inoculo utilizado en este estudio, fue un aislamiento monopustular derivado de una colecta masal, de campo, de la región de Navidad, Nuevo León. Este aislamiento fue identificado en el laboratorio de royas del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con la fórmula virulencia/avirulencia (Lr1, 2a, 2b, 2c, 3, 3bg, 10, 13, 15, 17, + 31/9, 23, 24, 26) de roya de la hoja de trigo, la cual es designada, como TBD-TM.

La colecta de roya de la hoja fue inoculada en el cultivar Inia-66 para obtener diferentes aislamientos monopustulares, los cuales se incrementaron, separadamente, en el mismo cultivar. Estos fueron inoculados en RL-6010 y Agatha para obtener uno avirulento sobre estos mismos y virulento sobre Inia-66.

Posteriormente, tanto progenitores como cruza, se sembraron en charolas de plástico de 25 x 40 cm y se inocularon cuando tenían de una a dos hojas, con una suspensión de esporas en aceite "Soltrol 170", y se colocaron, inmediatamente después, en una cámara con una humedad relativa próxima al 100 % y a una temperatura de $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$, durante 17 horas. Al término de este período se colocaron en invernadero, a una temperatura aproximada de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de 70 a 90 %. La reacción a la roya de cada plántula se tomó 12 días después de la inoculación, según Stackman *et al* (1962).

La generación F1 se utilizó para determinar la naturaleza de la acción génica que controla la resistencia a la roya de la hoja en los cultivares resistentes. La generación F2 se empleó para conocer la distribución fenotípica de la reacción a la roya, y las familias F3 así como la generación F1 de las retrocruzas al progenitor susceptible, sirvieron para demostrar la validez del número de genes sugeridos para controlar la reacción de resistencia.

Las frecuencias fenotípicas y genotípicas observadas en las generaciones F2 y F3, así como en la F1 de las retrocruzas, se sometieron a la prueba de χ^2 (Ji cuadrada) para determinar la bondad de ajuste a las frecuencias teóricas esperadas y, así, validar estadísticamente los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los datos presentados en el Cuadro 1, los tipos de reacción producidos por RL-6010 y Agatha al cultivo TBD-TM de roya de la hoja fueron de alta resistencia, en tanto que Inia-66 mostró una reacción de susceptibilidad. Las dos generaciones F1, RL-6010 x Inia-66 y Agatha x Inia-66 mostraron una reacción de resistencia similar a sus respectivos progenitores resistentes, lo cual indica que la resistencia fue dominante sobre susceptibilidad. Las generaciones F2 de ambos cruzamientos produjeron dos tipos de reacción en reacción, en una proporción aproximada de tres resistentes a una susceptible, cada uno. Las familias F3 de cada cruzamiento se agruparon en tres categorías

Cuadro 1. Reacción al cultivo TBD-TM de roya de la hoja (*Puccinia recondita* f sp. *tritici*) de los progenitores RL-6010, Agatha, Inia-66 y generaciones F1, F2, F3 y F1 de la retrocruza al progenitor susceptible.

	No. de Plántulas y Reacción			Proporción Esperada	Probabilidad
	Resist.	Segreg.	Suscept.		
INIA-66	0	0	10	-	-
RL-6010	10	0	0	-	-
RL-6010 X INIA-66 (F1)	20	0	0	-	-
RL-6010 X INIA-66 (F2)	190	0	75	3:1	0.30-0.20
RL-6010 X INIA-66 (F3)	18	47	17	1:3:1	0.50-0.30
(RL-6010 X INIA-66) X INIA-66 (RCI)	16		20	1:1	0.70-0.50
AGATHA	10	0	0	-	--
AGATHA X INIA-66 (F1)	20	0	0	-	--
AGATHA X INIA-66(F2)	218	0	68	3:1	0.70-0.50
AGATHA X INIA-66 (F3)	24	44	27	1:2:1	0.90-0.70
(AGATHA X INIA-66) X INIA-66 (RCI)	18	0	16	1:1	0.50-0.30

según su reacción, sugiriendo una posible proporción fenotípica de una resistente, dos segregantes, una susceptible. En las retrocruzas de las dos generaciones F1 por el progenitor susceptible Inia-66, se observaron también dos clases bien definidas en cada caso (resistentes y susceptibles), lo que sugiere una relación fenotípica de 1:1.

La prueba de X^2 mostró que la segregación de la generación F2 del cruzamiento RL-6010 x Inia-66 se ajustaba a una relación fenotípica de 3:1, con una probabilidad de 0.30-0.20, lo cual indica que la resistencia del cultivar RL-6010 al cultivo TBD-TM de roya de la hoja está controlada por la acción de un gene en condición dominante. La misma observación resultó válida para la F2 del cruzamiento Agatha x Inia-66, sólo que con una probabilidad de 0.70-0.50.

La prueba de X^2 en las familias F3 de ambos cruzamientos, indicó una relación genotípica de 1:2:1 con una probabilidad de 0.50-0.30 para el cruzamiento RL-6010 x Inia-66 y de 0.90-0.70, para el cruzamiento Agatha x Inia-66.

En la generación F1 de la retrocruza (RL-6010 x Inia-66) Inia-66, la prueba de X^2 indicó una relación genotípica de 1:1 con una probabilidad de 0.70-0.50. La F1 de la retrocruza (Agatha x Inia-66) Inia-66 también indicó una relación genotípica de 1:1, sólo que con una probabilidad de 0.50-0.30.

CONCLUSIONES

De lo anterior, considerando la reacción mostrada por la F1 de los dos cruzamientos se deduce que, efectivamente la resistencia al cultivo TBD-TM de roya de la hoja de trigo en los cultivares RL-6010 y Agatha está controlada por un solo gene que opera en condición dominante.

BIBLIOGRAFÍA

- Bartos, P., D.J. Sambrosky y P.L. Dyck. 1969. Leaf rust resistance of some european varieties of wheat. *Can J. Bot.* 47:543-546.
- Biffen, R.H. 1905. Mendel's laws of inheritance and wheat breeding. *J. Agr. Sci.* 1:4-48.
- Caldwell, R.M., J.J. Roberts y Z. Eyal. 1970. General resistance (slow rusting) to *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, in winter and spring wheats. Abstracts in *Phytopathology*. 60:1287.
- Dubin, H.J. y E. Torres. 1981. Causes and consequences of the 1976-1977 wheat leaf rust epidemic in Northwest Mexico. *Ann. Rev. Phytopathology*. 19:41-49.
- Mains, E.B., E.C. Leighty, y C.O. Johnston. 1926. Inheritance of resistance to leaf rust *Puccinia triticina* Eriks in crosses of common wheat *Triticum vulgare* Vill. *J. Agr. Res.* 91:931-972.
- Ortiz, B.R. y E. Torres. 1934. Herencia de la resistencia a la roya de la hoja *Puccinia recondita* Rob. ex. Desm. f. sp. *tritici* Johnston y Browden de cuatro variedades de trigo. *Agrociencia* 56:57-62.
- Singh, R.P. y R.A. McIntosh. 1986. Genetics of resistance to *Puccinia graminis tritici* and *P. recondita tritici* in Keyna Plume wheat. *Euphytica* 35 (1): 245-256.
- Stakman, E.C., D.M. Stewart y W.Q. Loegering. 1962. Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici*. USDA, ARS, E-617 (Rev.)

HETEROSIS PARA DIFERENTES CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EN ALGODÓN *Gossypium hirsutum* L.

Victor M. Parga T.¹
Sathyanarayanalah Kuruvadi²
Arturo Palomo Gil³
Fernando Borrego Escalante⁴

RESUMEN

En esta investigación se evaluaron 5 líneas y un cultivar regional y sus 15 híbridos directos, bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con el objeto de estudiar heterosis y seleccionar aquellos híbridos que superan, en las diferentes características cuantitativas, a los progenitores.

El análisis de varianza reveló diferencias significativas entre tratamientos para el porcentaje de cosecha a primera pizca y altura de planta, mientras que en los progenitores e híbridos se encontraron diferencias considerables para rendimiento de algodón hueso/ha, índice de producción, primeros capullos y altura de planta.

Casi todos los híbridos formados con Stoneville-213, fueron más precoces y su rendimiento no disminuyó significativamente. El híbrido EXA-4-6-78 x CAMD-3840, presentó heterobeltiosis para rendimiento. En general, el resto de los híbridos presentó bajos valores de heterosis y sin importancia económica. Los híbridos CA-1814 x Arkugo-4, CA-1814 x Stoneville-213, mostraron valores significativos de heterobeltiosis para precocidad, asociados a una disminución en altura de planta.

Palabras clave adicionales

Heterobeltiosis, híbridos de algodón, *Gossypium hirsutum*; Genotecnía.

1. Investigador en el EFAP-Arteaga, Coah., México.

2 y 4. Ph. D. e Ing. Maestros-Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. Agronomía, UAAAN.

3. Investigador Programa de Algodón CAELALA, Matamoros, Coah., México

INTRODUCCIÓN

Dos especies de algodón: *Gossypium hirsutum* y *G. barbadense* se siembran comercialmente en el mundo. La especie *hirsutum* se explota en más del 90% del área cultivada, por poseer mejores características agronómicas y mayor potencial de producción (Palomo, 1985). La planta de algodón es predominantemente autógena, pero bajo ciertas condiciones puede presentar hasta un 80% de cruzamiento (White y Richmond, 1963). Anteriormente, la producción de semilla híbrida, ya sea por polinización manual y/o polinización natural, era impráctica o muy costosa. Meyer (1973) descubrió un sistema de androesterilidad genético-citoplásmica y de restauración de fertilidad que permite la producción de híbridos de algodón a nivel comercial.

En México existe poca información del potencial de rendimiento de híbridos de algodón, por lo que el objetivo del presente estudio fue determinar la heterosis y la heterobeltiosis para algunas características cuantitativas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se inició en 1984, en el Campo Agrícola Experimental La Laguna (CAELALA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias en Matamoros, Coah. Ese año se realizaron las cruza simples directas, en forma manual, entre cinco progenitores introducidos: CA-1814, EXA-4-6-78, CAMD-EX-77-3840, Paymaster-792 y Arkugo; y una variedad comercial (Stoneville-213), empleada como testigo por ser el cultivar de alta producción en la región.

En 1985, en terrenos del CAELALA se establecieron, para su evaluación, los progenitores y sus 15 cruza, bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones; la distancia entre surcos fue de 0.80 m. La parcela total fue de un surco con 26 plantas, espaciadas a 0.20 m entre sí. La parcela útil comprendió 20 plantas. Las características evaluadas fueron: rendimiento, en kilogramos de algodón hueso/ha; porcentaje de cosecha a primera pizca; porcentaje de cosecha a segunda pizca; índice de producción (total de algodón dividido por días a maduración media); días a maduración media; días a primeras flores y días a primeros capullos; y altura de planta (cm).

Los promedios de las diferentes características agronómicas fueron utilizados para realizar análisis de varianza; la heterosis fue calculada de dos formas: 1) Heterosis, desviación del híbrido respecto al comportamiento medio de ambos progenitores, y 2) Heterobeltiosis, desviación del híbrido respecto al mejor progenitor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (no se presenta el cuadro), reveló diferencias significativas entre tratamientos para el porcentaje de cosecha a primera pizca y altura de planta, e indicó variabilidad entre tratamientos para estas características. La subdivisión de la varianza de tratamientos indicó que los progenitores diferían ampliamente en la mayoría de las características estudiadas, con excepción de los días a primeras flores. Las cruzas variaron significativamente en rendimiento en algodón hueso, porciento de cosecha a primera pizca, índice de producción, días a primeros capullos y altura. Para la comparación de progenitores con sus cruzas, hubo diferencias altamente significativas para todos los caracteres en estudio.

En esta investigación se identificaron las líneas Stoneville-213 y CA-1814 como sobresalientes, por su alto rendimiento de algodón hueso (Cuadro 1). Considerando que en algodón el criterio de precocidad se basa en la proporción del rendimiento total que se levanta a la primera pizca, los progenitores más precoces fueron Arkugo-4, CAMD-EX-77-3840 y EXA-4-6-78, de los que se cosechó 30, 40 y 25% más de su producción total respectiva, que el cultivar Stoneville-213, del cual se obtuvo a la primera pizca sólo el 28.7% de su rendimiento total.

En el caso de los híbridos (Cuadro 2), sobresalieron por su alto rendimiento a aquéllos en los que participó como progenitor el cultivar Stoneville-213 (Cuadro 3) y, por su precocidad, los híbridos en los que participaron los genotipos Arkugo-4 y CAMD-EX-77-3840. Las cruzas de más alto rendimiento también presentaron mayores índices de producción y fueron más tardías en sus días a maduración. La tendencia de la mayoría de los híbridos en superar a sus progenitores indica la importancia de realizar cruzamientos con germoplasma introducido. Así se observa que las líneas introducidas, al cruzarse con el cultivar Stoneville-213, tuvieron incrementos significativos de algodón cosechado a primera pizca, sin efecto negativo sobre el rendimiento, con excepción de la línea Paymaster-792.

En el Cuadro 3 se presentan los valores de heterosis para diferentes características agronómicas evaluadas. En días a maduración media, días a primeras flores y días a primeros capullos, los híbridos mostraron valores próximos a la media de los progenitores, lo cual es indicativo de una insignificante presencia de heterosis. En cambio, para las características de rendimiento de algodón hueso/ha, porciento de cosecha a primera pizca, índice de producción y altura de planta, la heterosis fue de mayor magnitud.

La importancia y utilización de la heterosis, depende de los incrementos en el rendimiento y del grado en que se manifiesten otros caracteres de interés agronómico y económico con respecto al mejor de los progenitores, o sea, de la heterobeltiosis. Al respecto, en el Cuadro 4 se observa que para rendimiento

Cuadro 1. Medias de características agronómicas de seis progenitores de algodón

Progenitor	Rendto. (kg algodón hueso/ha)	Características agronómicas				Días a			Altura (cm)			
		Porcentaje cosecha		Índice producción	Maduración media	Primeras flores	Primeros capullos	Altura (cm)				
		1a. pizca	2a. pizca									
Stoneville-213	7296 a	28.7	d	88.4	b	48.2 a	151	b	58	121	b	125 a
CA-1814	7103 a	33.0	cd	89.9	b	47.2 a	150	b	57	121	b	123 a
Paymaster-792	6149 ab	45.7	bc	91.7	b	41.4 ab	148	a b	54	118	a b	100 b
Arkugo-4	5895 ab	58.3	ab	94.7	a b	40.4 ab	145	a	53	111	a	98 b
CAMD-EX-77- 3840	4949 b	68.7	a	98.7	a	34.4 b	144	a	53	114	a	66 c
EXA-4-6-78	4843 b	53.7	b	96.6	a b	32.6 b	149	a b	53	116	a	87 b
x	6039	48.0		93.4		40.7	148		55	117		100
DMS(5%)	1459	14.3		5.4		10.2	4.3		--	5.0		14

Valores seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad (DMS)

Cuadro 2. Medias de características agronómicas de 15 cruces de algodón.

Características agronómicas

Cruza	Rendto. (kg algodón hueso/ha)	Porcentaje cosecha		Índice producción	Días a		Altura (cm)	
		2a. pizca			Maduración media	Primeras flores		Primeros capullos
		1a. pizca	2a. pizca					
3 X 6	7353 a	52.0 b	93.6	50.0 a	147	53	117 a b	95 ab
5 X 6	7319 a	56.7 a	94.4	50.1 a	146	54	111 a	100 ab
2 X 6	6984 a	40.3 b	91.4	46.9 a	149	54	116 a b	102 ab
1 X 6	6896 a	52.7 b	95.5	46.9 a	147	53	112 a	96 ab
4 X 6	6228 a b	44.3 b	92.9	42.1 a b	148	56	120 b	109 a
2 X 3	6183 a b	56.7 a b	96.0	42.3 a b	146	53	112 a	87 b
3 X 5	6138 a b	66.3 a	98.5	42.5 a b	144	53	114 a	86 b
4 X 5	6091 a b	55.7 a b	95.6	41.6 a b	146	54	116 a b	90 b
1 X 2	5996 a b	56.3 a b	97.0	43.3 a b	139	54	113 a	88 b
3 X 4	9965 a b	63.0 a b	97.6	41.2 a b	145	53	115 a	88 b
2 X 5	5925 a b	49.7 b	91.3	40.1 a b	148	53	113 a	90 b
2 X 4	5916 a b	51.3 b	95.1	40.3 a b	147	53	113 a	88 b
1 X 3	4621 b	61.0 a b	96.0	31.9 b	145	53	111 a	77 b
1 X 5	4591 b	67.0 a	98.6	31.9 b	144	53	112 a	89 b
1 X 4	4516 b	57.0 a b	96.4	30.9 b	146	53	113 a	89 b
X	6048	55.3	95.4	41.5	146	53	114	91
DMS(5%)	1459	14.3	---	12.0	---	..	4.9	14

Valores seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad (DMS)

Cuadro 3. Heterosis (%) para diferentes características agronómicas en algodón

Cruza	Rendto. (kg algodón hueso/ha)	Porcentaje cosecha		índice producción	Días a		Altura de planta (cm)	
		1a. pizca	2a. pizca		Maduración media	Primeras flores		
1 X 2	0.40	30.00	3.99	8.57	-7.15	-2.70	-4.90	-16.20
1 X 3	-23.30	20.00	1.75	-21.88	-1.29	-4.20	-5.10	-18.90
1 X 4	-31.80	44.92	6.21	-30.25	-2.33	-5.10	-6.00	-20.50
1 X 5	-29.40	46.74	6.79	-27.16	-2.40	-4.50	-3.40	-18.60
1 X 6	-4.20	70.84	7.13	-1.56	-2.75	-6.10	-7.70	-22.10
2 X 3	26.30	7.36	-1.77	26.33	-0.22	-0.30	-2.20	14.30
2 X 4	7.60	3.34	0.95	8.21	-1.00	-1.20	-3.40	-6.40
2 X 5	10.40	11.30	-4.53	10.00	-0.79	-0.60	-0.40	-1.60
2 X 6	15.10	-2.04	-1.23	13.83	-0.55	-3.30	-2.10	-4.20
3 X 4	7.50	10.20	-2.49	8.49	-0.96	-0.60	0.10	4.80
3 X 5	13.20	4.46	1.85	13.49	0.10	-0.90	-1.20	4.20
3 X 6	1.20	6.84	0.03	20.94	-0.41	-4.80	-0.30	-1.60
4 X 5	-7.30	0.00	1.76	1.74	-0.29	-0.60	1.30	-9.50
4 X 6	11.00	19.26	3.10	-6.00	-1.36	-0.90	0.40	-4.00
5 X 6	20.10	30.28	3.05	13.13	-1.23	-3.90	-3.70	-10.70

Cuadro 4. Heterobeltiosis (%) para diferentes características agronómicas en algodón.

Cruzas	Rendto. (kg algodón hueso/ha)	Porcentaje cosecha		Índice producción	Días a			
		1a.pizca	2a.pizca		Maduración media	Primeras flores	Primeros capullos	Altura (cm)
1 X 2	-15.59	4.96	0.39	-8.23	-6.58	1.26	-2.60	-28.45
1 X 3	-34.94	-11.17	2.78	-32.42	1.00	-0.62	-1.80	-37.39
1 X 4	-36.42	24.81	5.09	-34.48	-2.65	-2.45	-4.80	-27.64
1 X 5	-35.37	14.86	4.08	-34.41	-1.42	-1.24	1.20	-26.83
1 X 6	-5.49	59.65	6.24	-2.60	-2.50	-7.60	-7.70	-23.01
2 X 3	24.9	-17.47	-2.82	22.91	1.46	0.00	-1.18	-1.15
2 X 4	-3.79	-4.36	3.64	-2.70	-0.97	0.00	-2.30	-12.87
2 X 5	0.50	-14.85	-3.58	-0.63	1.90	0.00	1.81	-7.14
2 X 6	-4.27	-24.85	6.24	-2.82	0.35	1.26	0.29	-19.05
3 X 4	-2.99	-8.26	-1.15	-0.66	0.62	0.00	2.35	-12.87
3 X 5	4.10	-3.41	-0.22	5.16	0.37	-0.60	-2.35	-12.24
3 X 6	-0.93	-24.27	-5.24	3.70	2.20	-0.60	3.24	-24.60
4 X 5	-14.63	-10.85	3.43	0.44	1.00	0.00	4.82	-10.89
4 X 6	0.31	-24.00	1.26	-12.59	-0.38	2.45	1.69	-13.49
5 X 6	0.78	-2.84	-0.37	3.95	1.10	0.00	8.70	-20.63

de algodón hueso/ha, sólo los híbridos 2x5, 3x5, 5x6 y 2x3 superaron el comportamiento del mejor progenitor. Sobresalió la cruce 2 x3 con 24.9%. Esta misma cruce manifestó, también, mejor heterobeltiosis para índice de producción.

En lo que se refiere al porcentaje de algodón cosechado a la primera y a la segunda pizca, los híbridos 1x4, 1x5 y 1x6, fueron los más sobresalientes. Se observó que el progenitor CA-1814 estuvo presente en todos los casos, por lo cual se deduce que es una buena fuente de precocidad.

Se observó que los híbridos sobresalientes por su producción se asocian negativamente con la precocidad, lo cual indica que el rendimiento es afectado por el ciclo de madurez, por lo cual se supone que, en un programa de hibridación hacia mayores rendimientos, se obtendrán incrementos en producción si se selecciona, indirectamente, genotipos tardíos. Sucederá lo opuesto, con programas en los cuales el objetivo principal sea la precocidad del cultivo.

Los resultados en este estudio coinciden con los informados por Wells y Meredith (1986) para rendimiento y precocidad. Además, la mínima expresión del vigor híbrido detectada para las demás características, puede ser debida a que son cruces intraespecíficas, concordando con Hutchinson *et al.* (1935), quienes señalan que en este tipo de cruces es de esperarse ausencia o baja heterosis. Considerando que la Comarca Lagunera es una región con alto potencial productivo para algodón, debe tomarse en cuenta lo indicado por Thomson (1971) y Hawkins *et al.* (1965), en el sentido de que la magnitud del incremento en rendimiento puede ser más importante que en porcentaje de incremento.

Por lo anterior y considerando que México es el país de origen de la fuente de esterilidad y de restauración de fertilidad *Gossypium harknessii*, especie diploide originaria de Baja California Sur e importante por su estabilidad ecológica, es posible la formación de híbridos de algodón en México en forma comercial (Palomo, 1985). Los resultados de la presente investigación hacen posible diseñar genotipos de conformación óptima, de acuerdo al sistema de producción en que se va a explotar, el manejo que se va a proporcionar y la influencia de las condiciones ecológicas sobre la planta.

CONCLUSIONES

Las líneas tuvieron efecto favorable para las características de medición de precocidad, al cruzarse con el cultivar Stoneville- 213 y sin efecto significativo negativo sobre el rendimiento, con excepción de la línea Paymaster-792.

La mayor heterosis para rendimiento se observó en el híbrido EXA- 4-6-78 x CAMD-EX-3840; el resto de los híbridos, por lo general, presentó bajos valores de heterosis, sin importancia económica para rendimiento.

En precocidad, los híbridos CA-1814 x EXA-4-6-78, CA-1814 x Paymaster-792, CA-1814 x Arkugo-4 y CA-1814 x Stoneville-213 mostraron valores significativos de heterosis; presentaron una maduración más precoz, así como una disminución en altura de planta que el mejor progenitor.

BIBLIOGRAFÍA

- Hawkins, B.S., H.A. Peacock, y W.W. Ballard. 1965. Heterosis and combining ability in upland cotton effect on yield. *Crop Sci.* 5: 543-546.
- Hutchinson, J.B., P.D. Gadkavi, y A.J. Ansari. 1935. A note on the inheritance of sterility in cotton. *Indian J. Agr. Sci.* 5: 619-623.
- Meyer, V.G. 1973. Fertility restorer gene for cytoplasmic male sterility from *Gossypium harknessi*. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.* p. 65.
- Palomo G., A. 1985. La heterosis y su uso en el cultivo del algodónero. *Seminario Técnico Vol. 9 (4): 65-83. CAELALA-CIAN- INIFAP-SARH.*
- Thomson, N.J. 1971. Heterosis and combining ability of american and african cotton cultivars in a low latitude under high yield conditions. *Aust. J. Agr. Res.* 28:759-770.
- Wells, R., y W.R. Meredith Jr. 1986. Heterosis in upland cotton. I. Growth and leaf area partitioning. *Crop. Sci.* 6:1119- 1123.
- White, T.G., y T.R. Richmond. 1963. Heterosis and combining ability in top and diallel crosses among primitive, foreign and cultivated american upland cotton. *Crop. Sc.* 3:58-63.

COMBINACIONES DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA ROÑA DEL MANZANO *Venturia inaequalis* (cke) Wint. EN EL EJIDO RANCHO NUEVO, MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAH.

Melchor Cepeda Siller ¹
Javier Macías Cervantes ²

RESUMEN

En la República Mexicana, el cultivo del manzano se distribuye en 66,352 ha, de las cuales 50,798 ha, se encuentran en producción, lo cual representa el 77.0 %; 15,554 ha están en desarrollo, lo que representa el 23.0 %. El manzano se distribuye en 20 estados entre los que destacan Chihuahua, Durango, Coahuila, Puebla y Veracruz, que aportan el 88.4% de la producción total. La producción de manzana en la República Mexicana durante 1988 fue de 450 mil toneladas. Se considera que en los próximos cinco años la producción se incrementará en más de 200 mil toneladas, según se desprende del número de árboles que se encuentran en desarrollo, los cuales próximamente entrarán en producción. La roña del manzano, causada por *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint, produce lesiones en hojas, ramillas y frutos, donde ocasiona manchas necróticas que dan mal aspecto al fruto, lo cual demerita su calidad comercial. Esta situación acarrea daños a la fruta que llegan a ser del 80 al 100 %. Para controlar esta enfermedad se hacen fuertes erogaciones por concepto de productos químicos, a fin de obtener una producción de calidad. Por otro lado, se tiene el antecedente de que algunos fungicidas, al combinarse con otros compatibles y complementarios por su espectro o modo de acción, muestran mayores posibilidades de control de la enfermedad, por tal razón en el presente trabajo se planteó el siguiente objetivo: evaluar el efecto de los fungicidas en combinaciones, y seleccionar los que presenten mejor control de la enfermedad.

Se efectuaron 4 aplicaciones y, considerando las variables: número y peso de frutos totales, frutos sanos y enfermos, se determinó la proporción de daño por el patógeno. Sobresalieron las combinaciones Metalaxyl + Mancozeb y CGA-71818 + Mancozeb con el menor porcentaje de fruta enferma en número y peso, pero no fueron estadísticamente diferentes entre sí y del resto de combinaciones, sólo respecto al testigo, que fue el tratamiento más afectado por el patógeno.

1. M.C. Maestro-Investigador del Depto. de Parasitología Agrícola, Div. de Agronomía. UAAAN.

2. Tesista Postgrado

INTRODUCCIÓN

La roña del manzano causada por *Venturia inaequalis* produce lesiones en hojas, ramillas y frutos que se transforman en manchas necróticas que meritan la calidad del fruto y, por tanto, su valor comercial. La producción de fruta sana implica altas erogaciones por concepto de numerosas aplicaciones de fungicidas. Las investigaciones realizadas concluyen en recomendaciones de fungicidas con buen control en aplicación individual, pero existen antecedentes de que algunos fungicidas, al combinarse con otros complementarios, muestran mayores probabilidades de control. Bajo esta consideración, el objetivo del presente trabajo fue el evaluar los fungicidas en combinaciones y seleccionar los que presenten mejor control de la enfermedad.

REVISIÓN DE LITERATURA

Cuando los fungicidas inhibidores de la síntesis del Ergosterol son combinados con protectores convencionales, se complementa la actividad de los dos tipos de ingrediente y el período entre aplicaciones se prolonga, lo cual reduce el número de aplicaciones por ciclo de producción (Jones, 1983). Por su parte, Petzoldt (1984) menciona que al evaluar el Fenarimol en tres programas de control, se aplicó después de la infección y mostró buen control cuando se complementó con Mancozeb o Captán. Rosemberg *et al.* (1986) evaluaron en laboratorio contra *V. inaequalis* los fungicidas inhibidores de la síntesis del Ergosterol, Bitertanol y CGA-71818, y los protectantes Captán y Mancozeb, a tres concentraciones, observaron que al cuantificar el crecimiento de las hifas a 24-48 horas apreció una reducción significativa en la longitud de las hifas tratadas con combinaciones, respecto a las tratadas con fungicida individual; a la vez, en invernadero observaron un control similar, por lo que concluyeron que al combinarse los fungicidas en la forma indicada se presenta una acción sinérgica contra el patógeno, lo que reduce el daño. Cepeda *et al.* (1987), evaluaron cinco tratamientos para controlar la roña del manzano en la región de Arteaga, Coah; aplicaron los tratamientos por seis ocasiones durante la etapa de crecimiento y detectaron que el Metalaxyl + Mancozeb ofreció el mejor control; este resultado se confirmó por Cepeda y Cepeda (1988) en la misma región y agregaron que el tratamiento muestra mayor distribución y residualidad debido a su acción sinérgica. Cepeda (1988) concluyó que el mayor control se obtiene con productos terminados cuyo ingrediente activo sea de los dos tipos de acción: sistémico y curativo. Cepeda y Gómez (1989), consignan un buen control de este patógeno con la combinación de Bitertanol + Mancozeb en seis aplicaciones en esa misma región manzanera.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Ejido Rancho Nuevo se estableció el presente trabajo, en una huerta plantada en marco real 6.0 x 6.0 m, con pendiente de hasta 20 %, con riego por gravedad y mallas antigranizo. La población frutal se compone por árboles

de 7 a 15 años de edad de cultivares Red y Golden Delicious sin seguir un patrón definido. Se seleccionaron, como unidades experimentales, árboles del segundo cultivar por ser más susceptibles. Considerando la disponibilidad, vigencia, modo de acción y otros factores, se seleccionaron los fungicidas a probar y se definieron ocho tratamientos (Cuadro 1).

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar y la unidad experimental fue un árbol completo del citado cultivar. El experimento se manejó en forma similar a como lo hace el productor y sólo varió en la aplicación de los tratamientos. Las dosis por aplicar fueron medidas cuidadosamente y se aplicaron con aspersora de mochila, enjuagándola antes y entre aplicaciones; fueron realizadas cuatro aplicaciones en las fechas 16 de abril, 6 de mayo, 17 de junio y 27 de julio. La cosecha se efectuó del 9 al 12 de octubre. Se tomaron los datos del peso total de frutos sanos y enfermos, lo mismo que el número. El criterio para distinguir la fruta sana y la enferma se hizo de acuerdo a la escala de Townsend y Heuberger (1943) (Cuadro 2).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en manzano contra *V. inaequalis*. Rancho Nuevo, Arteaga, Coahuila. 1989.

Tratamiento	Dosis
1. Bitertanol + Mancozeb	300 cc + 200 cc
2. CGA-71818 + Mancozeb	100 gr + 200 cc
3. Metalaxyl + Mancozeb	300 gr + 200 cc
4. CGA-71818 + Captán	100 cc + ---
5. Carbendazim + Mancozeb	150 gr + 200 cc
6. Myclobutanil + Mancozeb	12 gr + 200 cc
7. Myclobutanil	15 gr + ---
8. Testigo	--- ---

Cuadro 2. Escala de lesiones de *V. inaequalis* en hojas y frutos propuestos por Townsend y Heuberger (1943).

Categoría	No. manchas x hoja o fruto
1 Mínima	1 - 10
2 Leve	10 - 20
3 Mediana	20 - 30
4 Severa	+ 30

A todas las variables se les sometió al análisis de varianza en base al diseño citado, ajustando al número y peso de frutos total por covarianza respecto al área de sección transversal. El número y peso de frutos enfermos se convirtió a porcentajes y se transformaron por arco Seno; se efectuó el análisis de varianza, por las características de los contrastes ortogonales. El costo global de tratamientos por hectárea se realizó calculando el costo de aplicación de la dosis, su conversión a costo por hectárea y se multiplicó por el número de aplicaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (Cuadro 3), detectó diferencias significativas entre las medias de bloques en las variables número y peso total de frutos sanos, lo cual indica que el criterio de bloques fue adecuado. Entre los tratamientos no se apreciaron diferencias estadísticas para ninguna de las variables, lo cual pudo ocurrir en base a lo expuesto por Tamaro (1974), y por Snedecor y Cochran (1976) que indican que la producción de frutales está determinada por diversos componentes de la estación anterior. Las medias de tratamientos fueron estadísticamente similares en todas las variables, y aun después del ajuste por covarianza en el número y peso del total de frutos (Cuadro 4).

Cuadro 3. Cuadrados medios y significancia de variables medidas en la evaluación de combinaciones de fungicidas. Rancho Nuevo, Artega, Coahuila. 1989.

F.V.	q.l.	No. frutos total/árbol	Peso frutos total/árbol	No. frutos sanos/árbol
Blq	3	882741.6**	4261.6**	864416.4**
Trat	7	193787.2 NS	877.4 NS	192901.1 NS
E. ex	21	121374.2	654.3	118506.3
C.V.		45.9%	43.7%	46.8%

F.V.	q.l.	Peso frutos sanos/árbol	No. frutos enfermos/árbol	Peso frutos enfermos/árbol
Blq	3	4144.9**	181.2 NS	1.44 NS
Trat	7	857.9 NS	123.4 NS	1.83 NS
E. ex	21	632.8	124.9	11.85
C.V.		44.5%	47.4%	52.8%

** Significancia estadística al nivel de 0.01

NS No significancia

Cuadro 4. Medias de tratamiento de variables medidas en la evaluación de combinaciones de fungicidas. Rancho Nuevo. Arteaga, Coahuila 1989.

Trat	No. frutos total/árbol	Peso frutos total/árbol	Peso frutos total/árbol*	Peso frutos sanos/árbol*
1	471.5	37.570	570.5	44.820
2	1248.5	90.330	1212.0	87.660
3	707.5	59.470	806.4	53.240
4	801.2	56.570	622.4	56.950
5	693.2	50.020	793.7	57.380
6	733.7	57.070	702.2	54.760
7	742.2	60.050	601.4	49.200
8	674.2	56.610	763.6	63.150

Trat	No. frutos sanos/árbol	Peso frutos sanos/árbol	No. frutos enf./árbol	Peso frutos enf./árbol
1	453.0	36.100	18.5	1.470
2	1212.3	87.570	36.2	2.750
3	693.8	58.040	13.7	1.430
4	775.6	54.550	25.6	2.020
5	675.2	58.470	18.0	1.550
6	712.0	55.580	21.7	1.480
7	719.0	58.378	23.2	1.680
8	642.2	53.120	36.0	3.490

* Ajustadas por covarianza.

La comparación de contrastes ortogonales (Cuadro 5), mostró diferencias estadísticas sólo en la comparación del testigo contra el resto de los tratamientos, y únicamente en las variables número y peso de frutos enfermos, y su respectivo porcentaje. Tales diferencias sugieren la superioridad de las combinaciones, pero dejó la duda sobre cuál es la mejor, lo que podría asumirse en base al costo del tratamiento.

Sobresalen la combinación de Metalaxy + Mancozeb, consignada con buen control con Cepeda y Cepeda (1988) y CGA-71818 + Mancozeb, con el menor porcentaje de daño respecto al número y peso de frutos enfermos. El Myclobutanil se mostró mejor complementado con Mancozeb que en aplicación individual, aun en dosis más baja. Las condiciones climáticas no fueron favorables para la infección inicial sobre tejidos jóvenes, y cuando éstas prevalecieron, de acuerdo con Keitt (1953), posiblemente la fruta ya había adquirido cierta resistencia conforme avanzaba hacia la madurez, por lo que el número

Cuadro 5. Análisis de contrastes ortogonales para las variables medidas en la evaluación de fungicidas contra Roña del Manzano. Rancho Nuevo, Arteaga, Coahuila. 1989.

Contraste	Tratamientos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-7	
2		+1		-1				
3						+1	-1	
4	-3		+1		+1	+1		
5			-2		+1	+1		
6					+1	-1		
7	+1	+1	+1	-5	+1	+1		

Contraste	Cuadrados Medios de Variables			
	No. frutos total	Peso frutos total	No. frutos sanos	Peso frutos sanos
C1	32883.0 <u>NS</u>	44.1 <u>NS</u>	30525.9 <u>NS</u>	97.2 <u>NS</u>
C2	399618.0 <u>NS</u>	2278.8 <u>NS</u>	238851.1 <u>NS</u>	1743.9 <u>NS</u>
C3	144.5 <u>NS</u>	17.8 <u>NS</u>	96.6 <u>NS</u>	15.6 <u>NS</u>
C4	172800.0 <u>NS</u>	1358.7 <u>NS</u>	173568.8 <u>NS</u>	63.5 <u>NS</u>
C5	96.0 <u>NS</u>	2.3 <u>NS</u>	0.3 <u>NS</u>	2.7 <u>NS</u>
C6	3280.5 <u>NS</u>	17.4 <u>NS</u>	2708.5 <u>NS</u>	16.7 <u>NS</u>
C7	3121.4 <u>NS</u>	62.2 <u>NS</u>	6655.5 <u>NS</u>	70.5 <u>NS</u>

	No. frutos enfermos	Peso frutos enfermos	% daños No. frutos	% daño peso frutos
C1	645.3 *	10.3*	72.1*	61.0*
C2	168.3 <u>NS</u>	1.1 <u>NS</u>	0.1 <u>NS</u>	0.8 <u>NS</u>
C3	0.1 <u>NS</u>	0.1 <u>NS</u>	0.3 <u>NS</u>	0.3 <u>NS</u>
C4	1.5 <u>NS</u>	0.1 <u>NS</u>	3.9 <u>NS</u>	6.9 <u>NS</u>
C5	100.8 <u>NS</u>	0.1 <u>NS</u>	16.8 <u>NS</u>	11.3 <u>NS</u>
C6	27.4 <u>NS</u>	0.1 <u>NS</u>	0.2 <u>NS</u>	0.8 <u>NS</u>
C7	52.8 <u>NS</u>	0.3 <u>NS</u>	0.1 <u>NS</u>	0.4 <u>NS</u>

* Significancia Estadística al nivel de 0.05

NS No significancia

de lesiones por fruto fue bajo y clasificado en su totalidad en la categoría de mínima, en la escala de Townsend y Heuberger (1943). Es importante considerar un posible enmascaramiento en el control, que puede deberse, por igual, al producto sistémico y al expuesto anteriormente, cuya duda sugiere futuras investigaciones con el fin de determinar la proporción óptima por control y cos-

to, y considerando lo consignado por Lalancate *et al.* (1985) sobre la combinación de productos y su repercusión en la selección de razas del patógeno con resistencia a fungicidas, en el tiempo.

CONCLUSIONES

Debido a las condiciones del clima, la enfermedad no se presentó en forma severa, por lo cual el efecto de los tratamientos sobre el patógeno no fue muy notorio.

Sobresalieron las combinaciones Metalaxyl + Mancozeb y CGA-71818 + Mancozeb, que fueron estadísticamente diferentes sólo respecto al testigo, pero no del resto de combinaciones.

Es necesario evaluar las combinaciones sobresalientes a diferentes proporciones, para establecer la adecuada para el control del patógeno, costo y con riesgos mínimos de creación de resistencia por el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Cepeda S., M. y J.A. Gómez. 1989. Control químico de la roña del manzano en Arteaga, Coah. Memorias XVI Congreso Nacional de la Soc. Mex. de Fitopatología. Montecillo, Méx. p. 117.
- Cepeda V., M.A. y M. Cepeda S. 1988. Control químico de la roña del manzano *Venturia inaequalis* (Cke) Wint en el Cañón de Los Lirios, Municipio de Arteaga, Coah. XV Congreso Nal. de la Soc. Mex. de Fitopatología. Xalapa, Ver. p. 38.
- Cepeda V., M.A. 1988. Control químico de la roña del manzano *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. en el Cañón de Los Lirios, Municipio de Arteaga, Coah. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 120 p.
- Jones, A.L. 1983. The role of sterol-inhibiting fungicides in integrated pest management programs. *Phytopathology*. 73(5):773. USA.
- Keltt, G.W. 1953. In: *Plant Diseases. The Yearbook of Agriculture*. USDA. p. 752-760. USA.
- Lalancatte, N., K.D. Hickey and H. Cole. 1985. Selection for Benomyl resistant *Venturia inaequalis*, efficacy of Benomyl and Mancozeb In mixtures and the effect on the initial proportion of resistance. *Phytopathology* 75(4): 626 USA.

- Petzoldt, C.H. 1984. Control of the primary apple scab with Rubigan in New York. *Phytopathology*. 74(7): 827. USA.
- Rosemberg, K.A., F.L. Caruso and M.G. Zuck. 1986. Synergistic interaction between sterol-inhibitor and protectant fungicides in the treatment of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*. 76(5):658. USA.
- Snedecor G.W. y Cochram. 1976. Métodos Estadísticos. 5a. ed. Continental. México. 593 p.
- Tamaro, E. 1974. Tratado de Fruticultura. 2a. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, España. 494 p.
- Townsend, G.R. and J.W. Heuberger. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Dis. Repr.* 27:340-347. USA.

**DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD BACTERICIDA DE LA RESINA DE
Larrea tridentata Cav. SOBRE *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith
EN LABORATORIO E INVERNADERO**

Martha M. Guevara Martínez ¹
Federico A. González Sánchez ²
Eugenio Guerrero Rodríguez ³

RESUMEN

La resina de *Larrea tridentata*, fracción etanótica, en dosis de 250 a 750 ppm, mantiene su efecto bactericida hasta los 60 días posteriores a su extracción; con Agrimycin 100, *in vitro*, se obtienen iguales resultados. En mezcla de la resina con adherentes, los mejores resultados fueron con el Tritón y Sponto-234, sólo que con una dosis de resina de 750 ppm. En las pruebas de invernadero, la resina mostró prioridades sistemáticas, al controlar el ataque del patógeno en tres de las seis plantas inoculadas, cuyo nivel de marchitamiento existía sólo en hojas inferiores. En las dosis de 750 y 500 ppm se obtuvieron los mismos resultados que al tratamiento de Agrimycin 100. En los tres tratamientos restantes, debido al avance vascular de la enfermedad, no fue posible lograr el control del patógeno.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cultivo de la papa ocupa el cuarto lugar en la alimentación mundial, pero su producción se ve limitada por el ataque de la bacteria *Pseudomonas solanacearum*, conocida como vaquita de la papa y es considerada como la enfermedad más peligrosa y más difícil de combatir. Esta bacteria sólo puede ser controlada por antibióticos, por lo cual es necesario encontrar fuentes compuestas que ayuden en su combate. Al respecto se ha reportado que, en pruebas *in vitro* los extractos de *Larrea tridentata* manifiestan actividades contra la bacteria; sin embargo, se desconoce por cuanto tiempo la conservan, así como si se expresa en plantas de papa, por lo cual los objetivos del presente trabajo son: determinar el tiempo de degradación de la resina de gobernadora, observar su efecto en mezclas con adherentes, y evaluar su actividad bacteriana en invernadero.

1 y 3. Biol. e Ing. M.C. Maestros del Departamento de Parasitología. Div. de Agronomía, UAAAN.
2. Tesista licenciatura

REVISIÓN DE LITERATURA

Existen algunos reportes de extracto de plantas con actividad bactericida en estudios a nivel de laboratorio; así, Zalewski y Sequeira (1973), indican que extractos etanólicos de tubérculos, tallo y tejidos de hojas de *Solanum phureja* y *S. tuberosum* inhibieron el crecimiento de la bacteria *Pseudomonas solanacearum*, pero no mostraron efecto alguno sobre *Erwinia atroseptica* y *E. carotovora*; Karim, et al. (1979), señalan que los aceites esenciales de las semillas del cilantro (*Coriandrum sativum*) fueron activos contra *Staphylococcus aureus* y *Sarcina lutea*; Maiti, et al. (1985), mencionan que los aceites de *Mentha piperita* y *M. citrata* inhibieron significativamente el crecimiento de *Xanthomonas campestris* en la dilución 10:1.

Velázquez (1983), reporta que la resina de gobernadora en su fracción etanólica manifestó una acción selectiva contra bacterias, ya que en especies de *Erwinia* no presentó efecto alguno, en cambio contra *P. solanacearum* presentó un excelente efecto aun a 250 ppm, comparativamente igual al Agrimycin 100 que fue el testigo convencional.

MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo a los objetivos planteados, el trabajo se realizó en tres etapas. Para ello se conservó la cepa patogénica de *P. solanacearum* en agua destilada estéril en tubos de ensayo, en condiciones de refrigeración para utilizarlos en cada uno de los bioensayos.

En esta primera etapa se extrajo resina de gobernadora por el método Soxhlet, la cual se separó en dos porciones de 25 gr: una que se mantuvo bajo condiciones de medio ambiente y otra en refrigeración, para determinar por medio de bioensayos el tiempo en el cual las muestras pierden la actividad bactericida. Se evaluaron dosis del extracto de 750, 500 y 250 ppm, incluyendo un testigo absoluto, un testigo etanólico y un testigo bactericida a base de Agrimycin 100, (200 ppm) con cinco repeticiones por tratamiento; la evaluación de la resina se efectuó en medio líquido al cual se agregó de una solución "stock" de la bacteria, una dilución 10:5 tomando 0.1 ml de ésta y depositándola en un matraz que contenía 50 ml del medio de cultivo específico Tetrazolium sin agar. Después de esterilizados estos matraces se procedió a agregar las dosis del tratamiento correspondiente las que se colocaron, durante 48 horas, en una incubadora a 33°C; luego se tomó 0.1 ml del medio y se depositó en una caja Petri con sólo medio de Tetrazolium con agar, pero sin solidificar todavía; se agitó para que se destruyeran las bacterias, lo cual se hizo en cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones. Los matraces se sellaron y colocaron en forma invertida durante 72 horas, en la incubadora, a 33°C; al término de este tiempo se verificó el efecto de la resina sobre el patógeno por medio de un

conteo de colonias desarrolladas en la placa del medio. En total se realizaron cuatro bioensayos, uno cada 15 días, con la resina que tenía 30 días de haberse obtenido, al iniciar los bioensayos.

En la segunda etapa se extrajo nuevamente resina para evaluarla en mezcla con adherentes, con el propósito de conocer con que producto y a que dosis manifestaba afinidad, sin ser inhibido su efecto bactericida. Los tratamientos se separaron, de igual forma, de la etapa anterior, se evaluaron los adherentes Bionex, Arcopal-NF 060, Sponto 234 y Tritón 20, que fueron agregados en el medio de cultivo líquido que contenía a la bacteria, con y sin tratamiento de resina. Se realizaron 11 tratamientos ya que nuevamente se incluyeron los testigos absoluto y etanólico, y se realizaron cinco repeticiones por tratamiento. El conteo de las colonias de bacterias resultantes se realizó siguiendo el procedimiento anteriormente descrito.

En la tercera etapa, consistente en las pruebas de invernadero, se utilizaron plantas de papa de la variedad Alpha, sembradas en suelo estéril y los tubérculos tratados con fungicida y bactericida (Agrimycin 100). Estas plantas fueron inoculadas con el patógeno que se encontraba en solución bacterial, según la técnica de Winstead y Kelman (1952), colocó una gota de esta solución en una punción que se realizó en la unión axilar de la tercera hoja con el tallo; se repitió la operación en 30 plantas. Esta operación (inoculación) se realizó en dos ocasiones, por que las plantas inoculadas no presentaron desarrollo de la enfermedad, la cual se expresó una vez que se cambiaron de lugar a las plantas, puesto que el invernadero no reunió las condiciones adecuadas para el desarrollo de la enfermedad. Al confinarlas en cámara bioclimática, previa poda de las plantas, ya que se encontraban en estado fisiológico muy avanzado, y dejando solamente los brotes principales con un tamaño de 10 cm, al tercer día de permanecer en la cámara se presentaron síntomas de enfermedad; sin embargo, ya que no se tenía la seguridad de que fuera a causa de la bacteria, puesto que no se habían manifestado síntomas anteriormente, se procedió a realizar una prueba para determinar si los síntomas aparecidos eran provocados por el ataque de la bacteria. Una vez que los resultados mostraron la confirmación del ataque de la bacteria, se realizó la primera aplicación de la resina a los cinco días de aparición de los síntomas de la enfermedad; una segunda aplicación se realizó a los siete días siguientes; ambas se hicieron en forma de aspersión foliar, aplicando 300 ml de la solución correspondiente a cada tratamiento, excepto al testigo natural, al cual no se le inoculó ni se le aplicó nada. A los siete días posteriores a la segunda aspersión se observó el efecto de la resina sobre el patógeno, por lo que se determinó no realizar una tercera aplicación. Las dosis evaluadas de la resina fueron de 750 y 500 ppm, se incluyeron un tratamiento bactericida a base de Agrimycin 100, un testigo absoluto, un testigo etanólico, un testigo absoluto y un testigo natural, constando de esta manera de seis tratamientos con seis repeticiones cada uno. Los resultados en esta etapa fueron analizados por un diseño de bloques al azar.

La clasificación de los síntomas en las plantas inoculadas se realizó según al grado de ataque de la clasificación desarrollada por Winstead y Kelman (1952), que es la siguiente.

- 0 Sin síntomas
- 1 Ligero marchitamiento de las hojas inferiores
- 2 Marchitamiento de las hojas inferiores
- 3 Marchitamiento de todas las hojas excepto el brote terminal
- 4 Completa marchitez sin desecación de las hojas
- 5 Marchitez completa

El análisis de los resultados se hizo en un diseño de bloques al azar por medio de la prueba de Friedman, la cual detectó una diferencia estadística entre tratamientos al 1 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 1 y 2 se observa el gran efecto bactericida causado por la resina de gobernadora sobre la bacteria *P. solanacearum* durante el desarrollo del trabajo *In vitro*; en contraste con los tratamientos del testigo absoluto y testigo etanólico, que presentan la superficie del medio, llena de colonias en cuatro bioensayos realizados y sin efecto alguno en el desarrollo de las colonias por causa del etanol. Por lo que respecta a los resultados obtenidos en los tres primeros bioensayos, muestran que en cualquiera de las tres dosis de resina evaluadas, el desarrollo de colonias de la bacteria fue nulo, al igual que en el tratamiento del Agrimycin 100 (bactericida convencional). Estos resultados fueron

Cuadro 1. Promedio de colonias de *Pseudomonas solanacearum* a las 72 horas, en los tratamientos en los bioensayos corridos cada 15 días con y sin resina de *Larrea tridentata* mantenida bajo condiciones de medio ambiente, UAAAN. 1988.

Tratamientos	Promedio de colonias por bioensayo			
	1º*	2º	3º	4º
	30 días	45 días	60 días	75 días
Testigo Absoluto	3,442	3,442	3,442	3,442
Testigo Etanólico	3,442	3,442	3,442	3,442
Testigo Agrimycin 100 200 ppm	0	0	0	0
Resina Fr. Etanólica 750 ppm	0	0	0	374.2
Resina Fr. Etanólica 500 ppm	0	0	0	872.9
Resina Fr. Etanólica 250 ppm	0	0	0	1,749

* La resina utilizada presentaba 30 días de haberse obtenido al iniciar el 1er. bioensayo.

Cuadro 2. Promedio de colonias de *Pseudomonas solanacearum* a las 72 horas en los tratamientos en los bioensayos corridos cada 15 días con y sin resina de *Larrea tridentata* mantenida bajo condiciones de refrigeración. UAAAN. 1988.

Tratamiento	Promedio de colonias por bioensayo			
	1º* 30 días	2º 45 días	3º 60 días	4º 75 días
Testigo Absoluto	3,442	3,442	3,442	3,442
Testigo Etanólico	3,442	3,442	3,442	3,442
Testigo Agrimycin 100 200 ppm	0	0	0	0
Resina Fr. Etanólica 750 ppm	0	0	0	16
Resina Fr. Etanólica 500 ppm	0	0	0	516.3
Resina Fr. Etanólica 250 ppm	0	0	0	698.4

* La resina utilizada presentaba 30 días de haberse obtenido al iniciar el 1er bioensayo.

iguales para las dos muestras de resina que se mantuvieron bajo condiciones refrigeradas y en el medio ambiente. Es en el cuarto bioensayo (75 días) donde se aprecia que la resina pierde su acción bactericida en las dos muestras; se observa que hubo un poco más colonias en la muestra que estuvo en medio ambiente (Cuadro 1) que la mantenida en refrigeración (Cuadro 2); el número de colonias fue menor a mayor concentración y viceversa, en ambas muestras de la resina de gobernadora.

En lo referente a la mezcla con adherentes del extracto de gobernadora, los mejores resultados se obtuvieron a la dosis de 750 ppm con los adherentes tritón 20 y sponto-234, (Cuadro 3) ya que a dosis de 250 y 500 ppm en combinación con los adherentes, éstos antagonizaron la acción bactericida de la resina, lo que permitió un desarrollo de bacterias igual que en los testigos; en los tratamientos que solamente contenían el medio específico en mezcla con los adherentes, no se observó efecto alguno sobre el desarrollo de la bacteria, puesto que todos se manifestaron llenos de colonias en las cajas Petri.

Por lo que respecta a las pruebas de invernadero, primero se realizaron pruebas de patogenicidad de la bacteria para comprobar que seguía conservándola y, como ya se mencionó, si en invernadero no se manifestó la enfermedad fue porque las condiciones presentes no permitieron el desarrollo de la enfermedad ya que, en el día, la temperatura que se presentaba era de 40°C y una HR menor del 30 % mientras que en la noche era de 30°C. Una vez que se presentaron los síntomas en la cámara a que se trasladaron las plantas de papa, se confirmó el desarrollo de la enfermedad causada por *P. solanacearum*. Los síntomas en las plantas iniciaron con un marchitamiento parcial de las hojas inferiores y, posteriormente, avanzó hacia la parte superior; al momento de

Cuadro 3. Promedio de colonias de *Pseudomonas solanacearum* a las 72 horas, en los tratamientos con los adherentes con y sin resina de *Larrea tridentata*. UAAAN. 1989.

Tratamientos	Número de colonias para las dosis de resina en ppm		
	250	500	750
Testigo Absoluto (M.T.*)	3,442	3,442	3,442
Testigo Etanólico	3,442	3,442	3,442
M.T. + Resina	0	0	0
M.T. + Bionex	3,442	3,442	3,442
M.T. + Sponto 234	3,442	3,442	3,442
M.T. + Arkopal NF 060	3,442	3,442	3,442
M.T. + Tritón	3,442	3,442	3,442
M.T. + Bionex + Resina	3,442	3,442	890.5
M.T. + Sponto 234 + Resina	3,442	3,442	0
M.T. + Arkopal NF 060 + Resina	3,442	3,442	378.2
M.T. + Tritón + Resina	3,442	3,442	0

M.T: Medio Tetrazolium

realizar la primera aplicación de productos químicos la mayoría de las plantas presentaban marchitez de las hojas inferiores, y, al momento de la segunda aplicación del tratamiento correspondiente al testigo absoluto, las seis plantas presentaban marchitamiento total de las hojas inferiores, y en la mayor parte de las hojas medias, al igual que en el testigo etanólico, excepto en una planta que solamente presentaba marchitez en las hojas inferiores. Por lo que respecta a los tratamientos de la dosis de 750 y 500 ppm de la resina y del testigo Agrimycin 100, los síntomas fueron iguales, presentando en tres de las seis plantas un ligero marchitamiento y en las otras tres los síntomas avanzaban rápidamente a la parte superior.

A los 14 días de iniciadas las aplicaciones, se observó que las plantas del testigo absoluto estaban muertas (Cuadro 4); en el testigo etanólico cinco estaban muertas, mientras que en una el marchitamiento era general, pero aún no moría; en tanto que en los tratamientos con las dosis de resina a 750 y 500 ppm y de Agrimycin 100, los resultados fueron iguales, ya que en las tres plantas con marchitez ligera de las hojas inferiores permanecieron igual, es decir, la enfermedad paró su desarrollo, por lo que se determinó no realizar la tercera aplicación, aunque en las otras tres plantas que manifestaban un grado de la enfermedad más avanzada, el extracto de gobernadora y el Agrimycin 100 fueron incapaces de parar el desarrollo de la enfermedad, muriendo las tres plantas en todos los casos, lo cual indica que ambos productos son capaces de parar la enfermedad, pero sólo en ciertos niveles de su avance. De esta manera, se demostró que la resina de gobernadora presenta actividad sistémica, ya que pa-

Cuadro 4. Grado de ataque visual de *Pseudomonas solanacearum* en las plantas inoculadas, en tratamientos de invernadero con y sin resina de *Larrea tridentata*. según escala de Winstead y Kelman (1952). UAAAN. 1989.

Tratamientos	Repeticiones						Índice de la enfermedad en %
	I	II	III	IV	V	VI	
Testigo Natural	0	0	0	0	0	0	0
Testigo Absoluto	5	5	5	5	5	5	100.00
Testigo Etanólico	5	5	5	5	5	3	83.33
Agrimycin 100 + Tritón	2	2	2	5	5	5	49.99
Resina 750 ppm + Tritón	2	2	2	5	5	5	49.99
Resina 500 ppm + Tritón	2	2	2	5	5	5	49.99

ra poder controlar el avance de la enfermedad en las plantas la resina requirió de penetrar al interior de la planta, controlando la enfermedad, lo mismo sucede con el Agrimycin 100.

Así pues los mejores tratamientos para el control de *P. solanacearum* fueron el Agrimycin 100 y la resina de gobernadora a 750 y 500 ppm, en tanto que el testigo etanólico y el absoluto se comportaron como tales. En cambio, el testigo natural, que no fue inoculado, no presentó la enfermedad y sólo sirvió para observar la diferencia de las plantas en cuanto aparecieron los síntomas de la enfermedad.

El análisis de los resultados se hizo en un diseño de bloques al azar por medio de la prueba de Friedman, la cual detectó una diferencia estadística entre tratamientos al 1%.

CONCLUSIONES

La resina de gobernadora fracción etanólica presentó acción bactericida sobre *P. solanacearum* por un período de 60 días contados a partir de su extracción, con iguales resultados al Agrimycin 100, ya sea en refrigeración o en el medio ambiente.

Ningún adherente afecta el desarrollo de colonias de la bacteria *in vitro*, pero todos los adherentes presentan antagonismo sobre la acción bactericida de la resina de gobernadora a las dosis de 500 y 250 ppm. El tritón y el sponto 234 fueron los adherentes que *in vitro* no ejercieron efecto antagonista sobre la resina de gobernadora a 750 ppm.

En pruebas de invernadero, las dosis de resina a 750 y 500 ppm así como el Agrimycin 100 mostraron ser los mejores tratamientos con resultados iguales en el control del patógeno en las plantas inoculadas con *P. solanacearum*, por lo que se considera que dicho extracto presenta propiedades sistémicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Karim, A., M. Ashraf, y M.K. Bhatti. 1979. Studies of the essential oils of the family Umbeliferae *Coriandrum sativum* L. oil of the seeds and the plant. Horticultural Abstracts. 51(7). Ref. 5,701.
- Maiti, D., C.R. Kole and C. Sen. 1985. Antimicrobial efficacy of some essential oils. Biological Abstracts. 80(4) Ref. 34,785.
- Velázquez, M.J.J. 1983. Evaluación del poder bactericida o bacteriostático de la resina de gobernadora contra las bacterias fitopatógenas *Erwinia amylovora*, *Erwinia atroseptica* y *Pseudomonas solanacearum*. Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 136 p.
- Winstead, N.N. y A. Kelman. 1952. Inoculation techniques for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. Phytopathology 42 (11): 628-634.
- Zalewski, J.C. y L. Sequeira. 1973. Inhibition of bacterial growth by extracts from potato tubers. Phytopathology 63(7): 942- 943.

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE CINCO ACARICIDAS SOBRE LA GARRAPATA DE LAS AVES *Argas persicus* (Oken).

Eugenio Guerrero Rodríguez¹
Jorge Corrales Reynaga²
Javier Paxtían Hernández³

RESUMEN

De cinco productos evaluados contra la garrapata de las aves *Argas persicus* (Oken), el clorfenvinfos y el lindano manifestaron excelente acción, ya que para el CL₅₀ se obtuvo con 1.6 y 11.8 ppm, respectivamente. En tanto que para el CL₅₀ del diazinón se requirió 69, para el coumafos 180 y para el triclorfos 757 ppm. Por lo que respecta al CL₉₅ el clorfenvinfos lo logra con sólo 12.9 ppm y el lindano con 62 ppm; mientras que el diazinón requiere 249 ppm, el coumafos 2,167 ppm y el triclorfón 2,342 ppm.

INTRODUCCIÓN

Los ectoparásitos de las gallinas son un fuerte problema para avicultura, dentro de los que sobresalen la garrapata de las aves *Argas persicus* (Oken), a las que ataca preferentemente, aunque también daña a otras aves domésticas como el pavo, codorniz, etc., y a silvestres como palomas, buitres, zopilotes, entre otras.

Estos organismos ocasionan daños directos e indirectos; dentro de los primeros se considera la picadura y succión de sangre que causa irritación, inquietud y perturbación del sueño, ya que el ataque de la garrapata es nocturno, por lo que se pierde vigor, baja de postura, lo que, incluso, puede cesar y, además, predispone al animal a enfermedades. El daño indirecto lo ocasionan las toxinas que inyecta el parásito, que pueden producir parálisis y transmitir enfermedades como algunas virosis y rickettsias (Doreste, 1984).

1 y 2. M.C. Maestros del Departamento de Parasitología. Div. de Agronomía, UAAAN.

3. Tesista Licenciatura

Cabe señalar que estos problemas se agudizan cuando las estructuras donde habitan son de tipo rudimentario, hechas con troncos o maderos donde las garrapatas pueden sobrevivir por mucho tiempo sin alimentarse. Al ubicar aves en estos gallineros infestados, sufren un fuerte ataque, a tal grado, que las aves pueden morir en pocos días.

El combate de *A. persicus* se dificulta particularmente, ya que su forma aplanada le permite penetrar profundamente en grietas, por lo que muchos de los productos de uso ordinario resultan ineficientes.

Al Sur de Coahuila, en las poblaciones de Saltillo, Ramos Arizpe, La Aurora y Arteaga es un grave problema, precisamente en los gallineros de tipo rudimentario ya que este parásito se encuentra en altas cantidades. Este hecho resalta la importancia que tiene realizar estudios para determinar si los productos de uso comercial, en las dosis recomendadas, siguen siendo eficaces para el control de las garrapatas.

Sin embargo, dada la dificultad para establecer si el producto mata a las garrapatas que están en las hendiduras, se optó por realizar el estudio en bioensayos, bajo condiciones de laboratorio. El objetivo del presente trabajo fue determinar las líneas de respuesta dosis-mortalidad de la garrapata, a varios acaricidas.

REVISIÓN DE LITERATURA

El combate de esta plaga se debe tratar en forma integrada. Para su control se recomienda limpieza constante y revisión periódica en los gallineros, sobre todo en los rústicos que han sido foco de infección, y que están propensos al contacto con otras aves domésticas y/o silvestres (Cuca, 1958). También se recomienda la quema del material de madera sin uso (Collado, 1961); fijar las perchas de los gallineros del techo, para evitar el contacto con las paredes (Hugh, 1959); y si las jaulas son de metal, se pueden tratar flameándolos con un soplete (Metcalf y Flint, 1986). Lo anterior combinado con uso de acaricidas.

Para combatir adecuadamente a *A. persicus*, los acaricidas necesitan penetrar con facilidad a grietas y fisuras; además deben tener una adecuada acción persistente (Hugh y Ellswart, 1959).

Algunos de los productos que se han citado como recomendables contra esta garrapata son: el Diazinón en solución al 0.15 %, aplicado en aspersiones, y espolvoreado a concentraciones de 1 - 5% (Muñoz, 1973); el malatión, en aspersiones al 1%, aplicado a alta presión al interior y exterior de los gallineros, y en aspersión fina, en la cama del piso, (Hugh, 1959). Otros productos que se aplican al animal para eliminar las garrapatas son: HCH en polvo, coumafós, flor de azufre (Collado, 1961).

Acaricidas como carbaryl, HCH, clordano y toxafeno en dosis al 0.5% se utilizan para tratar los alberges (Metcalf y Flint, 1986).

MATERIALES Y MÉTODOS

Dada la imposibilidad de realizar un estudio de campo que nos permitiera conocer, con precisión, la efectividad de los productos a evaluarse, ya que la garrapata de las aves permanece en las grietas de las estructuras de madera, se decidió evaluar la actividad acaricida de estos productos mediante bioensayos en laboratorio.

Para lo anterior se seleccionó un gallinero con estructura de madera en el poblado de La Aurora donde, después de una inspección visual, se localizó la ubicación de las garrapatas, las que se encontraron, principalmente, bajo corteza de troncos que servían de perchas para las gallinas. Estos individuos se colectaron con la ayuda de una brocha pequeña, de pelo suave y unas pinzas entomológicas. Este material biológico se depositó en recipientes de cristal.

Los productos que se evaluaron fueron cinco, los cuales aparecen en el Cuadro 1, en su formulación y dosis comercial recomendadas, y su equivalente en ppm.

Con cada producto se corrió, primero, un bioensayo general (ventana biológica) y, posteriormente, un segundo para ajustar las dosis a fin de obtener las líneas de respuesta dosis-mortalidad. Esta última serie se utilizó para el análisis de resultados por próbitas, en un programa de computadora.

Para cada bioensayo se utilizaron cinco dosis por producto y de 20 a 30 individuos por dosis. Se utilizó la técnica de película residual, para lo cual se tomó 1 ml de cada una de las diluciones del material comercial en agua destilada, el que se colocó en recipientes de cristal de 5 cm de alto por 6 cm de diámetro, el cual se hizo rodar continuamente para que se impregnara con el producto, hasta lograr la evaporación del agua.

Cuadro 1. Productos evaluados y datos acerca del formulado comercial. UAAAN. 1991.

Producto	Formulación y Concentración	Dosis Comercial lt (/1000 agua)	Concentración ppm
Clorfenvinfos	30 CE	1.0	300
Diazinón	25 PH	1.0 kg	250
Coumafos	50 PH	1.0 kg	500
Triclorfón	* CE	1.5	1,500
Lindano	15 CE	1.0	150
Testigo	--	.	.

* Grado técnico

Posteriormente, en estos frascos se colocaron las garrapatas en numero de 8 a 15, de acuerdo a la población obtenida en la colecta. Los individuos que se utilizaron fueron adultos y ninfas de último estadio; normalmente se utilizaron dos frascos por tratamiento.

Las lecturas de mortalidad fueron a las 48 hr, tomando como individuo muerto a aquél que no presentaba movilidad y que no respondía al estímulo de aumento de calor con las manos; esto en virtud de que estas garrapatas tienen el hábito de permanecer inmóviles si se les molesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo general, en el presente trabajo se tiene que los resultados de la prueba de bondad de ajuste (χ^2) son bastante buenos, como se aprecia en el Cuadro 2.

Por lo que respecta a la CL₅₀ los productos que manifestaron una acción excelente contra *A. persicus* son, sobre todo, el Clorfenvinfos con sólo 1.6 ppm y, en seguida, el Lindano con 11.8 ppm, en tanto que el resto de los productos se ubica en un segundo grupo, con otro nivel de concentración requerida para matar el 50 % de la población, ya que el Diazinón lo logra con 69 ppm, mientras que el Coumafos lo hace con 183 ppm; el producto que manifestó el más deficiente comportamiento contra esta garrapata de las aves fue el Triclorfón, con 730 ppm. La Figura 1 nos muestra, gráficamente, la diferencia entre productos al nivel del CL₅₀.

Por lo que respecta al CL₉₅, los productos manifiestan una tendencia muy parecida, aunque más drástica en cuanto a los requerimientos en cantidad de producto, para lograr abatir el segmento del 95 % de la población bioensayada; así, el Cuadro 2, nos indica que el Clorfenvinfos lo logra con tan sólo 12.9 ppm, seguido por el Lindano con 62.3 ppm. En grupo aparte se ubica el Diazinón con 249 ppm, y con requerimientos de cantidades excesivamente altas se ubican el Coumafos, con 2,148 y el Triclorfón con 2,108 ppm.

Cuadro 2. Resultados de los análisis de los bioensayos de cada uno de los productos evaluados con *Argas persicus*. UAAAN. 1989.

Productos	χ^2	Concentración en ppm	
		CL ₅₀	CL ₉₅
Clorfenvinfos	0.0135	1.6	12.9
Diazinón	0.0718	69.0	249.3
Coumafos	0.0353	183.6	2,148.1
Triclorfón	0.0723	730.6	2,108.1
Lindano	0.1910	11.8	62.8

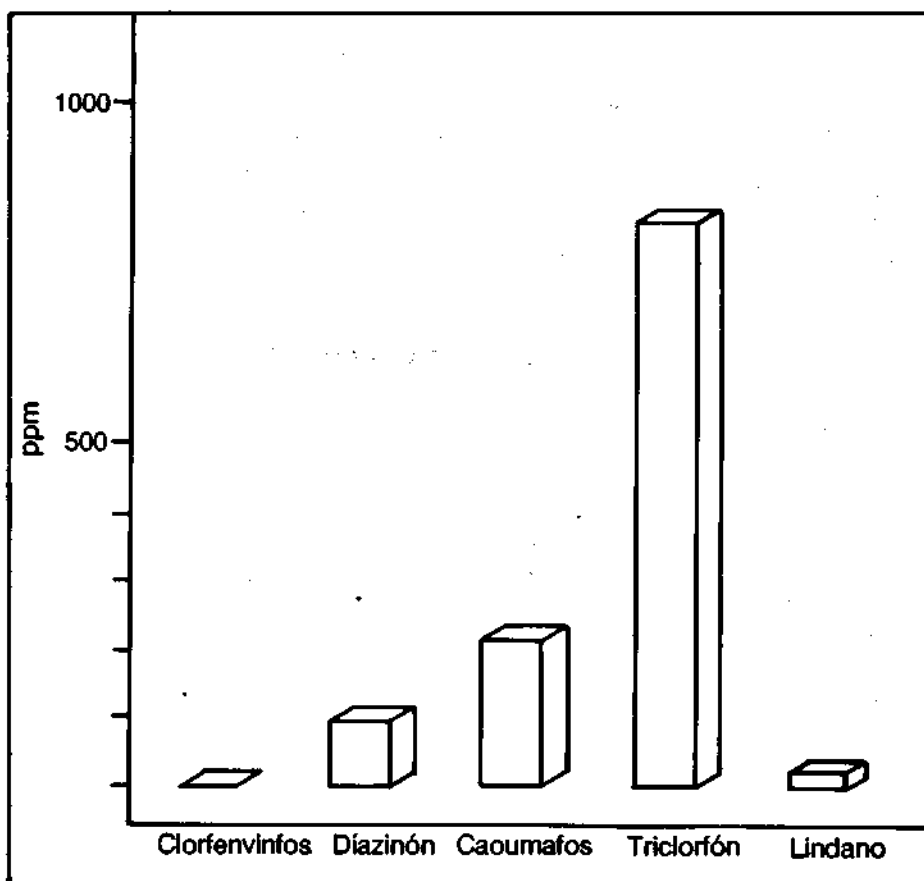


Figura 1. Comparación de los CL₅₀ en ppm para cada uno de los productos evaluados contra *Argas persicus*. UAAAN.1989.

Es de enfatizar que el Clorfenvinfos en recomendaciones generales (Cuadro 1), señala el uso de este compuesto a concentraciones de 300 ppm, en tanto que el CL₁₀₀ con esta molécula se logró con tan sólo 30 ppm (Cuadro 2), lo que muestra la alta eficacia de este producto y la posibilidad de que, en trabajos de campo, las dosis se puedan disminuir. Caso parecido se tiene con el Lindano, ya que la mortalidad del total se logró con sólo una tercera parte de la recomendación que se hace, que es de 150 ppm.

En tanto que para los tres productos restantes no se logró matar el total de los individuos a las dosis sugeridas en las etiquetas en forma comercial, que fue de 250 ppm para el Diazinón, de 500 para el Coumafos, y de 1,500 ppm para el Triclorfón.

La tendencia de las poblaciones en respuesta al estímulo tóxico se muestran en la Figura 2, donde se aprecia la posición de las líneas dosis-mortalidad de los productos evaluados. La ecuación de predicción de cada producto se incluye en el Cuadro 3.

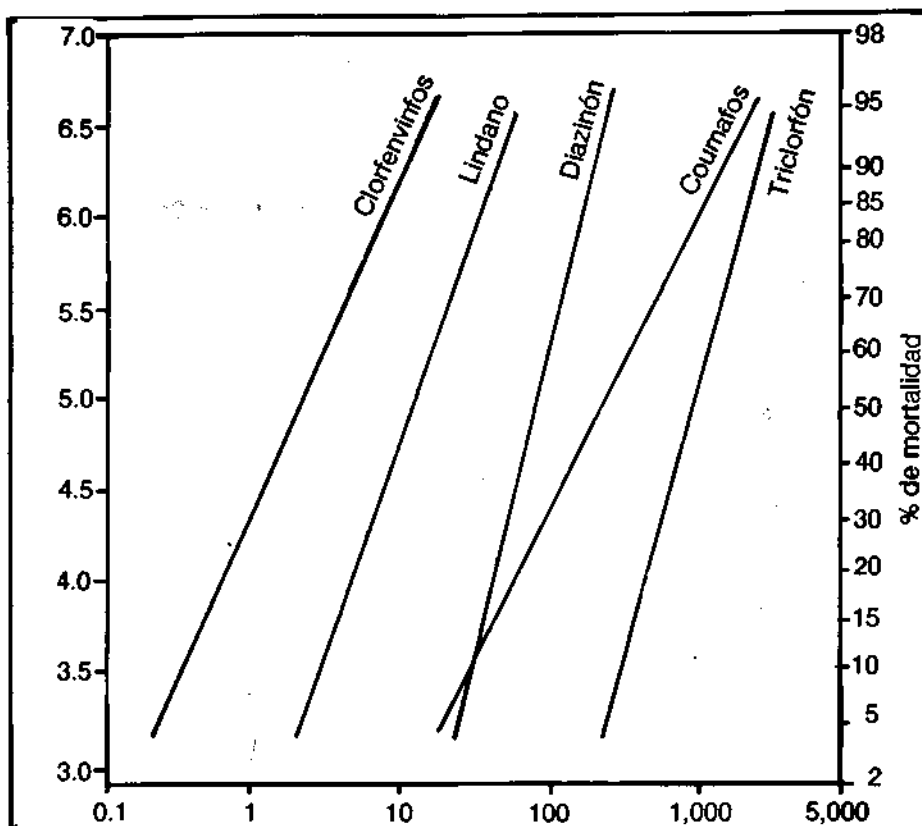


Figura 2. Determinación de las líneas de respuesta dosis- mortalidad de cinco garrapaticidas en *Argas persicus*. UAAAN. 1989.

Cuadro 3. Ecuación de predicción de los bioensayos de cada uno de los productos evaluados con *Argas persicus*. UAAAN. 1989.

Productos	Ecuación de predicción
Clorfenvinfos	$Y = 4.5897 + 0.8016 X$
Diazinón	$Y = -0.4258 + 1.2811 X$
Coumafos	$Y = 1.5135 + 0.6687 X$
Triclorfón	$Y = 5.2358 + 1.5523 X$
Lindano	$Y = 2.5643 + 0.9853 X$

CONCLUSIONES

Los productos que mejor se expresaron contra poblaciones de la garrapata de las aves (*A. persicus*) de la Aurora, Coahuila, fueron el Clorfenvinfos con un CL_{50} de 1.6 y el CL_{95} de 12.9 ppm, y el Lindano, con un CL_{50} de 11.8 y el CL_{95} de 62.8 ppm.

BIBLIOGRAFÍA

- Collado, G.J. 1961. Insectos y ácaros de los animales domésticos. Salvat Editores S.A. Barcelona, España. 270 pp.
- Cuca, G.M. 1958. Algunos parásitos externos de las aves domésticas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 26-30 pp.
- Doreste, S.E. 1984. Acarología. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 164-167. pp.
- Hugh, B.E. y C.L. Ellswart. 1959. Diseases and parasites of poultry. 4th edition. Lea and Febiger. Philadelphia, USA. pp. 361-362.
- Metcalf, L.C. y W. Flint P. 1986. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. 15a. edición. Ed. CECSA. México. p. 1125.
- Muñoz de A., J.R. 1973. Manual de patología aviar. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 194 pp.

EFFECTO DE LA ISLA DE FERTILIDAD EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt. BAJO CONDICIONES NATURALES

Luis Pérez Romero ¹
Juan Ricardo Reynaga Valdez ²
Roberto Nava Coronel ³
Rafael Jiménez Sánchez ⁴

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo con el objeto de evaluar la fase de crecimiento de *Atriplex canescens* (costilla de vaca), influenciado por tres microambientes dentro de una comunidad de *Larrea tridentata* (gobernadora). Se usaron tres microambientes alrededor de plantas adultas de gobernadora: i) isla de fertilidad; ii) periferia de la planta de *Larrea*; y, iii) áreas entre plantas de *Larrea*. Se transplantaron plántulas de costilla de vaca en los tres microambientes con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas bajo condiciones naturales. Los microambientes con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas, tienen efectos en el crecimiento plantular. El crecimiento de costilla de vaca fue menor en sitios sin *Larrea* + ramas, que en sitios con *Larrea*. El mejor crecimiento ocurrió cuando costilla de vaca fue transplantada en la isla de fertilidad.

INTRODUCCIÓN

La gran mayoría de los pastizales degradados, se encuentran dominados por comunidades de *Larrea*. En las últimas décadas ha habido mucho interés por la restauración de estos ecosistemas. Los intentos de restauración, en la mayoría de los casos, han sido un fracaso. No obstante, dentro de las características que presentan las comunidades de *Larrea*, deberán ser identificadas aquéllas que proveen una mayor influencia para favorecer la generación de una nueva arquitectura. Las características que pueden producir un cambio más dinámico las reúnen las "islas de fertilidad", generadas debajo de los arbustos maduros. Las islas pueden llegar a considerarse como un sitio seguro para el

1, 2 y 3. M.C. Maestros-Investigadores, del Depto. de Recursos Naturales Renovables, Div. de Ciencia Animal. UAAAN.

4. M.C. Maestro-Investigador, del Depto. de Tecnología de Semillas, Div. de Agronomía. UAAAN.

establecimiento y crecimiento de nuevos individuos con mejores características forrajeras. El objetivo fue evaluar la respuesta del crecimiento de costilla de vaca bajo diferentes microambientes de comunidades de *Larrea*.

REVISIÓN DE LITERATURA

Desde el punto de vista ecológico, la isla de fertilidad puede considerarse como un "sitio seguro". Harper (1977) propuso el término "sitio seguro" para describir los microsítios que son susceptibles para la germinación y establecimiento de plantas. Sin embargo, estos microsítios tienen grados de susceptibilidad, los cuales se reflejan en las probabilidades de germinación, sobrevivencia y crecimiento plantular. El uso de sitios favorables no implica un juicio *a priori* de la calidad del microsítio; un microsítio favorable es, simplemente, en el cual la sobrevivencia o crecimiento plantular es relativamente mejor que en otro (Fowler, 1988).

García-Moya y McKell (1970) concluyen que los arbustos ayudan a mantener un "pool" de nutrientes en el suelo, lo que genera "islas de fertilidad" por acumulación de materia orgánica y suelo fino debajo del dosel del arbusto; para la formación de las islas intervienen varios factores (Garner y Streinberger, 1989). El crecimiento de herbáceas y gramíneas en estos microsítios refleja un sitio seguro para la sobrevivencia y crecimiento plantular (Jaksic y Fuentes, 1980; Shmida y Whittaker, 1981).

Friedman (1971) menciona que el crecimiento plantular de *Artemisia herba-alba* está correlacionado con la distancia de plantas adultas de *Zygophyllum dumosum*, ya que el crecimiento de ésta fue reducido a una distancia cercana (50 y 100 cm) de *Z. dumosum*.

Cox *et al.* (1984) mencionan que las concentraciones de NO_3N influyen en el establecimiento de gramíneas, ya que surgen más en el suelo localizado debajo del arbusto de *Larrea*, que en el área entre arbustos de la misma especie.

Los efectos de mantillo han sido observados por otros como Schlatterer y Tisdale (1989) que establecen que el mantillo de ciertas especies, tales como *Tortulas ruralis* y *Chrysanthamnus viscidiflours*, tienen efectos sobre el crecimiento de gramíneas, ya que el crecimiento fue estimulado por la presencia de este material; la estimulación fue atribuida a una mayor disponibilidad de nitrógeno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción general del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el área adjunta al campo experimental Noria de Guadalupe, Zacatecas, en poblaciones naturales de *Larrea tridentata* (gobernadora), localizada aproximadamente a 150 km de Saltillo,

Coah., sobre la carretera 54. El área está centrada a los 24° 21' latitud norte y 101° 24' longitud oeste, dentro del municipio de Concepción del Oro, Zacatecas.

El muestreo de suelo fue de acuerdo a Cox *et al.* (1984), que consiste en seleccionar 10 arbustos típicos de *Larrea* aproximadamente de la misma altura y cobertura. La muestra del suelo de los primeros horizontes fueron colectados en una sola dirección (Este), a tres distancias del arbusto. Los microambientes definidos fueron:

- 1) "Isla de fertilidad" (distancia cero)
- 2) Periferia del arbusto (distancia 50 cm)
- 3) En las áreas abiertas entre arbustos de *Larrea* (distancia 100 cm).

Las características químicas del suelo y materia orgánica (Cuadro 1) fueron hechas a través de muestreos a tres distancias de *Larrea*, tanto vertical como horizontal. Los valores de las características se utilizarán únicamente para fundamentar la discusión de la respuesta del crecimiento de *A. canescens*. De aquí en adelante nos referiremos únicamente como: i) "Isla de fertilidad; ii) Periferia de *Larrea*; iii) Entre arbustos de *Larrea*; microambientes que caracterizan las tres distancias definidas *a priori*.

Se considera como "Isla de fertilidad" al microambiente de suelo que cubre la proyección del dosel del arbusto de *Larrea*, caracterizado con una mayor proporción de mantillo; periferia de *Larrea*, con el área delimitada por el borde de la proyección del dosel; y entre arbustos, como aquella área que queda comprendida por los espacios vacíos entre *Larrea* y *Larrea*.

Para evaluar el crecimiento de plántulas de *A. canescens* se siguió la misma metodología de la segunda fase de sobrevivencia, es decir, con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas en los microambientes, "isla de fertilidad", periferia de *Larrea* y entre arbustos de *Larrea* (Pérez *et al.*, 1992).

Para la determinación del crecimiento fue necesario cosechar plántulas al raz del suelo, a diferentes intervalos de tiempo, (cada nueve semanas) durante su primera estación de crecimiento. Las plántulas cosechadas se colocaron, durante 48 horas en una estufa de aire forzado a 70°C y fueron pesadas al 0.1 g. Estos datos deben indicar si las características de las plántulas fueron afectadas por el impacto del microambiente o sitio seguro.

Se empleó un diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas subdivididas (2x3x6) con tres repeticiones. Los factores A, B y C fueron asignados de la misma manera en el caso de sobrevivencia (Pérez *et al.*, 1992).

Cuadro 1. Características de nutrientes y materia orgánica en tres microambientes, a través de tres distancias de Ladera bajo condiciones naturales.

Horizonte	Isla de fertilidad (cero)			Periferia arbusto 50 cm			Entre arbusto 100 m					
	N %	P kg/ha	K MO %	N %	P K MO kg/ha %	N %	P K MO kg/ha %					
Ah1	0.260	51.23	1112.0	5.2	0.165	33.09	1112.0	3.3	0.125	37.76	1112.0	2.5
Ah2	0.085	17.03	832.0	1.7	0.090	17.26	922.5	1.8	0.065	12.64	1112.0	1.3
BC3	0.03	2.75	162.0	0.6	0.035	2.42	247.0	0.7	0.038	1.43	697.5	0.7

Cuando las fuentes de variación que resultaron significativas fueron un efecto principal, la comparación entre las medias se hizo por medio de la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS). Cuando una interacción resultó significativa, se fraccionó su suma de cuadrados y se efectuaron las pruebas de F. Para las combinaciones que resultaron significativas se realizaron a través de la prueba de DMS (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS

El análisis de varianza para crecimiento de plántulas de *A. canescens* en tres microambientes con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas, muestra una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para los factores A, B y C, así como para sus interacciones (Cuadro 2).

La partición de la suma de cuadrados de la interacción AB (con y sin *Larrea* + ramas/microambientes), muestra la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para las combinaciones B/A₁ y B/A₂, así como una diferencia significativa para la combinación A/B₁, y altamente significativa ($P < 0.01$) para las combinaciones A/B₂ y A/B₃.

Los efectos de microambientes con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas, hacen que el comportamiento del crecimiento de plántulas decrezca con relación al microambiente generado con respecto a *Larrea*. Este crecimiento es menos drástico en plántulas sin *Larrea* + ramas que con *Larrea* (Figura 1). Sin embargo, hay que hacer notar que en el caso de la "isla de fertilidad", el crecimiento

Cuadro 2. Análisis de varianza para crecimiento (g/ind) de plántulas de *A. canescens* con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas en tres microambientes bajo condiciones naturales.

FV	gl	SC	CM	Fc	
Bloques	2	10.41	5.205	51.43	**
A	1	27.81	27.806	274.75	**
Error	2	0.20	0.101		
B	2	443.86	221.928	610.03	**
AB	2	47.87	23.935	65.79	**
Error	8	2.91	0.364		
C	5	468.87	93.774	377.87	**
AC	5	8.29	1.657	6.68	**
BC	10	33.51	3.351	13.50	**
ABC	10	14.95	1.495	6.02	**
Error	60	14.89	0.248		

** Diferencia altamente significativa ($P < 0.01$)

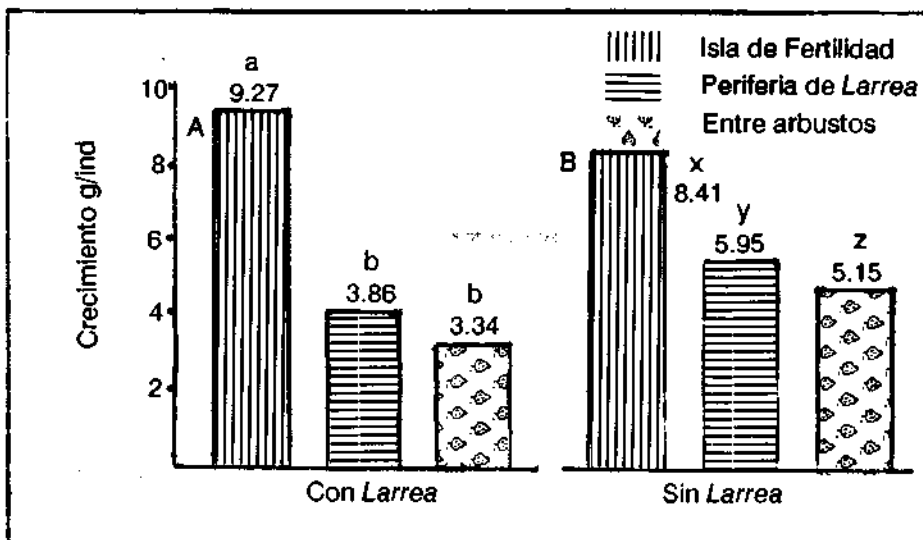


Figura 1. Crecimiento (g/ind) de plántulas de *A. canescens* influenciado por los microambientes: A) con *Larrea* y B) sin *Larrea* + ramas bajo condiciones naturales. Barras con la misma literal dentro de, con o sin *Larrea* + ramas, son estadísticamente iguales ($P < 0.01$).

es un poco mayor y significativo con *Larrea* que sin *Larrea* + ramas, ya que existe un crecimiento de 8.4 g/individuo, mientras que en el primer caso es de 9.3 g/individuo.

Asimismo, el crecimiento de plántulas en "isla de fertilidad" muestra que es mayor y estadísticamente diferente que en la periferia y entre arbustos con *Larrea*, es decir, existe crecimiento mayor, de hasta 9.3 g/individuo en la "isla de fertilidad" con respecto a los 3.9 y 3.3 g/individuo, que ocurre en la periferia y entre arbustos con *Larrea*, respectivamente. Por su parte, los microambientes sin *Larrea* + ramas manifiestan una menor tendencia a la reducción del crecimiento en los microambientes periferia y entre arbustos, ya que muestran un crecimiento de hasta 5.9 y 5.2 g/individuo, respectivamente, mientras que en la "isla de fertilidad" es de 8.4, lo que lo hace significativamente diferente a los dos microambientes anteriores (Figura 2).

En la interacción BC (microambiente/tiempo) su partición de suma de cuadrados mostró que existe una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para todas sus combinaciones. El crecimiento de plántulas después de la primera estación de crecimiento fue significativamente influenciado por el sitio seguro o microambiente, ya que este es significativamente mayor a través de cada período de tiempo (Figura 3). El crecimiento de plántulas, al final, es más evi-

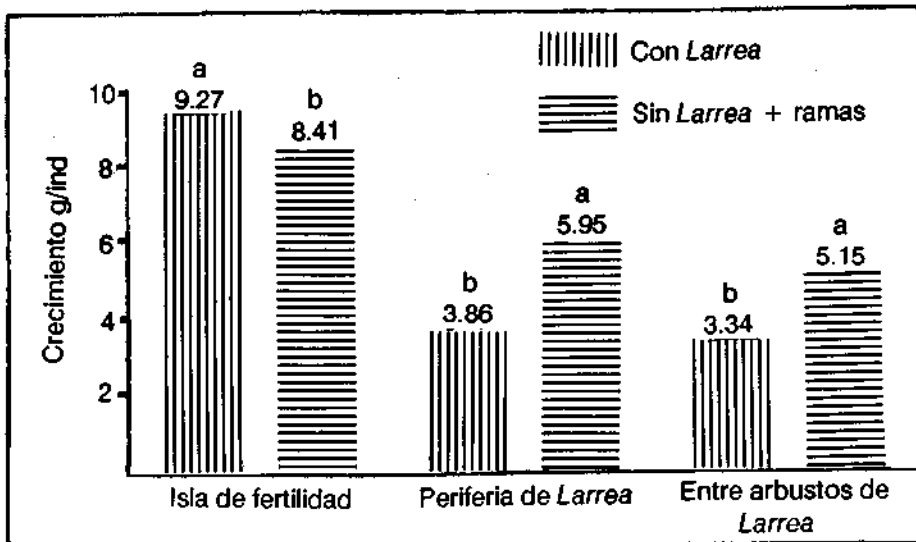


Figura 2. Crecimiento (g/ind) de plántulas de *A. canescens* influenciado por tres microambientes con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas bajo condiciones naturales. Barras con la misma literal dentro de microambientes son estadísticamente iguales ($P < 0.01$).

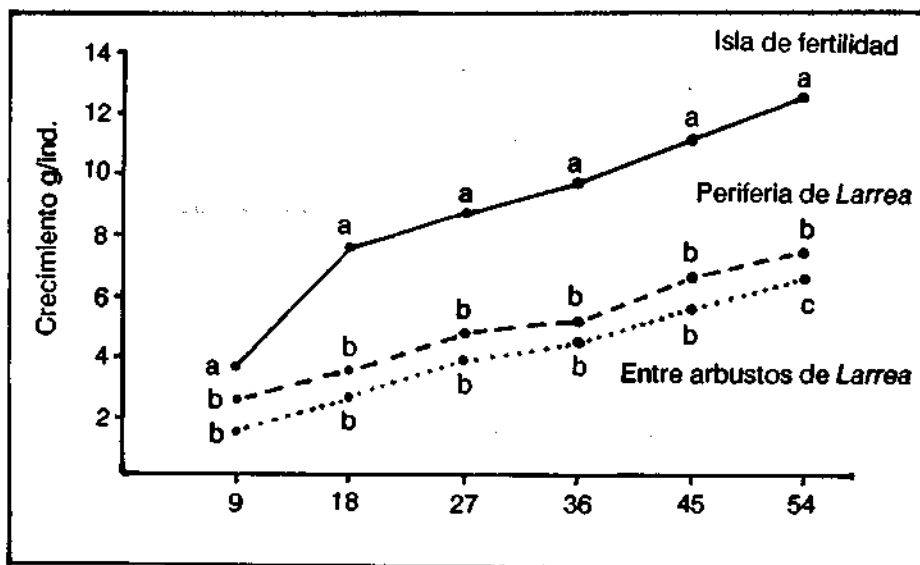


Figura 3. Crecimiento (g/Ind.) de plántulas de *A. canescens* en tres microambientes con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas a través del tiempo bajo condiciones naturales. Crecimiento dentro del mismo período de tiempo son estadísticamente iguales ($P < 0.01$).

dente en la "isla de fertilidad" donde alcanza un crecimiento de hasta 12.6 g/individuo, mientras que en la periferia se observa un crecimiento de 7.6 g/individuo, y de 6.7 g/individuo para el crecimiento entre arbustos de *Larrea*.

Por su parte, el crecimiento que ocurre a través del tiempo dentro del microambiente "isla de fertilidad" en los últimos dos períodos, es decir, a las 45 y 54 semanas, son diferentes a los subsecuentes períodos de crecimiento, dado que en tales períodos ocurre un crecimiento de 11.9 y 12.6 g/individuo, respectivamente. El microambiente periférico de *Larrea*, aunque con una tendencia menor a la anterior, presenta una respuesta similar; el crecimiento de las 45 y 54 semanas es diferente a los demás, con 6.5 y 7.6 g/individuo, respectivamente. Por el contrario, en el microambiente entre arbustos de *Larrea* el crecimiento es mucho menor que los anteriores microambientes, sin embargo, guarda una tendencia similar (Figura 4).

Para la interacción AC (con y sin *Larrea* + ramas/tiempo) muestra, a través de la partición de suma de cuadrados, que las combinaciones C/A₁ y CA₂ son altamente significantes ($P < 0.01$), asimismo las combinaciones A/C₃, A/C₄, A/C₅, y A/C₆. El crecimiento de plántulas está significativamente influenciado por la presencia de *Larrea* (Figura 5). El crecimiento que ocurre con *Larrea* a las 54 semanas es de hasta 8.3 g/individuo, el cual es superior y diferente a todos los demás tiempos. Por el contrario, el crecimiento ocurrido en el microambiente sin *Larrea* + ramas presenta la misma tendencia a través de toda la estación de crecimiento que la anterior, sin embargo, el crecimiento de las 54 semanas es de 9.6 g/individuo. Se considera que el tiempo es un factor importante.

DISCUSIÓN

La tendencia del crecimiento plantular de *A. canescens*, de incrementarse en respuesta al microambiente "isla de fertilidad", en comparación al microambiente entre arbustos, puede ser explicada en términos de: i) una mayor disponibilidad de N; ii) un ambiente más favorable, creado por la planta adulta de *Larrea*; y, iii) un microambiente generado por las ramas.

Conociendo que el N juega un papel importante en la actividad del crecimiento (Mengel y Kirby, 1979) y que es un factor limitante en la producción de ambientes áridos (Ettershank *et al.*, 1978; Fisher *et al.*, 1988), es fácil entender el efecto que una mayor disponibilidad de nutrimentos, principalmente de N, tuvo sobre el crecimiento plantular de *A. canescens*, por lo cual asumimos que en la "isla de fertilidad" existe una mayor disponibilidad de N y al existir un mejor ambiente para el crecimiento, consecuentemente, hubo un mayor incremento de gramos por individuo.

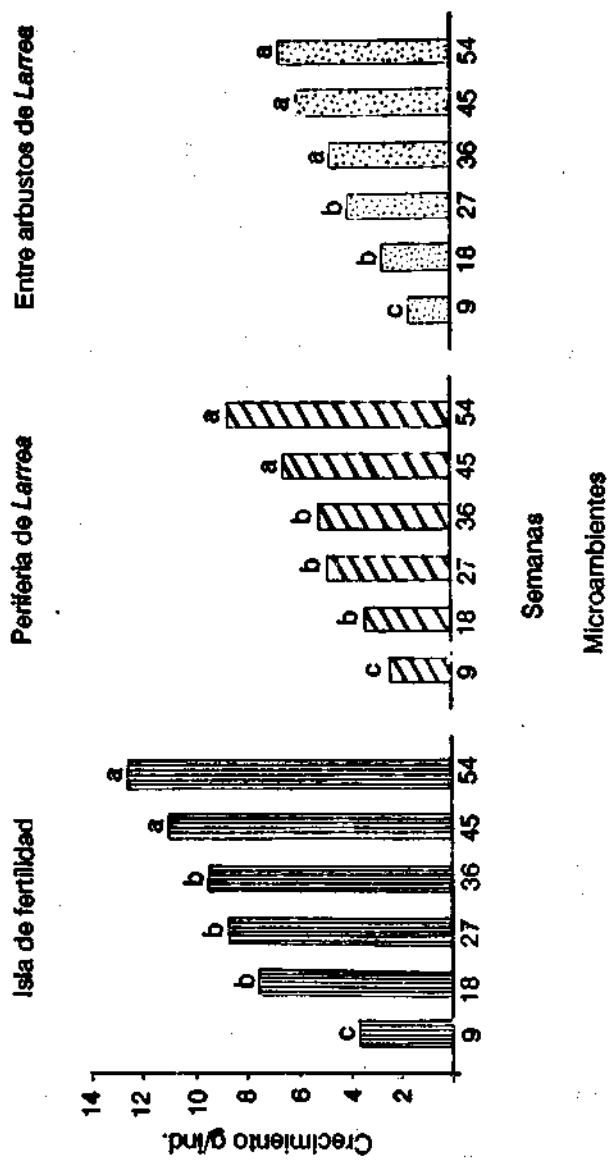


Figura 4. Crecimiento (g/ind.) de plántulas de *A. canescens* a través del tiempo en tres microambientes con Larrea y sin Larrea + ramas bajo condiciones naturales. Barras con la misma literal dentro del mismo microambiente son estadísticamente iguales ($P < 0.01$).

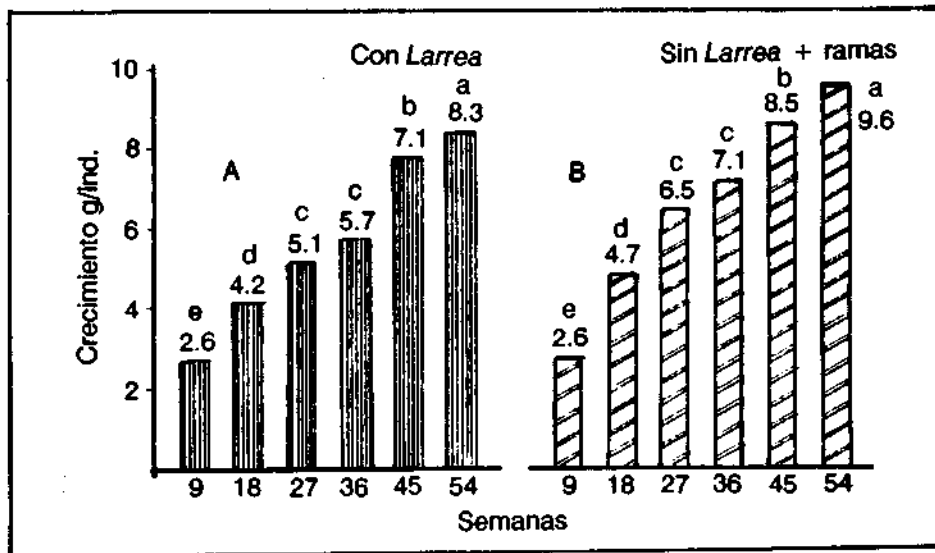


Figura 5. Crecimiento (g/ind.) de plántulas de *A. canescens* a través del tiempo: A) con *Larrea* y B) sin *Larrea* + ramas bajo condiciones naturales. Barras con igual literal dentro de, con y sin *Larrea* + ramas son estadísticamente iguales ($P < 0.01$).

Debido a que el crecimiento de arbustivas parece estar limitado por N y humedad disponible, esto implica que ambos recursos son limitantes, y teniendo en consideración que ambos se conjugan en el microambiente "isla de fertilidad" (Lyford y Qashu, 1969; García-Moya y McKell, 1970), se espera que exista una mayor respuesta al crecimiento en este microambiente. El reducido crecimiento de producción entre los arbustos, puede atribuirse al efecto de una mayor evapotranspiración y a una menor disponibilidad de N. Se ha establecido que cuando existe una menor disponibilidad de nutrientes la planta, como estrategia, reduce su altura y su potencial de crecimiento (Grime, 1977; Chapin, 1980). Esto es consistente con otros estudios, ya que el crecimiento de herbáceas anuales resulta de una mayor disponibilidad de nutrientes que la "isla de fertilidad" les provee, lo que le permite soportar plantas con un mayor crecimiento. (Halvorson y Patten, 1975; Patten, 1978).

De igual manera, el efecto que las ramas tienen en modificar el ambiente (Herbel, 1972), la arquitectura del dosel de los arbustos, tiene un papel significativo en la producción debajo del arbusto, ya que, con un alto y cerrado dosel se tiene una mayor productividad que en arbustos con un dosel menos denso (Halvorson y Patten, 1975), esto debido a que el dosel causa una amelioración de las condiciones microambientales (Lowe y Hinds, 1971; Patten, 1978) debajo de los arbustos. Por lo que, una buena condición de humedad con baja o moderada radiación solar parece ofrecer las condiciones óptimas para el crecimiento en la "isla de fertilidad". El crecimiento de plántulas de *A. canescens* debajo

de *Larrea* es cerca de dos veces más productiva que en el microambiente entre arbustos, especialmente sobre aquéllos que no tienen ramas. Aparentemente, las plántulas de *A. canescens* creciendo en la "isla de fertilidad" debajo de *Larrea* son capaces de utilizar mejor este microambiente.

Este estudio contribuye a demostrar que existen sitios seguros de crecimiento en ambientes áridos que impactan en la transformación de ecosistemas degradados, teniendo pequeños o muchos efectos sobre los procesos dinámicos de la vegetación.

Es evidente que la "isla de fertilidad" tiene un rol interactivo con otros factores ambientales para los procesos de establecimiento de una especie, por lo que debemos entender, aún un mayor detalle, características de calidad de luz, disponibilidad de nutrimentos y humedad, interferencia y otros factores que probablemente interactúan con este microambiente.

CONCLUSIONES

El crecimiento de plántulas de costilla de vaca en la "isla de fertilidad" de *Larrea* es dos veces más productiva que cuando crece en el microambiente entre arbustos de *Larrea*. Por otra parte, el efecto de ramas de *Larrea* provee un beneficio adicional sobre el crecimiento de plántulas en los microambientes periférica y entre arbustos de *Larrea*.

BIBLIOGRAFÍA

- Cox, J.R., J.M. Parker y J.L. Stroehlein. 1984. Soil properties in creosotebush communities and their relative effects on the growth of seeded range grasses. *Soil. Sci. Soc. Am.* 46(6):1442- 1445 p.
- Chapin, F.S., III. 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11:233-260 p.
- Ettershank, G., J.A. Ettershank, M. Bryant y W.G. Whitford. 1978. Effect of nitrogen fertilization on primary production in a Chihuahuan Desert Ecosystem. *J. Arid Environ.* 1(1):135-139 p.
- Fisher, F.M., J.K. Zak, G.L. Cunningham y W.G. Whitford. 1988. Water and nitrogen effects on growth and allocation patterns of creosotebush in the Northern Chihuahuan Desert. *J. Range Manage* 41(5):381-391.
- Fowler, M.C. 1988. What is a safe site? Neighbor, litter, germination date and patch effects. *Ecology* 69(4):947-961.

- Friedman, J. 1971. The effect of competition by adult *Zygophyllum dumosum* Boiss, on seedling of *Artemisia herba-alba* Asso. In the Negev Desert of Israel. J. Ecology 63(2):627-632 p.
- García-Moya, E., y C.M. McKell. 1970. Contribution of shrub to the nitrogen economy of a desert wash plant community. Ecology 51(1):81-88 p.
- Garner, W. y Y. Steinberger. 1989. A proposed mechanism for the formation of "Fertile Island" in the desert ecosystem. J. Arid. Environ. 16(3):257-262.
- Grime, J.P. 1977. Evidence for the existent of three primary strategies in plant and its relevance to ecological and evolutionary theory. Amer. Nat. 111(982):1169-1194 p.
- Halvorson, W.L. y D.T. Pattern. 1975. Productivity and flowering of winter ephemerals in relation to Sonoran Desert shrub. Am. Mild. Nat. 93(2):311-319 p.
- Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic Press. New York. 645 p.
- Jaksic, F.M. y E.R. Fuentes . 1980. Why are native herbs in the chilean matorral more abundant beneath bush: microclimate or grazing? J. Ecology 68(2):665-669 p.
- Lowe, C.H. y D.S. Hinds. 1971. Effects of parloverde (*Cercidium*) Trees on the radiation flux at ground level in the Sonoran Desert in winter. Ecology 52(4):916-922 p.
- Lyford, F.P. y H.K. Qashu. 1969. Infiltration rates as affected by desert vegetation. Water Resources Research. 4(6):1373-1376.
- Mengel, K. y E.A. Kirkby. 1979. Principles of plant nutrition. Second Ed. International Potash Institute. Berne Switzerland. 593 p.
- Pérez, R.L., R. Nava C., J. R. Reynaga V. y R. Jiménez S. 1992. Sobrevivencia de plántulas de *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt. "Efecto de la isla de fertilidad". Revista Agraria 8 (2).
- Pattern, D.T. 1978. Productivity and production efficiency of an upper Sonoran Desert ephemeral community. Amer. J. Botany 65(8):891-895.
- Schlatterer, E.F. y F.W. Tisdale. 1969. Effects of litter of *Artemisia*, *Chrysanthamus* and *Tortula* on germination and growth on three perennial grass. Ecology. 50(5):869-873 p.
- Shmida, A., y R.H. Whittaker. 1981. Pattern and biological microsite effects in two shrub communities Southern California. Ecology 61(1):234-251 p.
- Steel, R.G. y H.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of stadistics. McGraw-Hill Book. Co. 481 p.

SOBREVIVENCIA DE PLÁNTULAS DE *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt: EFECTO DE "ISLA DE FERTILIDAD"

Luis Pérez Romero ¹
Roberto Nava Coronel ²
Juan Ricardo Reynaga Valdez ³
Rafael Jiménez Sánchez ⁴

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la sobrevivencia de *Atriplex canescens* (costilla de vaca) influenciada por el sitio "isla de fertilidad" dentro de las comunidades de *Larrea*. Tres sitios fueron usados alrededor de plantas de gobernadora: i) "isla de fertilidad"; ii) periferia de la planta de *Larrea*; y, iii) áreas entre plantas de *Larrea*. Para analizar la sobrevivencia de costilla de vaca fueron transplantadas plántulas sobre los tres sitios con y sin plantas de *Larrea*. La respuesta de la sobrevivencia de plantas fue influenciada por la "isla de fertilidad". Existió mayor sobrevivencia en la isla con *Larrea*, que en la isla sin *Larrea*. La sobrevivencia decrece cuando la distancia respecto al centro del dosel se incrementa.

INTRODUCCIÓN

Una característica de los pastizales del Norte de México es su grado de degradación. Por lo tanto, se requiere transformar estas áreas para incrementar la disponibilidad de forraje utilizable por el herbívoro. La transformación de ecosistemas de arbustivas degradadas en regiones áridas es un proceso dinámico que, en ocasiones, requiere modificar su tasa de cambio a través de estrategias que no alteren demasiado el ecosistema. Existen, por lo tanto, factores que pueden ser manipulados antropogénicamente para influir en la tasa y

1,2 y 3 M.C. Maestros-Investigadores del Depto. de Recursos Naturales Renovables. Div. de Ciencia Animal. UAAAN.

4. M.C. Maestro-Investigador del Depto. de Tecnología de Semillas, Div. de Agronomía. UAAAN.

dirección del proceso de reconstrucción del ecosistema. Tales prácticas, deben de basarse en principios ecológicos, para lograr una mayor efectividad. En este sentido, la "isla de fertilidad" generada por arbustivas, juega un rol importante. El propósito de esta investigación fue determinar la influencia de tres microambientes generados por *Larrea* en la sobrevivencia de *Atriplex canescens*.

REVISIÓN DE LITERATURA

La heterogeneidad natural del suelo es bien conocida. En cortas distancias, un suelo puede variar considerablemente en nutrientes, disponibilidad de agua, concentración de iones tóxicos y otros factores que afectan los procesos de crecimiento y función de la planta (Charley, 1972; Charley y West, 1975; Tiedemann y Klemmedson, 1973, 1977).

La distancia entre plántulas y arbustos maduros puede influir en la sobrevivencia de plántulas de la misma especie o de otras. La sobrevivencia plantular de *Artemisia herba-alba* está directamente afectada por la distancia de los arbustos adultos de *Zygophyllum dumosoum*. El porcentaje de sobrevivencia a 50, 100 y 200 cm de éstos, fue de 44.4, 47.0 y 59.3 %, respectivamente (Friedman, 1971).

Friedman y Orshan (1975) mencionan una baja tasa de sobrevivencia de plántulas debajo de *A. herba-alba*, ya que tiene un rango de sobrevivencia de 50 y 26.2 %, a una distancia de 0-10 y 20-30 cm, respectivamente, mientras que a una distancia de 60-70 cm muestra una sobrevivencia de 83.4 %.

De igual manera, plántulas de *A. canescens* en comunidades de *Larrea* muestran la misma tendencia a la sobrevivencia (Cable, 1972). La sobrevivencia al primer año debajo de *Larrea* fue del 12 % y del 32 y 35 %, en plántulas localizadas en la orilla del dosel y en las áreas abiertas entre arbustos, respectivamente.

Sheps (1973) y Boyd y Brum (1983) indican que la sobrevivencia de plántulas de *Larrea* se incrementa con la distancia de arbustos adultos de esta misma especie. En áreas excluidas a predadores, el porcentaje de sobrevivencia fue del 33, 54 y 88% para plántulas localizadas debajo del dosel, periferia y entre arbustos de *Larrea*, respectivamente. Por el contrario, en áreas sin excluir a predadores la sobrevivencia fue del 13, 33 y 33%, para las tres distancias mencionadas anteriormente (Boyd y Brum, 1983).

La sobrevivencia de plántulas de *Larrea* en el desierto de Mojave fue estudiada por Sheps (1973), quien encontró que las altas tasas de mortalidad plantular natural y establecidas (transplante), ocurre para plántulas cercanas a arbustos maduros.

Por el contrario, García (1987) encontró una mayor sobrevivencia debido al microambiente "isla de fertilidad" y al mulcheo. La sobrevivencia de plántulas de *Bouteloua curtipendula* en la "isla de fertilidad" + ramas fue mayor (49 - 67 %) que en la "isla de fertilidad" (38 - 47 %), que presentó una menor sobrevivencia cuando se encontraba debajo de plantas adultas de *Flourensia cernua* (25-32 %).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el área adjunta al campo experimental Noria de Guadalupe, Zacatecas, en poblaciones naturales de *Larrea tridentata* (gobernadora), localizada a 150 km de Saltillo, Coahuila, sobre la Carretera 54.

Este estudio consistió de dos fases: i) una donde únicamente se evaluó el efecto de la "isla de fertilidad" en tres condiciones (Figura 1); y, ii) tres microambientes generados a partir del centro de la planta adulta de *Larrea* (Figura 2).

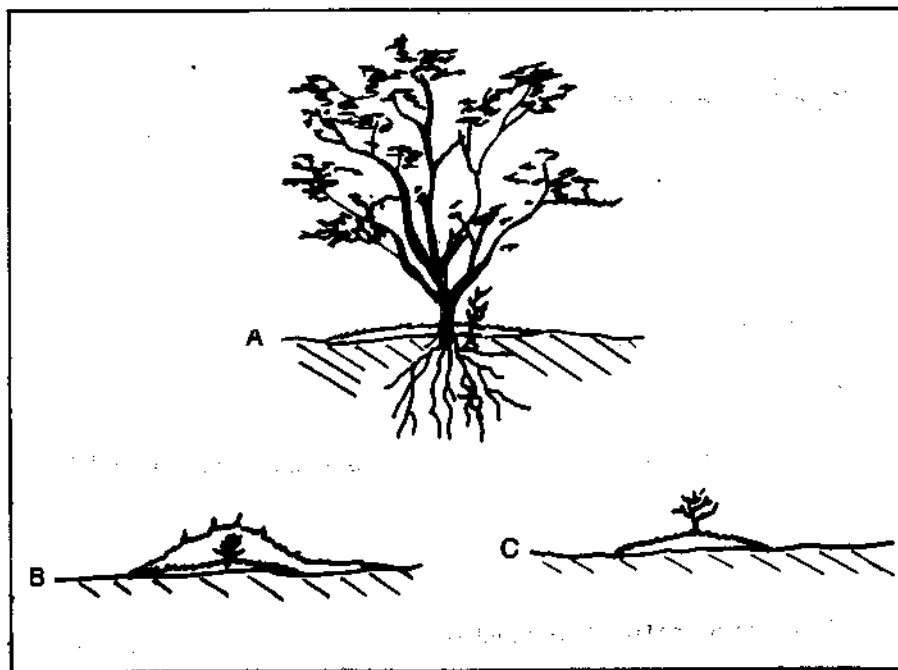


Figura 1. Representación diagramática de tres condiciones en "isla de fertilidad" de *Larrea*. A) con *Larrea*, B) sin *Larrea* + ramas y C) descubierta.

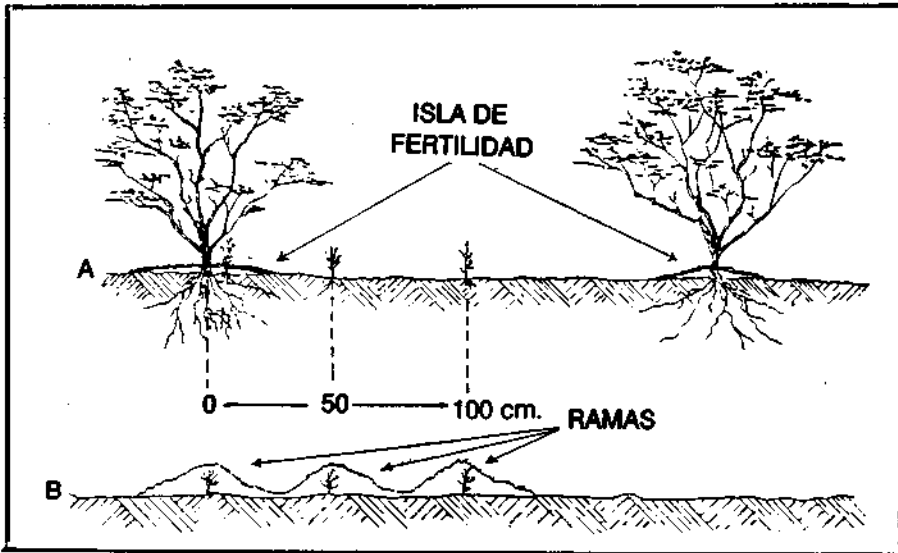


Figura 2. Representación diagramática de los tres microambientes utilizados en comunidades naturales de *Larrea*. A) con *Larrea* y B) sin *Larrea* + ramas a tres distancias (0, 50 y 100 cm) respectivamente.

Se seleccionaron 15 plantas adultas de *Larrea*, cada una a un metro aproximado, del diámetro del dosel, y a una distancia entre arbusto y arbusto de cerca de tres metros. Durante mayo de 1987, plántulas de *A. canescens* de ocho meses de edad fueron transplantadas a tres distancias del arbusto de *Larrea* (0, 50 y 100 cm), por lo cual se consideraron como microambientes "isla de fertilidad", periferia y área abierta entre *Larrea*, respectivamente. Cuatro plántulas por distancia fueron colocadas con raíz desnuda para evaluar el efecto del sitio o microambiente; cada plántula recibió 1000 ml de agua al momento del transplante y 500 ml de agua cada semana durante el primer mes, para asegurar su establecimiento y evaluar su sobrevivencia.

En la primera fase, para considerar el impacto de la "isla de fertilidad" per se, se definieron los tratamientos: "isla de fertilidad" con *Larrea*, sin *Larrea* más ramas (residuos del arbusto eliminado) y sin *Larrea* dejando al descubierto la "isla de fertilidad" con plántulas de *A. canescens* (Figura 1).

Para la segunda fase, los tratamientos fueron: con *Larrea* y sin *Larrea* más ramas a los tres microambientes definidos con anterioridad (Figura 2). En cuanto a los distintos microambientes más ramas, se logró al eliminar las plantas adultas de *Larrea* desde la base del tronco; posteriormente se destruyeron sus ramas sobre el área de suelo correspondiente al microambiente definido.

Las plántulas vivas y muertas fueron contadas a intervalos de nueve semanas, durante su primera estación de crecimiento, en mayo de 1988. Cuando presentaban características de tallo quebradizo, las plántulas se consideraban muertas. Los datos fueron expresados en % de sobrevivencia.

El diseño experimental utilizado para evaluar el efecto del microambiente en la "isla de fertilidad" únicamente, fue completamente al azar, en tres tratamientos con cinco repeticiones cada una. Para evaluar el efecto con *Larrea* y sin *Larrea* más ramas de tres microambientes, se evaluó bajo un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas ($2 \times 3 \times 6$) con cinco repeticiones. En la parcela grande se asignó el factor con y sin *Larrea* más ramas (A); en la parcela mediana el factor microambiente (B); caracterizado por la "isla de fertilidad", periferia de *Larrea*, entre arbusto de *Larrea*; en la parcela pequeña el factor tiempo (C). Los datos de sobrevivencia fueron transformados por $X + 1$ antes de conducir el análisis de varianza.

Se realizó una prueba de DMS, cuando las fuentes de variación fueron un efecto principal. Cuando una interacción resultó significativa se fraccionó su suma de cuadrados y se efectuaron las pruebas de F para las combinaciones posibles. Las pruebas de medias de las combinaciones que resultaron significativas se realizaron a través de la prueba de DMS (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS

Sobrevivencia

El análisis de varianza del por ciento de sobrevivencia para la "isla de fertilidad" de *Larrea*, formando tres microambientes bajo condiciones naturales, muestra únicamente diferencia significativa ($P < 0.10$) para los tiempos de 18 a 36 semanas, y diferencias significativas de ($P > 0.25$) para los periodos de tiempo de 45 y 54 semanas (Cuadro 1).

La respuesta a la sobrevivencia plantular se ve influenciada por el microambiente generado en la "isla de fertilidad". En la Figura 3 se muestran los resultados de comparación de medias, donde los promedios del por ciento de sobrevivencia a las 18 semanas después del transplante son diferentes entre sí, es decir, la "isla de fertilidad" con *Larrea* muestra una sobrevivencia del 100 %, que es diferente a la "isla de fertilidad" sin *Larrea* más ramas e "isla de fertilidad" descubierta por 85 y 73 % de sobrevivencia, respectivamente. En el período comprendido de las 27 y 36 semanas muestran tendencias similares ya que aquí las respuestas con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas resultaron semejantes entre sí y superiores a la "isla de fertilidad" descubierta, en la cual ocurrió una sobrevivencia del 34 %. No obstante, para el período comprendido entre las 45 y 54 semanas,

Cuadro 1. Análisis de varianza para la influencia del microambiente de la "isla de fertilidad" en la sobrevivencia (%) de plántulas de *A. canescens* bajo condiciones naturales.

Tiempo semanas	FV	gl	SC	CM	F	*
18	Tratamiento	2	5.1352	2.5676	2.91	* ²
	Error	12	10.6033	0.8836		
27	Tratamiento	2	44.3889	22.1944	3.15	* ²
	Error	12	84.6851	7.0571		
36	Tratamiento	2	40.0433	20.0216	2.76	* ²
	Error	12	86.8152	7.2346		
45	Tratamiento	2	29.6965	14.8483	1.83	* ³
	Error	12	97.0944	8.0912		
54	Tratamiento	2	29.6965	14.8483	1.83	* ³
	Error	12	97.0944	8.0912		

*² Diferencia significativa (P < 0.10)

*³ Diferencia significativa (P < 0.25)

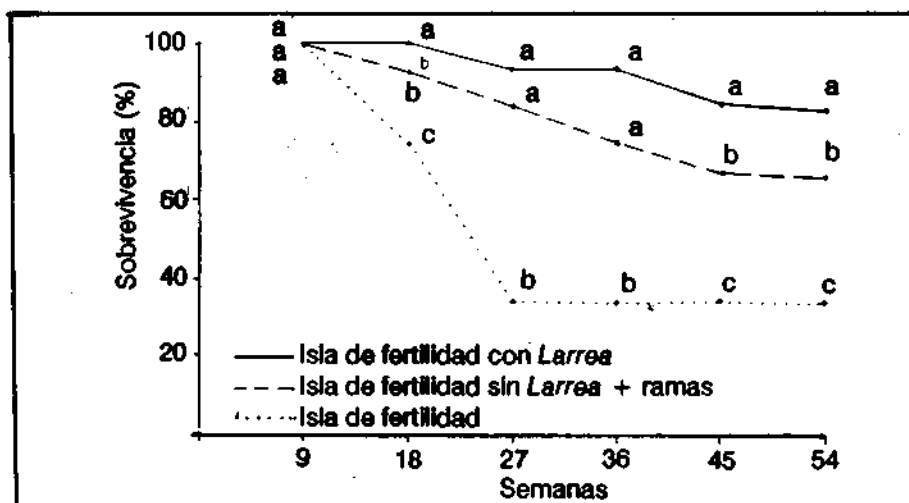


Figura 3. Sobrevivencia (%) de plántulas de *A. canescens* en el microambiente de la "isla de fertilidad" a través del tiempo bajo condiciones naturales. Sobrevivencia con la misma literal dentro del mismo periodo de tiempo son estadísticamente iguales (P < 0.10).

en la "isla de fertilidad" con *Larrea* existe una sobrevivencia del 85 %, la cual es diferente a la que ocurre en los otros dos microambientes, en donde la sobrevivencia es del 67 y 33 % para la "isla de fertilidad" sin *Larrea* más ramas e "isla de fertilidad" descubierta, respectivamente.

En contraste, el análisis de varianza (Cuadro 2) para el efecto de la sobrevivencia de plántulas de *A. canescens* en tres microambientes en comunidades de *Larrea* ("isla de fertilidad", periferia y entre arbustos de *Larrea*) con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas, muestra únicamente una diferencia altamente significativa ($P < .01$) para el factor tiempo (C) y una diferencia significativa de ($P < .05$) para la interacción BC (microambientes/tiempo).

La partición de la suma de cuadrados de la interacción BC (microambiente/tiempo) reveló la existencia de una diferencia significativa ($P < .05$) para la combinación B/C₀, así como una diferencia altamente significativa ($P < .01$) para las combinaciones C/B₂ y CB₃.

En la Figura 4 se observa que hasta las 45 semanas de sobrevivencia no existe una diferencia significativa en ninguno de los tres microambientes, dentro de los mismos tiempos correspondientes; sin embargo, a las 54 semanas se encontró similitud en la sobrevivencia ocurrida entre la "isla de fertilidad" y periferia de *Larrea*, con 76 y 66 %, respectivamente; la sobrevivencia plantular en la periferia de *Larrea* y entre arbustos fue estadísticamente igual siendo, por lo tanto, la sobrevivencia superior en la "isla de fertilidad" con respecto a plántulas localizadas entre los arbustos de *Larrea*, la cual es de 45 %.

Cuadro 2. Análisis de varianza para la sobrevivencia (%) de plántulas de *A. canescens* con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas en tres microambientes bajo condiciones naturales.

FV	gl	SC	CM	Fc	
Bloques	4	9.15	2.288	0.83	
A	1	10.01	10.011	3.63	N.S.
Error	4	11.03	2.759		
B	2	27.31	13.657	2.14	N.S.
AB	2	5.37	2.684	0.42	N.S.
Error	16	102.15	6.384		
C	5	99.94	19.987	19.24	**
AC	5	5.39	1.078	1.04	N.S.
BC	10	18.03	1.803	1.74	*
ABC	10	12.97	1.297	1.25	N.S.
Error	120	124.68	1.039		

N.S. No significancia

* Diferencia significativa ($P < 0.10$)

** Diferencia altamente significativa ($P < 0.01$)

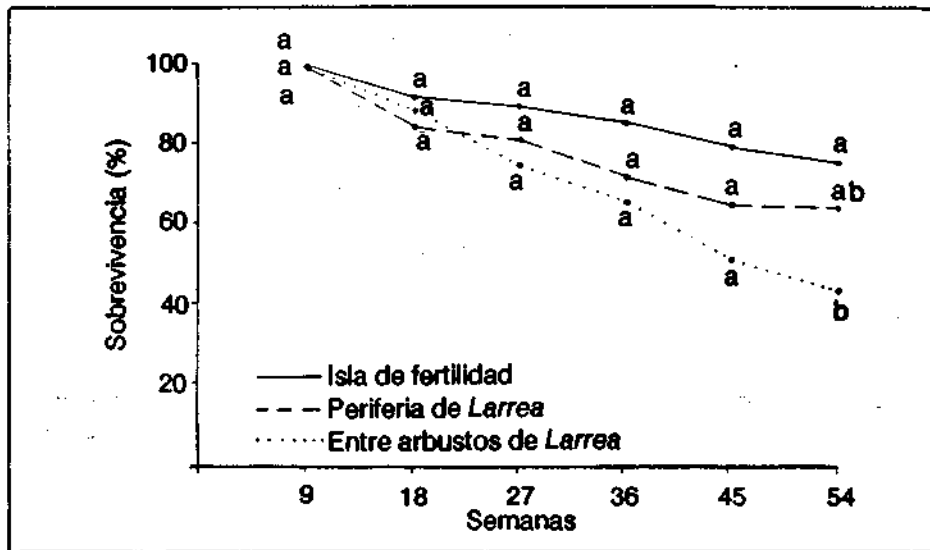


Figura 4. Supervivencia (%) de plántulas de *A. canescens* en tres microambientes con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas a través del tiempo bajo condiciones naturales. Supervivencia con la misma literal dentro del mismo período de tiempo son estadísticamente iguales ($P < 0.10$)

Por el contrario, la tendencia de la supervivencia a través del tiempo en los microambientes periferia y entre arbustos de *Larrea* es similar en ambos casos, pero diferente su respuesta (Figura 5). La supervivencia en la periferia de *Larrea* durante las primeras 27 semanas, no son diferentes entre sí, pero sí con respecto al período comprendido entre las 36 y 54 semanas. La supervivencia ocurrida a las 27 semanas es del 82 %, mientras que a las 54 semanas, es solamente de 66 %. Por el contrario, en el microambiente entre arbustos de *Larrea* la supervivencia es más drástica, ya que son iguales entre sí, únicamente las primeras 18 semanas, pero difieren en los períodos de tiempo comprendidos de las 27 a las 54 semanas. En el período de 54 semanas ocurre una supervivencia del 45 %.

DISCUSIÓN

La supervivencia de plántulas de *A. canescens* es inversa a los microambientes generados por la distancia, con respecto a plantas adultas de *Larrea*. La influencia positiva de la proximidad de un adulto de *Larrea*, para la supervivencia de plántulas adultas, aún cuando es evidente, queda de manifiesto como un factor que regula dicha supervivencia, ya que cuando se eliminó *Larrea* no fue diferente significativamente del microambiente "isla de fertilidad" sin *La-*

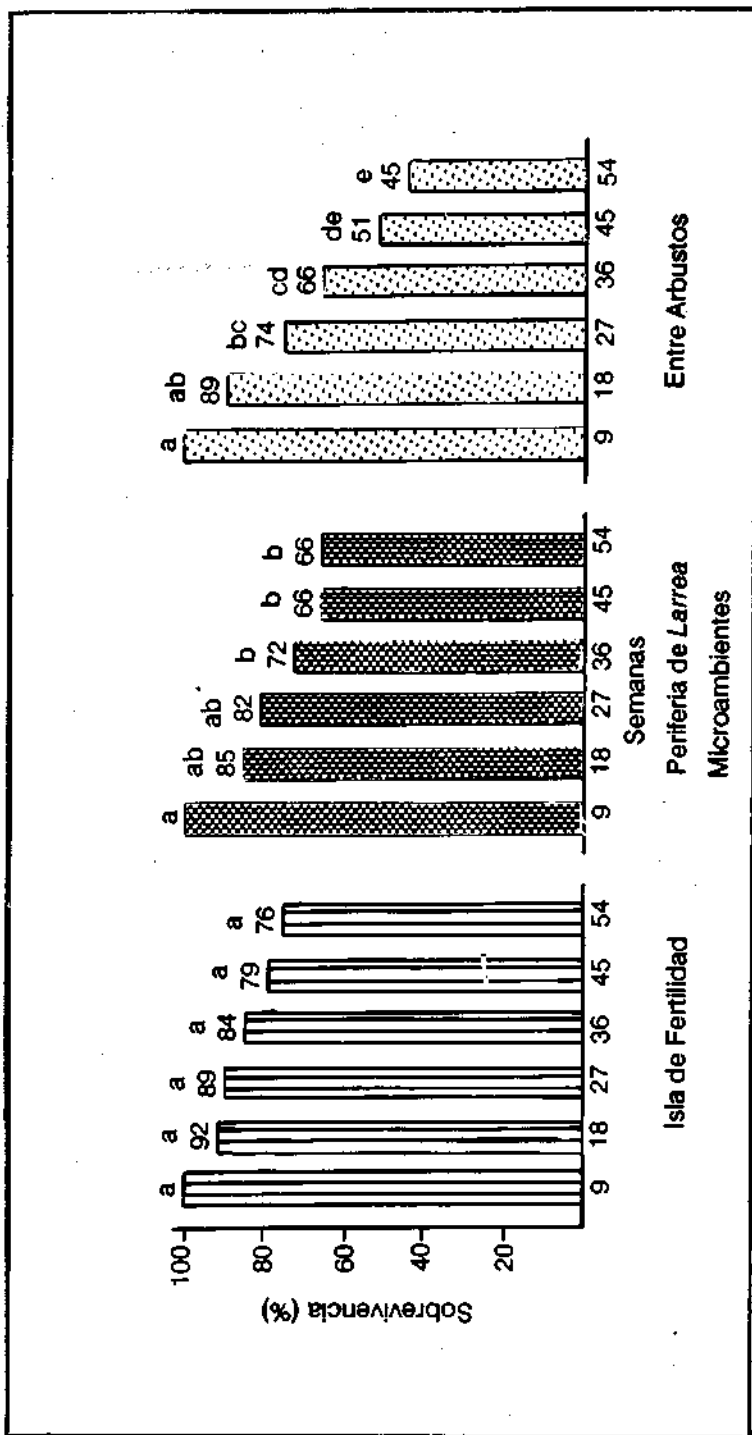


Figura 5. Sobrevivencia (%) de plántulas de *A. canescens* a través del tiempo en tres microambientes con *Larrea* y sin *Larrea* + ramas bajo condiciones naturales. Barras con la misma literal dentro del mismo microambiente son estadísticamente iguales ($P < 0.01$).

rrea + ramas, por lo que podemos considerar a la "isla de fertilidad" como un sitio seguro para la sobrevivencia. Esto puede deberse a dos causas: primero, al escape de los herbívoros debajo de *Larrea*, debido a que existe mayor diversidad de especies anuales (Shmida y Whittaker, 1981) y, segundo, al microambiente generado por el arbusto y ramas de *Larrea* (Herbel, 1972).

La tendencia a incrementar la sobrevivencia plantular cerca del arbusto de *Larrea* no es consistente con lo reportado en la literatura (Sheps, 1973; Cook, 1979). La sobrevivencia de plántulas de *Larrea* estudiadas por Sheps (1973), encontró que una baja sobrevivencia de plántulas creciendo naturalmente y trasplantadas ocurría para plántulas cercanas al arbusto maduro, asumiendo esta relación a un efecto alelopático. Se considera que existen otros factores posibles que regulan este proceso tales como herbívoros (Clark y Clark, 1985; McAuliffe, 1986), baja intensidad de luz o alta competitividad (Connell *et al.*, 1984 y Van Epps y McKell, 1983). Sin embargo, en nuestro estudio el efecto de herbívoros aparentemente no fue el responsable del patrón de sobrevivencia, ya que aunque no se evaluó, no se presentaron daños por éstos.

Una mayor sobrevivencia, aunque no estadísticamente pero si biológicamente, en la isla de fertilidad con *Larrea*, puede ser atribuida al efecto de sombreado del dosel de *Larrea*, el cual reduce la pérdida de humedad por evapotranspiración (Herbel, 1972). Esto implica, al parecer, que *A. canescens* tiene habilidad para colonizar sitios más favorables con un posible establecimiento después de una estación de crecimiento. Existen evidencias de que *A. canescens* coloniza estos microambientes ya que Hennsey, 1982 *Ap ud* Hennsey *et al.*, 1984, mencionan que las densidades de *A. canescens* encontradas debajo de *Prosopis* fue de 63 ind/ha y únicamente dos ind/ha entre los arbustos de *Prosopis*, esto debido a un ambiente más favorable, por lo que nos hace pensar que el comportamiento de la sobrevivencia es debido al microambiente generado por estos arbustos. Esto último, concuerda con Wood *et al.* (1978) quienes establecen que los sitios entre arbustivos tienen una pobre sobrevivencia.

CONCLUSIONES

La respuesta de la sobrevivencia de plántulas de *Atriplex canescens* fue influenciada por la "isla de fertilidad". Existe mayor sobrevivencia en la isla con *Larrea*, que en la isla sin *Larrea*. Por otra parte, la sobrevivencia decrece cuando la distancia al centro del dosel se incrementa. Por lo tanto, el micrositio "isla de fertilidad" debe ser considerado como un sitio seguro.

BIBLIOGRAFÍA

- Boyd, R.S. y G.D. Brum. 1983. Postdispersal reproductive biology of Mojave Desert population of *Larrea tridentata* (Zygophyllaceae). *Amer. Midl. Nat.* 110(1):25-26 p.
- Cable, D.R. 1972. Forwing saltbush revegetation trials in Southern Arizona. *J. Range Manage.* 27(2):150-153 p.
- Clark, D.B. y P.A. Clark. 1985. Seedling dynamics of a tropical tree: impacts of herbivory and meristem damage. *Ecology* 66(4):1884-1892 p.
- Connell, J.H., J.G. Tracey y L.J. Webb. 1984. Compensatory recruitment, growth and mortality as factors maintaining rain forest tree diversity. *Ecological Monographs* 54(1):141-164 p.
- Cook, R.E. 1979. Pattern of juvenile mortality and recruitment in plants. In: Solbrig, O.T., S. Jain, G.B. Johnson and P.H. Raven (Eds.) *Topics in plant population biology*. Columbia University Press New York. 207-231 p.
- Charley, J.L. 1972. The role of shrub in nutrient cycling. In: McKell, C.M., J. P. Blaisdell, and J.R. Goodin (Eds.) *Wildland shrub-their biology and utilization*. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. Int. 1 182-203.
- Charley, J.L. y N.E. West. 1975. Plant-induced soil chemical patterns in some shrub - dominated semi-desert ecosystem of Utah. *J. Ecology* 63(3):945-964 p.
- Friedman, J. 1971. The effect of competition by adult *Zygophyllum dumosum* Boiss, on seedling of *Artemisia herba-alba* Asso. In the Negev Desert of Israel. *J. Ecology* 59(3):775-782 p.
- Friedman J. y G. Orshan. 1975. The distribution, emergence and survival of seedling of *Artemisia herba-alba* Asso in the negev Desert of Israel in relation to distance from the adult plants. *J. Ecology* 63(2):627-632.
- García, A.E. 1987. Efecto de *Flourensia cernua* D.C. en la sobrevivencia de plántulas de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., y en la fitomasa aérea en pie del pastizal mediano abierto. Tesis Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 151 p.
- Hennsey, J.T., R.P. Gibbens y M. Cárdenas. 1984. The effect of shade and planting depth on the emergence of forwing saltbush. *J. Range Manage* 37(1):22-24.

- Herbel, C.H. 1972. Environmental modification for seedling establishment. In: V.B. Younger and C.M. McKell (eds) The biology and utilization of grasses. Academic Press. New York N.Y. 101-114.
- McAuliffe, J.R. 1986. Herbivore-limited establishment of a Sonoran Tree *Cercidium microphyllum*. Ecology 67(1):276-280 p.
- Sheps, L.O. 1973. Survival of *Larrea tridentata* S & M seedling in death valley national monument, California. Israel Journal of Botany. 22 (1): 8-17 p.
- Shmida, A., y R.H. Whittaker. 1981. Pattern and biological microsite effects in two shrub communities Southern California. Ecology 61(1):234-251 p.
- Steel, R.G. y Torrie, H.H. 1980. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co. 481 p.
- Tiedemann, A.R., y J.O. Klemmedson. 1973. Nutrient availability in desert grassland soil under mesquite (*Prosopis juliflora*) trees and adjacent open areas. Soil Sci. Soc. Am. Amer. Proc. 37:107-110 p.
- _____. 1977. Effect of mesquite trees on vegetation and soil in the desert grassland. J. Range Manage. 30(5):361-367 p.
- Van Epps, G.A. y C.M. Mc Kell. 1983. Effect of weedy annuals on the survival and growth of transplante under arid conditions. J. Range Manage. 36(3):366-369.
- Wood, M.K., W.H. Blackburn, R.E. Eckert, Jr. y F.F. Peterson. 1978. Interrelations of the physical properties of coppice dune and vesicular dune inter-fase soils with grass seedling emergence. J. Range Management 31(3):189-192.

COLOFÓN

Esta publicación se realizó en el Departamento Editorial de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el apoyo de los talleres de Diseño Gráfico y de Imprenta de la misma.

COLABORADORES

Diseño y Formación: Prof. Francisco Esquivel S.
Tipografía: Ma. Fidela Aguirre Valdés
Corrección: Norma E. Sánchez García

CONTENIDO

AMPLITUD ECOLÓGICA DE <i>Opuntia lindheimeri</i> , Engelmann, EN EL ESTADO DE COAHUILA Rodríguez Gámez, A., López González, J.J., Vaidés Reyna, J., Nava Coronel, R.	89
CONSTRUCCIÓN DE ÍNDICES DE SELECCIÓN Y EFICIENCIA RELATIVA PARA SELECCIONAR VARIEDADES Y PRODUCCIÓN DE ACEITE EN CARTAMO BAJO TEMPORAL Kuruvadi, S., Aguilera Rangel,	106
CRUZAS INTERESPECÍFICAS ENTRE <i>Parthenium argentatum</i> (guayule) y <i>Parthenium lozaniumum</i> . Kuruvadi, S., López Benitez, A., Ramírez Godina,	118
EVALUACIÓN DE DOSIS DE INÓCULO DE <i>Fusarium oxysporum</i> EN FRESA EN TRES DIFERENTES TAMAÑOS DE MACETA. Dávalos González, P.A., López Benítez A., Castro Franco, J., Olivares Salazar, G.	132
GENÉTICA DE LA REACCIÓN ALA ROYA DE LA HOJA <i>Puccinia recon-dita</i> F. sp. <i>tritici</i> ENDOSINTRODUCCIONES DE TRIGO. López Benítez, A., Ibarra, I., Kuruvadi, S.	140
HETEROSIS PARA DIFERENTES CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EN ALGODÓN <i>Gossypium hirsutum</i> L. Parga T., V.M., Kurwadi, S., Palomo Gil, A., Borrego Escalante, F.	145
COMBINACIONES DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA ROÑA DEL MANZANO <i>Venturia inaequalis</i> (Cke) Wint. EN EL EJIDO RANCHO NUEVO, MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAH. Cepeda Siller, M., Macías Cervantes, J.	154
DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD BACTERICIDA DE LA RESINA DE <i>Larrea tridentata</i> Cav. SOBRE <i>Pseudomonas solanacearum</i> E.F. Smith EN LABORATORIO E INVERNADERO. Guevara Martínez, M.M., González Sánchez, F., Guerrero Rodríguez, E.	162
EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA DE CINCO ACARICIDAS SOBRE LA GARRAPATA DE LAS AVES <i>Argas persicus</i> (Oken). Guerrero Rodríguez, E., Corrales Reynaga, J., Paxtián Hernández, J.	170
EFFECTO DE LA ISLA DE FERTILIDAD EN EL CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE <i>Atriplex canescens</i> (Pursh.) Nutt. BAJO CONDICIONES NATURALES. Pérez Romero, L., Reynaga Valdez, J.R., Nava Coronel, R., Jiménez Sánchez, R.	177
SOBREVIVENCIA DE PLÁNTULAS DE <i>Atriplex canescens</i> (Pursh.) Nutt: EFECTO DE ISLA DE FERTILIDAD". Pérez Romero, L., Nava Coronel, R., Reynaga Valdez, J.R., Jiménez Sánchez, R.	189