

# Agropapia

AGRARIA VOL. 2, NUMERO 1; ENERO-JUNIO DE 1986

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO  
Buenavista, Saltillo., Coah., México  
[www.uaaan.mx](http://www.uaaan.mx)

## DIRECTORIO DE LA UAAAN

**RECTOR:**

Ing. José Luis Gutiérrez Esquivel

**SECRETARIO GENERAL:**

Ing. Eduardo Fuentes R.

**DIRECTOR ADMINISTRATIVO:**

Dr. José Espinoza Velázquez

**DIRECTOR DE INVESTIGACIONES:**

Dr. David Rodríguez Maltos

**DIRECTOR DE COMUNICACIONES Y DESARROLLO:**

Ing. Antonio Treviño Rivero

---

AGRARIA. REVISTA CIENTIFICA UAAAN. VOL. 2. NUM. 1. ENERO-JUNIO 1986

---

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

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

La edición, diseño e impresión de esta publicación, estuvo a cargo del personal de la Subdirección de Difusión y Servicios de apoyo de la UAAAN.

Editor: Ing. Oziel Montañez González.

CENTEOTL. Deidad de la Agricultura; es una advocación de *chicomécóatl*, 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. 2, NUMERO 1; ENERO-JUNIO DE 1986

ISSN 0186-8063



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO  
Buenavista, Saltillo., Coah., México  
[www.uaaan.mx](http://www.uaaan.mx)



## CONTENIDO

COMBINACIONES DE GERMOPLASMA DE MAIZ ( <i>Zea mays</i> L. ) PROPIOS PARA EL BAJIO Y TROPICO. DOSIS OPTIMA PARA RENDIMIENTO Y ESTABILIDAD. Morales Loredo, A. y Espinoza Velázquez, J.	1
NIVEL DE PLOIDIA EN LAS COLECCIONES DE GUAYULE ( <i>Parthenium argentatum</i> , Gray) NATIVAS DEL ESTADO DE COAHUILA. Alcalá Rodríguez, M.E. y Kuruvadi, S.	28
POTENCIAL DEL SISTEMA RADICAL EN COLECCIONES DE ZACATE GIGANTE ( <i>Leptochloa dubia</i> H.B.K. Nees). Espinoza Zapata, R. y Kuruvadi, S.	36
ASOCIACION DE PIOJOS MALOFAGOS Y ANOPLUROS DEL GANADO OVINO Y CAPRINO EN LA REGION DE SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. Lozoya Saldaña, A., Quiñones Luna, S.: Aguirre Uribe, L.A. y Guerrero Rodríguez, E.	49
TABLA DE VIDA DE LA NUEZ PECANERA. García Martínez, O., Espinoza Razo, E. y Aguirre Uribe, L.A.	60
PROPIEDADES FISICO QUIMICAS DEL CALOSTRO OBTENIDO A LAS 0, 24, 48 Y 72 HORAS POSTPARTUM Y SOMETIDO A 5 PERIODOS DE CONGELACION. León González, L.L. de, Velasco Molina, J., Silva Cerrón, R. y Suárez García, L.	75
CONTROL QUIMICO DEL H0JASEN ( <i>Fluorensiacernua</i> D.C.) EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO. Cavazos Cadena, O.E., Gutiérrez Castillo, J., Coronado Leza, A. y Medina Torres, J.G.	91
FERTILIZACION EXTRAEDAFICA COMO UNA ALTERNATIVA PARA PROPORCIONAR ZINC AL CULTIVO DEL NOGAL EN LA COMARCA LAGUNERA*. Moreno Resendez, A., Narro Farías, E.A., Flores Lui, L.F. y Garza Garza R. de la.	112
RESPUESTA DEL FRIJOL ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) AL FERTILIZANTE LIQUIDO BIODEGRADADO ANAEROBICAMENTE DEL ESTIERCOL DE BOVINO. Abencerraje Rodríguez, F. y Garza Curcho M. de la.	130
USO DE ISOTERMAS DE ADSORCION DE FOSFORO PARA ESTIMAR LOS REQUERIMIENTOS DE FERTILIZANTE FOSFATADO EN EL CULTIVO DE LA PAPA ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) EN UN SUELO CALCAREO*. Cepeda Dovala, J.M. y Narro Farías, E.A.	138



**COMBINACIONES DE GERMOPLASMA DE MAIZ (*Zea mays* L.)  
PROPIOS PARA EL BAJIO Y TROPICO. DOSIS OPTIMA PARA  
RENDIMIENTO Y ESTABILIDAD**

Alberto Morales Loredó<sup>1</sup>  
José Espinoza Velázquez<sup>2</sup>

**RESUMEN**

Mediante una serie de cruza y retrocruza entre las líneas de maíz (*Zea mays* L.) de los híbridos triples AN-360 y AN-461, propios para la región de El Bajío y Trópico, respectivamente, se obtuvieron grupos de materiales con dosis de germoplasma de Bajío, que oscilaron de 0.0 a 1.0 con intervalos de 0.25. Las evaluaciones de las dosis en ambientes y probadores del Bajío y Trópico, indican que existe una dependencia del rendimiento con respecto a las dosis de germoplasma, al cruzar materiales de las zonas ecológicas contrastantes, y ésta está en función de la dosis, del ambiente y probador utilizados; así las dosis óptimas oscilan entre 38.78% a 70.74% de germoplasma de Bajío.

La respuesta del rendimiento en relación a la dosis de germoplasma, es de tipo lineal con pendiente negativa, cuando éstas se evalúan en un probador de Bajío, y de tipo cuadrático en el probador de Trópico.

La mayor estabilidad del rendimiento se encontró condicionada por una menor dosis de germoplasma de Bajío, la cual fue de 0.00, cuando éstas se

---

1 Investigador adjunto, encargado del programa de maíz, Campo Agrícola Experimental Campeche, CIAPY, INIFAP

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

evalúan en un fondo genético del mismo ambiente, y dosis de 0.50 y 0.75, cuando las dosis son evaluadas en el probador de Trópico. Se observó cierta asociación entre la dosis que optimiza el rendimiento, con la dosis de germoplasma que produce la mayor estabilidad.

## INTRODUCCION

El éxito de cualquier programa de mejoramiento genético de maíz (*Zea mays* L.) está determinado principalmente por la variabilidad genética presente en las poblaciones con las que se inicia la selección. Para los sistemas de mejoramiento por pedigree es necesario, además de considerar la divergencia genética de los progenitores, la dosis de germoplasma a incorporar, que maximice la expresión del carácter deseado.

La variabilidad existente en maíz ha sido agrupada en un gran número de razas (Wellhausen *et al.* 1951). En México, estas razas han sido evaluadas en ambientes contrastantes, en donde los resultados han mostrado algunas respuestas heteróticas al confrontar a través de cruzamiento de ejemplares representativos de los diferentes ambientes. Por otra parte, se han determinado magníficas combinaciones entre líneas de maíz adaptadas al Trópico y Bajío, como lo señalan los estudios de Espinoza (1977), Varela (1977), Alvarez (1979) y otros, donde al realizar cruzamientos y evaluaciones entre materiales de estas 2 zonas ecológicas, indican que la mayoría de las cruzas en las que se involucra un 50% de germoplasma de ejemplares de El Bajío, con un 50% del Trópico, presentan el mayor vigor híbrido y un amplio rango de adaptación.

En la presente investigación se exploran un mayor número de combinaciones de dosis de germoplasma, derivadas de una serie de cruzas y retrocruzas entre las líneas progenitoras de los híbridos triples AN-360 y AN-461, desarrolladas para Bajío y el Trópico, respectivamente, por el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Los objetivos de esta investigación son:

1. Medir la respuesta de diferentes dosis de germoplasma obtenida de cruzamientos entre líneas, a través de ambientes, y probadores de El Bajío y Trópico.
2. Identificar las dosis de germoplasma que induzcan a una mayor estabilidad en los cruzamientos, involucrando germoplasma adaptado a Bajío y Trópico.

## REVISION DE LITERATURA

De la inmensa riqueza de recursos genéticos germoplasmáticos vegetales disponibles, destaca por su importancia económica y social el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). La diversidad genética existente en maíz, fue ordenada en grupos con características similares denominados razas, las cuales han sido descritas y estudiadas en cruzas interraciales por: Bucio (1954), Barrientos (1963), Castro (1964) y Molina (1964), en donde estos investigadores muestran la utilidad potencial para incrementar los rendimientos, en base a la buena heterosis que se logra entre estas cruzas, puesto que los rendimientos obtenidos han superado a los de sus progenitores, e incluso a híbridos comerciales utilizados como testigos en las regiones de prueba.

El grado de diversidad genética ha tenido impacto en la expresión de la heterosis, y se ha llegado a afirmar que, en términos generales, las cruzas entre materiales ampliamente divergentes, en cuanto a sus relaciones ancestrales y orígenes geográficos, producen un incremento en heterosis a causa del aumento en la diversidad genética entre las poblaciones o líneas parentales (Lonquist y Gardner, 1961; Moll *et al.*, 1962, y Paterniani y Lonquist, 1963). Sin embargo, estudios posteriores conducidos por Moll *et al.* (1965), muestran que la heterosis se incrementa con la divergencia genética dentro de un rango restringido de divergencia, puesto que en cruzas extremadamente divergentes la heterosis disminuye. Asimismo, Cress (1966) indica que la respuesta heterótica no puede relacionarse, en general, con una divergencia genética paternal y considera que las contribuciones heteróticas negativas en ciertos *loci*, anula la respuesta positiva en otros *loci*; por lo tanto, la respuesta neta en el híbrido, puede ser una desviación pequeña o no de la media de los padres.

En la utilización del germoplasma exótico, o extraño, hay que considerar el mejor procedimiento para la incorporación de germoplasma, de manera tal que la divergencia genética del material paternal sea maximizada, mientras que, al mismo tiempo, se minimice la divergencia fenotípica de los niveles, o caracteres agronómicos deseados. En consideración a esto, Castro *et al.* (1968) estimaron que el más alto rendimiento predicho para Bajío, es un compuesto de 3 razas (8 277 ton/ha) que incluye germoplasma en proporciones de 1/4 Pepitilla, 1/4 Celaya y 1/2 Comiteco. Además, este compuesto presentó buenas características de precocidad y altura de planta, en comparación al compuesto que incluye 1/2 Pepitilla y 1/2 Comiteco.

Con el fin de estudiar la respuesta resultante en las cruzas de maíces del Trópico (raza tuxpeño), con los de la Mesa Central (raza chalqueño) en México, Sánchez *et al.* (1973) realizaron cruzas y retrocruzas en base a 3 niveles de variabilidad genética (líneas, variedades y compuestos) obteniendo combinaciones con dosis de germoplasma exótico que variaron de 0 a 100%.

Estas dosis tuvieron una respuesta de tipo cuadrática en relación al rendimiento. La dosis óptima de germoplasma exótico, varía con el tipo de material usado y con el ambiente en que se prueba el material de cruza; por ejemplo: en Tepalcingo, Mor. tuvieron éxito las dosis de germoplasma exótico en porcentajes de 43.40, 28.63 y 22.03 para líneas, variedades y compuestos, respectivamente; en Cotaxtla, Ver., para líneas, el porcentaje resultó 11.90 y para variedades y compuestos se encuentra entre 0.0 y 12.5% de germoplasma exótico. En general, se encontró que a mayor amplitud germoplasmática corresponde una menor dosis de germoplasma exótico para maximizar el rendimiento.

Crossa y Gardner (1984) obtuvieron resultados similares a los anteriores, en cuanto al tipo de respuesta de la dosis de germoplasma en relación al rendimiento, al evaluar 90 líneas  $S_1$  de maíz, derivadas de poblaciones con 50, 75 y 100% de germoplasma adaptado a la Faja Maicera de Estados Unidos. Las evaluaciones muestran que las medias de rendimiento en grano, de las familias  $S_1$  con 100, 75 y 50% de germoplasma adaptado, fueron: 4.13, 4.12 y 3.49 ton/ha, respectivamente.

En los programas de Mejoramiento Genético de Maíz, es necesario contar con las estimaciones más precisas de las contribuciones de los valores genotípicos, para utilizarse en las predicciones y consecuciones de las ganancias genéticas. Se puede indagar el valor genotípico de los individuos, en base a las mediciones hechas sobre su fenotipo y por ahora la única forma de hacerlo, el cual refleja las influencias genéticas o no genéticas (ambientales) durante el desarrollo de la planta. Las respuestas diferenciales de los efectos genotípicos y ambientales en el desarrollo de los organismos, requiere de estudios para su manejo y utilización; fenómenos que dieron origen a un importante grupo de parámetros, conocidos con el nombre de interacciones genotipo-ambiente, como los señalados por Robinson y Cockerham (1965).

Debido a que los efectos genotípicos no son, en general, independientes de los efectos ambientales, se ha observado que la relación entre la producción de diferentes genotipos en varios ambientes y alguna medida de estos ambientes, es a menudo lineal, o casi lineal (Moll y Stuber, 1974). A causa de este tipo de relación, varios investigadores han utilizado la técnica de regresión, para caracterizar la respuesta de los genotipos en varias condiciones ambientales. Una aplicación de esta técnica es en la metodología desarrollada por Eberhart y Russell (1966), en la cual proponen el modelo  $Y_{ij} = M_i + B_{ij} + S_{ij}$ , que define los parámetros de estabilidad, que pueden ser utilizados para describir el comportamiento de una variedad sobre una serie de ambientes. En este modelo,  $Y_{ij}$  es la media varietal de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$ ;  $M_i$  es la media de la variedad  $i$  en todos los ambientes;  $B_j$  es el coeficiente

te de regresión que mide la respuesta de la variedad  $i$  sobre ambientes;  $I_j$  es el índice del ambiente  $j$ ;  $S_{ij}$  es la desviación de la regresión de la variedad  $i$  en el ambiente  $j$ , en donde los parámetros para medir la estabilidad son el coeficiente de regresión y el cuadrado medio de las desviaciones de regresión.

Los valores que pueden resultar de los parámetros de estabilidad, propuestos por Eberhart y Russell (1966), fueron definidos por Carballo y Márquez (1970) en 6 situaciones posibles (Cuadro 1), en que se puede encontrar el comportamiento de un genotipo en un conjunto de ambientes.

**Cuadro 1. Situaciones posibles en la caracterización de genotipos (Carballo y Márquez, 1970).**

Situación	Coefficientes de regresión	Desviaciones de la regresión	Descripción
a	$b_i = 1.0$	$S^2 d_i = 0$	variedad estable
b	$b_i = 1.0$	$S^2 d_i > 0$	buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente.
c	$b_i < 1.0$	$S^2 d_i = 0$	respuesta mejor en ambientes favorables y consistente.
d	$b_i < 1.0$	$S^2 d_i > 0$	respuesta mejor en ambientes desfavorables e inconsistente.
e	$b_i > 1.0$	$S^2 d_i = 0$	respuesta mejor en buenos ambientes y consistente.
f	$b_i > 1.0$	$S^2 d_i > 0$	respuesta mejor en buenos ambientes e inconsistente.

## MATERIALES Y METODOS

La fase experimental de esta investigación se desarrolló en 2 regiones geográficas que son: Bajío, representado por Irapuato, Gto. y Trópico, por Apatzingán, Mich., y la localidad de Torreón, Coah., considerada como un ambiente intermedio entre Bajío y Trópico, principalmente en cuanto a altitud. Además, se utilizó la localidad de Tepalcingo, Mor., como apoyo para la formación de los materiales de prueba.

El material básico de la presente investigación, lo constituyeron los híbridos triples: AN-360 con genealogía (AN-232 x AN-255) x AN-76, y el AN-461 con (AN<sub>1</sub> x AN<sub>2</sub>) x ANH-85, los cuales fueron desarrollados por el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, para la región de El Bajío Mexicano y el Norte de México, respectivamente.

Se utilizaron, además, las líneas AN-32 y AN-119-1, formadas a partir de la combinación de los progenitores macho de los 2 híbridos triples AN-360 y AN-461, seleccionadas en base a evaluaciones realizadas en ambientes, de Bajío y Trópico durante 2 años.

Dado el propósito de este trabajo, se ideó la forma de combinar a líneas y material básico, para obtener grupos de maíces con diferentes dosis de germoplasma, identificados como Bajío y Trópico, en donde las líneas AN-32 y AN-119-1 se retrocruzaron hacia los progenitores macho de los 2 híbridos triples para, posteriormente, en la generación segregante (RC<sub>1</sub> F<sub>2</sub> denominadas como A, B, C y D) se derivaron una serie de líneas, las que representan la dosis 0.75/0.25. Las dosis de germoplasmas obtenidas se muestran en los Cuadros 2 y 3, en donde la primera indica las dosis obtenidas para la línea AN-32, y la segunda utilizando la línea AN-119-1. Las dosis se evaluaron utilizando como probadores las hembras de los 2 híbridos triples.

Las dotaciones nucleares obtenidas, considerando la línea AN-32 y AN-119-1, se evaluaron en 3 localidades, bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas con 3 repeticiones, en donde las parcelas grandes estuvieron constituidas por las cruza simples (AN-232 x AN-255) y (AN<sub>1</sub> x AN<sub>2</sub>), utilizadas como probadores, y las parcelas chicas las formaron los grupos con las constituciones nucleares; además, éstas fueron bloqueadas para eliminar el efecto de porte de planta alto con enano. Las localidades de prueba fueron: Irapuato, Gto., Apatzingán, Mich., y Torreón, Coah.

Para analizar estadísticamente los resultados obtenidos de las evaluaciones de campo, se transformaron las variables medidas en porcentajes, por la transformación de Arc sen. Además, se realizó análisis de covarianza para las variables rendimiento y mazorcas por 100 plantas, en donde la covariable que está afectando a estas variables, es el número de plantas cosechadas. Posteriormente se procedió al análisis de varianza individual para cada una de las 3 localidades, bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkn} = M + R_i + P_j + N_{ij} + D_k(j) + L_n(kj) + F_{ijkn}$$

**Cuadro 2. Dotaciones germoplásmicas Bajío/Trópico incluidas en los ensayos de rendimiento, considerando la línea AN-32 N.**

Porte	Genealogía	Dosis	No. de líneas
(E)	Probador (AN-232 x AN-255)		
Probador			
	Grupo		
(E)	AN-76	1.00/0.00	1
(N)	(A) F <sub>2</sub> —	0.75/0.25	10
(N)	AN-32	0.50/0.50	1
(N)	(B) F <sub>2</sub> —	0.25/0.75	10
(N)	ANH-85	0.00/1.00	1
(N)	Probador (AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )		
	Grupo		
(N)	AN-76	1.00/0.00	1
(N)	(A) F <sub>2</sub> —	0.75/0.25	10
(N)	AN-32	0.50/0.50	1
(N)	(B) F <sub>2</sub> —	0.25/0.75	10
(N)	ANH-85	0.00/1.00	1
			Total
			46

(E) = enano  
(N) = normal

**Cuadro 3. Dotaciones germoplásmicas Bajío/Trópico incluidas en los ensayos de rendimiento, considerando AN-119-1 E**

Porte	Genealogía	Dosis	No. de líneas
	<b>Probador</b>		
(E)	(AN-232 x AN-255)		
	<b>Grupo</b>		
(E)	AN-76	1.00/0.00	1
(E)	(C) F <sub>2</sub> —	0.75/0.25	6
(E)	AN-119-1	0.50/0.50	1
(E)	(D) F <sub>2</sub> —	0.25/0.75	10
(N)	ANH-85	0.00/1.00	1
	<b>Probador</b>		
(N)	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )		
	<b>Grupo</b>		
(N)	AN-76	1.00/0.00	1
(N)	(C) F <sub>2</sub> —	0.75/0.25	6
(N)	AN-119-1	0.50/0.50	1
(N)	(D) F <sub>2</sub> —	0.25/0.75	10
(N)	ANH-85	0.00/1.00	1

Total = 38

(E)=enano

(N)=normal

donde:

- $Y_{ijkn}$  = Valor observado en la i-ésima repetición en el j-ésimo probador de la k-ésima dosis, en la n-ésima línea.  
 $M$  = Media general.  
 $R_i$  = Efecto de la i-ésima repetición.  
 $P_j$  = Efecto del j-ésimo probador.  
 $D_k(j)$  = Efecto de la k-ésima dosis, dentro del j-ésimo probador.  
 $L_n(j)$  = Efecto de la n-ésima línea, dentro del j-ésimo probador.  
 $L_n(kj)$  = Efecto de la n-ésima línea, dentro de la k-ésima dosis y del j-ésimo probador.  
 $N_{ij}$  = Efecto aleatorio intrabloque o repetición.  
 $E_{ijkn}$  = Efecto aleatorio conjunto.

Para lo cual se asume que los efectos de probadores, líneas y grupos, se consideran fijos, y los errores se consideran como:

$$\begin{aligned}
 N_{ij} &\sim NI(0, \sigma^2 n) \\
 E_{ijkn} &\sim NI(0, \sigma^2 e), \text{ además,} \\
 R_i &\sim NI(0, \sigma^2 r)
 \end{aligned}$$

La suposición de homogeneidad de varianza, entre los experimentos involucrados en un análisis combinado, se probó mediante la técnica desarrollada por Bartlett (1935).

Una vez identificado que los errores experimentales se distribuyen normal e independientemente con una varianza común, se procedió al análisis de varianza combinado.

Para determinar el tipo de modelo que pudiera describir adecuadamente la dispersión de los datos identificados en las dosis de germoplasma, se realizó un análisis de regresión lineal y cuadrático de éstas, con respecto al rendimiento. Además, en donde existió un modelo de respuesta cuadrática, se calculó la dosis de germoplasma que maximiza el rendimiento a través de los puntos críticos, para lo cual se igualó a cero la primera derivada de la ecuación de regresión cuadrática.

$$Y = b_0 + b_1 x + B_2 x^2$$

donde:

- $b_0, b_1$  y  $b_2$  = parámetros de la regresión.  
 $x$  = dosis de germoplasma.

Finalmente se estimó la estabilidad de las dosis de germoplasma, aplicando la metodología propuesta por Eberhart y Russell (1966), para lo cual se utilizó como parámetro a medir, la media de rendimiento expresada en kilogramos por hectárea. Para la interpretación de estos parámetros se consideró la clasificación propuesta por Carballo y Márquez (1970).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Variación de las dosis de germoplasma

Para analizar la variación existente entre las dosis de germoplasma, se enfocará la discusión sobre los resultados obtenidos en el análisis combinado de los 3 ambientes de prueba, representados por: Irapuato para Bajío, Apatzingán para Trópico y, por último, se consideró la localidad de Torreón como un ambiente intermedio en cuanto a su altitud principalmente, entre Bajío y Trópico. Esto es con el fin de evitar las desviaciones producidas por la interacción de dosis con ambiente.

El análisis de varianza combinado de las 3 localidades, para 6 variables de la línea AN-32, se presenta en el Cuadro 4. Estos resultados indican que las dosis de germoplasma, en el probador de Bajío, presentan variación significativa para la mayoría de los caracteres, excepto para días a floración masculina y femenina.

Por otra parte, en el fondo genético de Trópico, los días a floración muestran diferencias altamente significativas, pero el porcentaje de mala cobertura sólo es significativo, aunque esta variable tiene mayor variación que en el fondo del Bajío. Así, los resultados indican que las diferencias entre dosis manifiestan en forma diferente, según el carácter y el probador a considerar.

Al considerar el rendimiento, se observan diferencias altamente significativas para las dosis dentro del fondo genético o probador de El Bajío, y diferencias no significativas en el fondo genético de Trópico; sin embargo, su interacción con el ambiente las vuelve no significativas y altamente significativas, respectivamente. Esto parece indicar que el efecto de dosis sobre el rendimiento está más influido por el ambiente, cuando estas dosis se evalúan en el fondo genético Trópico, y no así en el de Bajío.

El análisis de varianza combinado (Cuadro 5) de la línea AN-119-1, indica que el efecto de dosis de germoplasma, dentro del fondo genético del Trópico, presenta diferencias altamente significativas para todas las variables. Sin embargo, al interaccionar las dosis con localidades disminuye la variación

**Cuadro 4. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza combinado para 6 características agronómicas de maíz AN-32.**

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas x 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Hendimiento mazorca ton/ha <sup>1</sup>
Localidades (A)	2	20394.62**	15632.53**	13321.98**	9403.40**	5458.31*	1434.50**
Probadores (P)	1	653.14	274.32**	356.17**	2724.28**	5982.16**	0.082
P x A	2	878.67	4.42	21.48	683.00*	2713.88**	56.87**
Dosis/P (D/P)	8	460.99*	35.69**	44.05**	370.78**	719.56**	30.49**
D/P <sub>1</sub>	4	749.11**	5.76	6.34	721.19**	275.68*	56.63**
D/P <sub>2</sub>	4	172.86	65.61**	81.75**	20.36	1163.45*	4.35
D x A/P	16	335.07*	7.08**	6.81*	127.38*	305.91**	6.19**
D x A/P <sub>1</sub>	8	458.42*	5.55	6.40	12.79	287.32**	4.75
D x A/P <sub>2</sub>	8	211.71	8.61**	7.21	241.98	324.51**	7.62**
Error	264	186.50	3.32	3.87	66.87	98.01	2.45
C.V. (%o)		14.2	2.8	2.9	37.0	43.0	17.1

1 Al 15.5 %o de humedad

\*\* Significancia al nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

**Cuadro 5. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza combinado para 6 características agrónomicas de maíz AN-119-1.**

Fuentes de variación	g.l.	Mazorcas x 100 plantas	Días a flor masculina	Días a flor femenina	% de mazorcas podridas	% de mala cobertura	Rendimiento mazorca ton/ha <sup>1</sup>
Localidades (A)	2	20645.09**	13635.90**	12188.20**	5567.22**	5274.21**	946.09**
Probadores (P)	1	5448.03*	696.33**	907.16**	1351.15*	10434.42**	70.38*
P x A	2	509.40	3.69	0.49	741.22	3381.05	56.30*
Dosis/P (D/P)	8	1475.69**	25.58**	31.13**	691.31**	1050.19**	37.43**
D/P <sub>1</sub>	4	874.78**	2.36	2.78	1118.36**	423.38**	52.96**
D/P <sub>2</sub>	4	2076.60**	48.80**	59.48**	264.26**	1677.00**	21.91**
D x A/P	16	530.59**	7.16**	8.38*	92.70	187.63*	2.89
D x A/P <sub>1</sub>	8	208.57	6.11	7.87	113.71	124.77	1.63
D x A/P <sub>2</sub>	8	852.61**	8.12*	8.89*	71.68	250.50**	4.15
Error	216	218.14	3.35	4.05	57.80	94.30	2.21
C.V. (%o)		14.2	2.8	2.9	37.9	43.7	16.1

<sup>1</sup> Al 15.5 %o de humedad.

\*\* Significancia al nivel de probabilidad del 0.05 y 0.01, respectivamente.

y así el rendimiento y el porcentaje de mazorcas podridas, no presentan diferencias significativas. El efecto de dosis, en el probador de Bajío, es similar, con excepción de los días a floración masculina y femenina, ya que el resto de las variables son altamente significativas pero, al interaccionar con localidades, no hay significancia en ninguna de las variables estudiadas.

Los resultados conjuntos de las 2 líneas, parecen indicar que el efecto de la dosis sobre el rendimiento está influido por el ambiente y por el probador o fondo genético, utilizado para evaluar las dosis. Además, y no obstante que las líneas AN-32 y AN-119-1 tienen el mismo origen y constitución genética, con variación sólo en el porte, la primera normal y la otra enana, podría considerarse que la existencia de variaciones, en cuanto al tipo de respuesta, se deba al muy probable muestreo de gametos paternos, que estarían provocando que algunas de las líneas hayan acumulado más genes de uno u otro ambiente (Bajío o Trópico).

Las dosis de germoplasma, en esta investigación, se obtuvieron a partir de las combinaciones entre un grupo de líneas básicas. Este procedimiento pudo haber provocado la presencia de efectos epistáticos en las combinaciones de las líneas que condujeron a las dosis en estudio. Si esto se presentó, se estará encarando el fenómeno tal como lo indican los estudios de Sprague y Thomas (1967) y Sprague *et al.* (1962), al encontrar que los efectos epistáticos son detectados, tanto en cruza entre líneas élite de maíz, como en cruzamiento entre líneas no seleccionadas.

Una medida útil de la importancia relativa de la epistasis, lo indicaron Eberhart *et al.* (1964), y Moreno y Dudley (1981), como la desviación entre la producción observada en cruza dobles y triples, y la producción predicha, cuando las medias de rendimiento de las cruza simples y triples son utilizadas en las ecuaciones de predicción.

En base a lo anterior y a la característica genética del material, se pueden predecir ciertas dotaciones germoplásmicas a partir de los rendimientos (Cuadro 6) de las cruza, que involucren a las líneas incluidas en estas dosis; i.e., la dosis 0.75 de Bajío, considerando la línea AN-32, está constituida por (AN-76 x AN-32)F<sub>2</sub>, indicada como (A)F<sub>2</sub> (Cuadro 2); esta dosis puede ser estimada a partir de la dosis 1.0+0.50 de Bajío/2, lo que equivale al promedio de las cruza AN-76+AN-32; además, si se tiene que AN-76+ANH-85 es igual a 1.0+0.0 de Bajío, se esperarí que el promedio de estas cruza equivalga a (AN-76 x ANH-85), indicada como AN-32, lo que presenta a un 0.50 de dosis de Bajío; por último, se tiene que (AN-32 y ANH-85) corresponde a 0.25 de dosis de Bajío; así, el valor predicho estuviera en base a 0.50 +0.00 de Bajío/2=0.25, lo que corresponde al promedio de AN-32+ANH-

14 Cuadro 6. Rendimiento promedio de las dosis de germoplasma (Bajío/Trópico) considerando las líneas AN-32 y AN-119-1.

Localidades	Probador Bajío y Trópico	Dosis (Bajío)					$\bar{x}$
		1.0	0.75	0.50	0.25	0.00	
Irapuato	(AN-232 x AN-255)	8.87	10.56	13.22	11.75	13.25	11.24
		9.17	10.22	10.85	11.38	13.25	10.97
	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	9.82	10.61	11.74	9.01	7.88	9.81
		9.61	10.08	12.07	10.46	8.11	10.26
Torreón	(AN-232 x AN-255)	7.23	10.21	11.61	12.36	14.71	11.28
		6.77	9.35	11.89	10.68	13.93	10.29
	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	11.20	11.94	11.19	11.70	11.84	11.77
		10.62	10.76	13.98	12.96	10.98	12.09
Apatzingán	(AN-232 x AN-255)	2.34	4.78	4.85	5.21	7.86	5.00
		2.22	4.09	6.09	5.65	7.93	5.12
	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	5.04	5.95	4.33	6.35	5.93	6.01
		4.96	6.42	6.75	7.20	6.08	6.75
Combinado de 3 localidades	(AN-232 x AN-255)	6.15	8.52	9.89	9.77	11.94	9.17
		6.05	7.89	9.61	9.24	11.70	8.79
	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	8.69	9.50	9.08	9.02	8.55	9.20
		8.39	9.09	10.93	10.21	8.39	9.70

AN-32 = hilera superior

AN-119-1 = hilera inferior

85. Todas estas consideraciones son hechas bajo la suposición de efectos aditivos de los genes.

En este mismo sentido, y utilizando las medias de rendimiento, se pueden determinar las desviaciones existentes entre los rendimientos observados y las producciones predichas, las cuales serían una medida de los efectos epistáticos; para esto, sólo se considerarán las medias obtenidas del promedio de las 3 localidades, tomando en consideración las investigaciones de Darrah y Hallauer (1972), Otsuka *et al.* (1972), y Stuber y Moll (1974), en donde indican que es necesario que las cruza que se utilizan en la predicción, sean probadas en ensayos en varias localidades, puesto que la contribución de la epistasis podría ser igual a la contribución de la interacción genotipo por ambiente.

Así, mediante el incremento de las localidades de prueba, la contribución de la interacción es más pequeña. Los resultados indican que los valores de producción predichos para las dosis, no tuvieron respuesta similar para las 2 líneas en la investigación.

Esta discrepancia pudiera deberse a que, de acuerdo con Eberhart *et al.* (1964), mediante el procedimiento de selección, fueron fijadas en algunas de las líneas, combinaciones de *loci*, las cuales tienen efectos epistáticos favorables y, a causa de la recombinación al azar en los cruzamientos, es muy probable la pérdida de algunas de estas combinaciones epistáticas favorables.

Al considerar las 2 líneas AN-32 y AN-119-1 y los 2 probadores (Bajío y Trópico), las desviaciones de los valores predichos y los valores observados fueron en un 75% de los casos, mayores los rendimientos observados que la producción predicha. Estas desviaciones pueden deberse entonces, a una contribución de la epistasis a la heterosis.

### **Efecto de la dosis sobre el rendimiento**

Los resultados del análisis de regresión de la dosis de germoplasma de Bajío con respecto a rendimiento, considerando a las 2 líneas, en las 3 localidades, se presentan en los Cuadros 7 y 8. Se observa una marcada tendencia de respuesta lineal de las dosis, para las 2 líneas, en cada una de las 3 localidades de prueba, considerando el probador de El Bajío. Al evaluar las dosis en el probador de Trópico, la respuesta de la dosis presenta un efecto cuadrático significativo para la línea AN-119-1, en los ambientes del Trópico e Intermedio (Apatzingán y Torreón), y un efecto altamente significativo para el ambiente de Bajío (Irapuato). Por otra parte, las dosis de la línea AN-32 presentan un efecto cuadrático significativo en el ambiente de Bajío, pero sin ningún tipo de respuesta en los ambientes Intermedio y de Trópico.

**Cuadro 7. Cuadrados medios y significancia para el análisis de regresión de la dosis de germoplasma. Considerando AN-32.**

Fuentes de variación	g.l.	Localidades		
		Irapuato (Bajío)	Torreón (Intermedio)	Apatzingán (Trópico)
Efecto lineal	1	45.48**	142.18**	24.97**
		42.32**	0.15	3.59
Efecto cuadrático	1	1.55	0.77	0.10
		9.84*	0.14	0.37
Error total	66	3.37	4.65	2.50
		3.55	4.30	2.08
R <sup>2</sup> total (O/o)		17.46	32.76	13.19
		18.19	0.10	2.80

Probador de Bajío (AN-232 x AN-255)= hilera superior.

Probador de trópico (AN1 x AN2)= hilera inferior.

\*, \*\* Significancia al nivel de probabilidad del 0,05 y 0,01, respectivamente.

**Cuadro 8. Cuadrados medios y significancia para el análisis de regresión de la dosis de germoplasma. Considerando AN-119-1.**

Fuentes de variación	g.l.	Localidades		
		Irapuato (Bajío)	Torreón (Intermedio)	Apatzingán (Trópico)
Efecto lineal	1	36.52**	73.56**	67.98**
		0.01	39.04**	9.72*
Efecto cuadrático	1	0.92	0.01	0.01
		17.67**	13.38*	8.33*
Error total	54	2.48	6.01	1.47
		2.22	4.81	2.11
R <sup>2</sup> total (O/o)		21,87	18.49	46.17
		12.83	16.80	13.67

Probador de Bajío (AN-232 x AN-255)= hilera superior.

Probador de Trópico (AN1 x AN2)= hilera inferior.

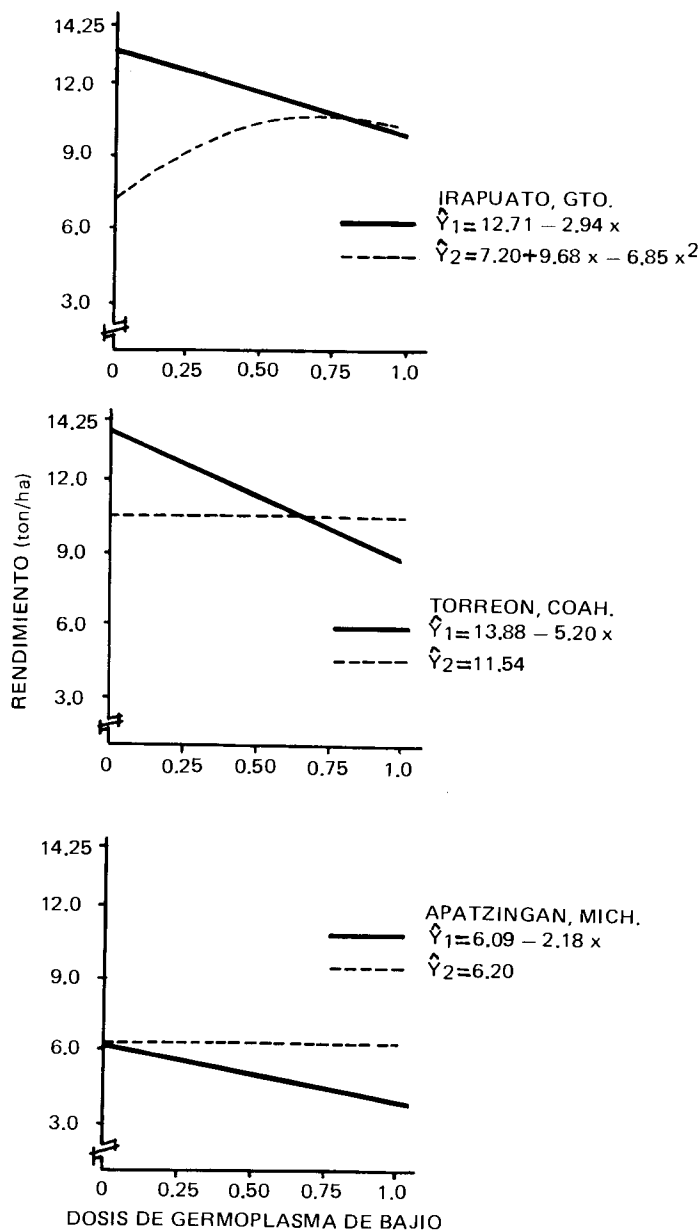
\*, \*\* Significancia al nivel de probabilidad del 0,05 y 0,01, respectivamente.

De manera concluyente, los resultados muestran que independientemente del ambiente de prueba, cuando las dosis se evaluaron en el probador de Bajío, existió una respuesta lineal; sin embargo, esta situación varía cuando las dosis de germoplasma se evaluaron en el probador de Trópico, debido a que en el ambiente de Bajío la respuesta cuadrática es más consistente y en los ambientes Intermedio y de Trópico, la respuesta cuadrática sólo es significativa. Es importante considerar que, aunque los valores del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) son bajos, menores del 50%, sí existe un efecto debido a la regresión de la dosis de germoplasma sobre el rendimiento.

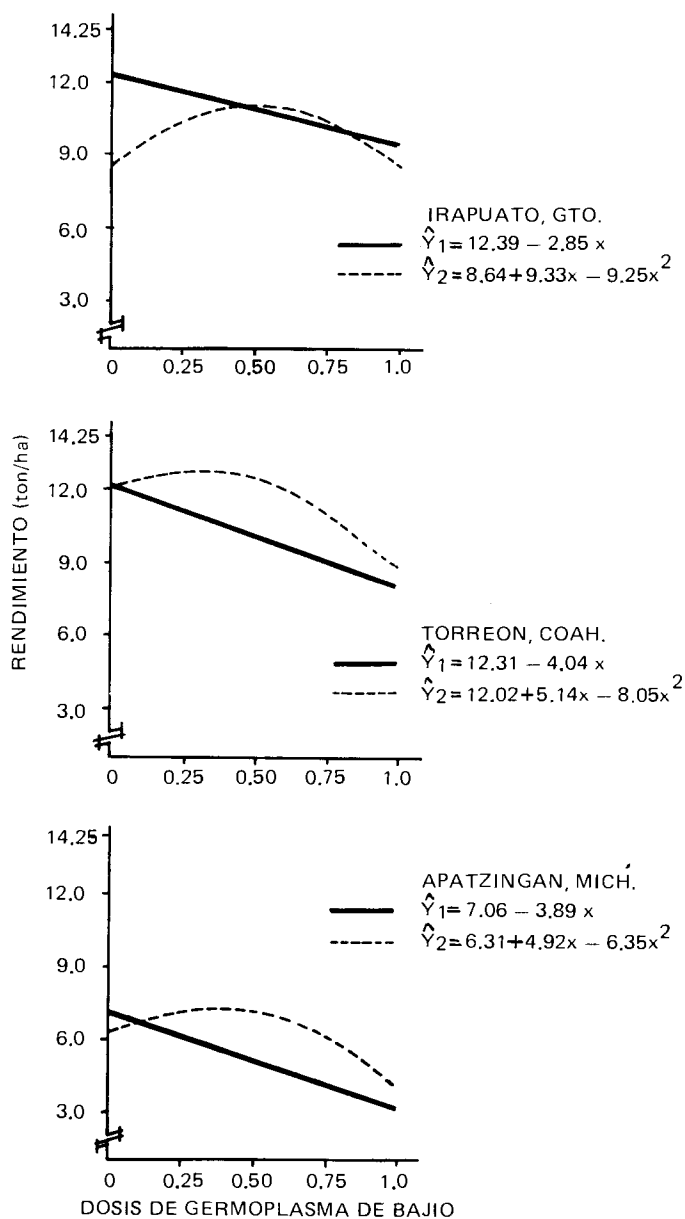
La tendencia de las dosis de germoplasma (Figuras 1 a 6) considerando las respuestas lineales, muestra que éstas tienen una pendiente negativa, lo que indica que a medida que aumenta la dosis de Bajío en el probador de Bajío, el rendimiento se reduce; así, los mayores rendimientos se obtienen cuando la dosis de germoplasma de Bajío es de 0.00; esto muestra que la mayor heterosis se obtiene cuando en la cruce se involucra a las líneas más divergentes, lo cual coincide con los resultados de Lonquist y Gardner (1961), Moll *et al.* (1962), y Parterniani y Lonquist (1963). Es importante hacer notar que, aunque existe el mismo tipo de respuesta lineal, la reducción del rendimiento por el aumento de la dosis de germoplasma de El Bajío, es mucho más marcada en el ambiente intermedio (Figuras 2 y 5) que en el de Bajío y Trópico; esto indica que la endogamia resultante, al aumentar la dosis de Bajío a un probador de Bajío, afecta el rendimiento, más en un ambiente intermedio y en el de Trópico, aunque este último en una menor proporción.

Analizando la tendencia de las dosis en el probador de Trópico, la respuesta es de tipo cuadrática, mostrando que a medida que aumenta la dosis de Bajío, se incrementa el rendimiento, al parecer a causa de una mayor heterosis, pero este incremento en el rendimiento se reduce al aumentar la divergencia genética de los materiales paternos; resultados similares fueron obtenidos por Moll *et al.* (1965), en donde indican que la heterosis se incrementa dentro de un rango restringido de divergencia.

Considerando los 2 tipos de respuesta (lineal y cuadrática) observados, en el caso lineal la heterosis es mayor cuando existe la mayor divergencia genética; pero, en la respuesta cuadrática, obtenida en el fondo genético de Trópico, la mayor heterosis se encuentra dentro de un rango restringido de divergencia, que oscila de 0.30 a 0.70; estas condiciones parecen compartir la idea de que la heterosis no se relaciona en general con la divergencia paterna. Cress (1966) indica que la mayor heterosis se manifiesta en base a las contribuciones heteróticas positivas en ciertos *loci* y, además, éstas pueden ser anuladas por las respuestas negativas en otros *loci*. Entonces, la respuesta



Figuras 1,2,3. Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el probador de Bajío (—) y Trópico (- -), línea AN-32.



Figuras 4,5,6. Regresión del rendimiento sobre la dosis de germoplasma de Bajío en el probador de Bajío (—) y Trópico (- - -), línea AN-119-1.

híbrida estará condicionada a la mayor acumulación de respuestas positivas presentes en el material paternal, y no necesariamente a la mayor divergencia paternal.

Obtener mayor producción es un objetivo básico y de suma importancia, por lo que siempre se impondrá determinar la dosis de germoplasma que maximice el rendimiento, como lo señalan Griffing y Lindstrom (1954), Eberhart (1971) y Hallauer y Sears (1972), al incorporar germoplasma exótico a la Faja Maicera de Estados Unidos.

Para esta investigación, se determinaron las dosis de germoplasma que maximizan el rendimiento en los casos de respuesta cuadrática; así se tiene que, para la línea AN-32 se obtuvo una sola estimación (Cuadro 9), la cual fue para el ambiente de Bajío, con un valor de 70.74%, y un rendimiento predicho de 10.63 ton/ha. Para la línea AN-119-1, de las dosis óptimas, sólo una superó ligeramente el 50% de germoplasma de Bajío, con un rendimiento de 10.99 ton/ha; ésta se presentó en el ambiente de Bajío. En el ambiente Intermedio, la dosis que maximiza el rendimiento es menor que la del ambiente de Bajío y de Trópico, con un valor de 31.94% y un rendimiento de 12.84 ton/ha.

**Cuadro 9. Valores óptimos de dosis de germoplasma de Bajío y sus rendimientos predichos.**

Localidad	Línea	Fondo genético o probador	Dosis óptima Bajío (%o)	Rendimiento (ton/ha)
1. Bajío	AN-32N	trópico	70.74	10.63
1. Bajío	AN-119-1	trópico	50.45	10.99
2. Intermedio	AN-119-1	trópico	31.94	12.84
3. Trópico	AN-119-1	trópico	38.78	7.26

Por lo tanto, se puede indicar que una dosis de 0.50 de germoplasma de Bajío, no precisamente produce los mayores rendimientos, sino que ésta varía de acuerdo al probador utilizado, debido a que en el fondo genético de Bajío la dosis que maximiza el rendimiento es de 0.00 de germoplasma de Bajío; esta dosis coincide con los resultados obtenidos por: Espinoza (1977), Varela (1977), Alvarez (1979), Parga (1981) y López (1981), en donde observaron que los mayores rendimientos se obtienen con materiales que involucren germoplasma de Bajío y trópico, en una proporción de 50% respectivamente; pero, cuando las dosis se evalúan en el probador de Trópico, éstas fluctúan entre 0.32 y 0.72. Además, cuando las dosis de germoplasma de Bajío se evalúan en el probador de Trópico, la dosis óptima está en

función del ambiente de prueba. Así, los resultados indican que en Bajío, la dosis que optimiza el rendimiento es mayor que la del ambiente intermedio.

### **Estabilidad de las dosis**

Al considerar el comportamiento de las dosis en relación al ambiente, los resultados indican que para la línea AN-32, las medias de rendimiento son mayores al disminuir la dosis de Bajío, cuando éstas son evaluadas en el probador de Bajío (Cuadro 10); además, a medida que disminuye la dosis de Bajío, los materiales son más estables; o sea que, los materiales menos endogámicos presentan más estabilidad; esta tendencia es coincidente con la afirmación de Falconer (1981), que indica que los caracteres son más afectados por el ambiente en individuos endogámicos que los individuos resultantes de cruzamientos, los cuales son menos sensitivos. Las dosis, en el fondo genético de Trópico, muestran buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente cuando éstas son menores de 0.25; las medias de rendimiento mayores se obtienen cuando las dosis de germoplasma fluctúan de 0.50 a 0.75; además, éstas se comportan estables. Es importante notar que la dosis óptima estimada para la línea AN-32, se encuentra dentro del rango de dosis que presentan la mayor estabilidad, lo que parece indicar que existe cierta asociación entre el efecto de dosis que optimiza el rendimiento, con la dosis que produce la mayor estabilidad.

Considerando la línea AN-119-1 (Cuadro 11) se tiene que en el probador de Bajío, la dosis que produce la media de rendimiento más alta, es la de 0.00 de germoplasma de Bajío, lo cual apoya los resultados obtenidos con la línea AN-32; además, esta dosis se sitúa con una respuesta mejor en ambientes desfavorables y consistentes; así, este resultado es de importancia de acuerdo con Scott (1967), que considera que la estabilidad del rendimiento es de importancia en híbridos de maíz, especialmente para aquéllos que se desarrollan en áreas con problemas de producción. Al evaluar la dosis en el probador de Trópico, éstas tienden a ser más estables, a excepción de la dosis 0.25 de Bajío, la cual presenta buena respuesta en todos los ambientes, pero inconsistente.

### **CONCLUSIONES**

1. Existe cierto grado de dependencia del rendimiento, con respecto a la dosis de germoplasma a considerar, en los cruzamientos entre materiales de zonas ecológicas contrastantes (Bajío y Trópico).
2. El efecto de la dosis de germoplasma de Bajío sobre el rendimiento, al parecer está en función de las diferencias entre dosis del am-

**Cuadro 10. Estadísticos de parámetros de estabilidad y descripción de la situación de las dosis de germoplasma de Bajío. AN-32.**

Genealogía	Dosis de Bajío	Probador	x	b <sub>i</sub>	S <sup>2</sup> di	Descrip.
AN-76	1.0	(AN-232 x AN-255)	6.148	0.971	2.640*	b
(AN-76 x AN-32)F <sub>2</sub> —	0.75	(AN-232 x AN-255)	8.520	0.984	1.437	a
AN-32	0.50	(AN-232 x AN-255)	9.893	1.299	3.471*	b
(AN-32 x ANH-85)F <sub>2</sub> —	0.25	(AN-232 x AN-255)	9.772	1.226	— 0.0136	a
ANH-85	0.00	(AN-232 x AN-255)	11.939	1.118	— 0.767	a
AN-76	1.0	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	8.688	1.001	— 0.754	a
(AN-76 x AN-32)F <sub>2</sub> —	0.75	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	9.502	0.875	1.819	a
AN-32	0.50	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	9.078	1.247	0.771	a
(AN-32 x ANH-85)F <sub>2</sub> —	0.25	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	9.021	0.773	1.594**	b
ANH-85	0.00	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	8.550	0.790	4.305**	b

\* Significativo al nivel de probabilidad del 0,05

\*\* Significativo al nivel de probabilidad del 0,01

**Cuadro 11. Estadísticos de parámetros de estabilidad y descripción de la situación de las dosis de germoplasma de Bajío. AN-119-1.**

Genealogía	Dosis de Bajío	Probador	x	pj	S <sup>2</sup> dj	Descrip.
AN-76	1.0	(AN-232 x AN-255)	6.054	1.104	3.904**	b
(AN-76 x AN-119-1)F <sub>2</sub> —	0.75	(AN-232 x AN-255)	7.888	1.121	4.848	a
AN-119-1	0.50	(AN-232 x AN-255)	9.610	1.070	— 0.689	a
(AN-119-1 x ANH-85)F <sub>2</sub> —	0.25	(AN-232 x AN-255)	9.238	1.061	19.275**	b
ANH-85	0.00	(AN-232 x AN-255)	11.704	1.139*	— 0.777	e
AN-76	1.0	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	8.393	1.045	— 0.694	a
(AN-76 x AN-119-1)F <sub>2</sub> —	0.75	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	9.089	0.809	4.931	a
AN-119-1	0.50	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	10.934	1.284	— 0.089	a
(AN-119-1 x ANH-85)F <sub>2</sub> —	0.25	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	10.205	0.943	21.113**	d
ANH-85	0.00	(AN <sub>1</sub> x AN <sub>2</sub> )	8.391	0.740	2.219	a

\* Significativo al nivel de probabilidad del 0.05

\*\* Significativo al nivel de probabilidad del 0.01

biente y probador utilizados en la evaluación. Así, las dosis óptimas oscilan entre 38.78% a 70.74% de germoplasma de Bajío, siendo las dosis mayores para el ambiente de Bajío que para el de Trópico y, ésta a su vez, mayor que la del ambiente Intermedio entre Trópico y Bajío.

3. La respuesta del rendimiento en relación a la dosis de germoplasma es de tipo lineal con pendiente negativa, por lo que el rendimiento se reduce con el aumento de la dosis de Bajío, en un fondo genético del mismo ambiente.
4. En el probador o fondo genético de Trópico, la respuesta en general es de tipo cuadrático; así, el rendimiento tiende a aumentar en relación directa con el aumento de la dosis de Bajío, dentro de un rango de 0.30 a 0.70, debido a que un aumento superior en la dosis, el rendimiento disminuye.
5. La respuesta heterótica en cruzamientos entre materiales de zonas ecológicas de El Bajío y Trópico, específicamente entre líneas, al parecer no se encuentra, en general, asociada con la divergencia paternal, sino más bien, se podría suponer que está asociada con la presencia de ciertas combinaciones de genes favorables para el rendimiento. Estas contribuciones probablemente sean debidas a efectos epistáticos positivos, los cuales contribuyen a la expresión de la heterosis.
6. La mayor estabilidad del rendimiento permite suponer que está condicionada por una mínima dosis de germoplasma de Bajío como 0.00, cuando éstas se evalúan en un fondo genético del mismo ambiente, y de 0.50 a 0.75, cuando las dosis son evaluadas utilizando un fondo genético de Trópico.
7. Existe cierta asociación entre la dosis que optimiza el rendimiento, con la dosis de germoplasma que produce la mayor estabilidad.

## BIBLIOGRAFIA

- Alvarez G., I. 1979. Obtención de híbridos de maíz con alto potencial de rendimiento para explotarse tanto en El Bajío como en el Trópico Seco Mexicano. Tesis Profesional, Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 58 p.

- Barrientos P., F. 1963. Posible utilización de cruces interraciales entre maíces locales e introducidos. Mejoramiento de maíz. 9<sup>a</sup>. Reunión Centroamericana PCC MCA. San Salvador, El Salvador. pp. 40-45.
- Bucio, A., L. 1954. Algunas observaciones del comportamiento de la F<sub>1</sub> de las cruces entre las razas descritas en México. Tesis Profesional. Chapingo, México. Escuela Nacional de Agricultura. 32 p.
- Carballo C., A y F. Márquez S. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Agrociencia 5(1):129-146. México.
- Castro G., M. 1964. Rendimiento y heterosis con cruces interraciales de maíz en México. Tesis M.C. Chapingo, México. Colegio de Post-Graduados de Chapingo. 39 p.
- Castro G., C.O. Gardner and J.H. Lonquist. 1968. Cumulative gene effects and the nature of heterosis in maize crosses involving genetically diverse races. Crop Sci. 8(1):97-101. (United States of America).
- Cress, C.E. 1966. Heterosis of the hybrid related to gene frequency differences between two population. Genetics 53(2):269-274. (United States of America).
- Crossa L., J. and C.O. Gardner. 1984. Introgression of exotic germplasm for improving adapted maize breeding populations. Agron. Abstracts p. 63. (United States of America).
- Darrah, L.L. and A.R. Hallauer. 1972. Genetic effects estimated from generation means in four diallel sets of maize inbreds. Crop Sci. 12(5): 615-621. (United States of America).
- Eberhart, S.A. 1971. Regional maize diallels with US and semi-exotic varieties. Crop Sci. 11(3):911-914. (United States of America).
- and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6(1):36-40. (United States of America).
- and L.H. Penny. 1964. Double cross hybrid prediction in maize when epistasis is present. Crop Sci. 4(4):363-366. (United States of America).
- Espinoza B., A. 1977. Germoplasma tropical en el programa de maíces superenanos de El Bajío. Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 51 p.

- Falconer, D.S. 1981. Introduction to quantitative genetics. Second edition; chapter eight. Ed. Longman, Londres. 340 p.
- Griffing, B. and E.W. Lindstrom. 1954. A study of the combining abilities of corn inbreds having varying proportions of corn belt and non-corn belt germplasm. *Agron. J.* 46(12):545-552. (United States of America).
- Hallauer, A.R. and J.H. Sears. 1972. Intergrating exotic germplasm into corn belt maize breeding programs. *Crop Sci.* 12(2):203-206. (United States of America).
- Lonnquist, J.H. and C.O. Gardner. 1961. Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implications in breeding procedures. *Crop Sci.* 1(3): 179-183. (United States of America).
- López F., H.H. 1981. Predicción de híbridos de maíz para el Trópico Seco mediante la evaluación de cruzas entre líneas élite de diversas áreas ecológicas. Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 56 p.
- Moll, R.H. and C.W. Stuber. 1974. Quantitative genetics-empirical results relevant to plant breeding. *Adv. Agron.* 26:277-313. (United States of America).
- , W.S. Salhuana and H.F. Robinson. 1962. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. *Crop. Sci.* 2(3):197-198. (United States of America).
- , J.H. Lonnquist, J. Velez F. and E.C. Johnson. 1965. The relationship of heterosis and genetic divergence in maize. *Genetics* 52:139-144. (United States of America).
- Molina G., J. 1964. Comportamiento de razas de maíz y sus cruzas con Tuxpeño Vandefño y Stiff Stalk Synthetic en Cotaxtla, Ver. Tesis M.C. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados de Chapingo. 61 p.
- Moreno, G.J. and J.W. Dudley. 1981. Epistasis in related and unrelated maize hybrids determined by tree methods. *Crop Sci* 21:644-651. (United States of America).
- Otsuka, Y., S.A. Eberhart and W.A. Russell. 1972. Comparisons of prediction formulas for maize hybrids. *Crop Sci.* 12(3):325-331. (United States of America).

- Parga T., V.M. 1981. Comportamiento de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) (Trópico Seco x Bajío) evaluados bajo 3 densidades de población en localidades representativas del origen de sus progenitores. Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Paterniani, E. and J.H. Lonquist. 1963. Heterosis in interracial crosses of corn (*Zea mays* L.) *Crop Sci.* 3(6):504-507. (United States of America).
- Robinson, H.F. y C.C. Cockerham. 1965. Estimación y significancia de los parámetros genéticos. *Fitotecnia Latinoamericana. ALAF* 2(1): 39-56. (Costa Rica).
- Sánchez M., R., J. Molina G. y E. Casas D. 1973. Efecto de dosis de germoplasma exótico y de citoplasma tropical sobre el rendimiento de cruzamientos Trópico x Mesa Central en maíz (*Zea mays* L.) *Agrocien- cia* 11(1):151-179. (México).
- Scott, G.E. 1967. Selecting for stability of yield in maize. *Crop Sci.* 7(6): 549-551. (United States of America).
- Sprague, G.F. and W.I. Thomas. 1967. Further evidence of epistasis in single and three way cross yields of maize. *Crop Sci.* 7(4):355-356. (United States of America).
- , W.A. Russell, L.H. Penny, T.W. Horner and W.D. Hanson. 1962. Effect of epistasis on grain yield in maize. *Crop Sci.* 2(3): 205-208. (United States of America).
- Stuber, C.W. and R.H. Moll. 1974. Epistasis in maize (*Zea mays* L.). IV crosses among lines selected for superior intervariety single cross performances. *Crop. Sci.* 14(2):314-317. (United States of America).
- Varela G., E.J. 1977. Potencial de 6 líneas tropicales de maíz enano para el mejoramiento de maíces de El Bajío. Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 36 p.
- Wellhausen, E.J., L.M. Roberts, E. Hernández X., en colaboración con P.C. Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz en México. México. Oficina de Estudios Especiales. SAG. Folleto Técnico No. 5.

**NIVEL DE PLOIDIA EN LAS COLECCIONES DE GUAYULE  
(*Parthenium argentatum*, Gray) NATIVAS DEL ESTADO DE COAHUILA**

Ma. Esther Alcalá Rodríguez<sup>1</sup> +  
Sathyanarayanaiah Kuruvadi<sup>2</sup>

**RESUMEN**

La determinación del número de cromosomas se efectuó en 195 colectas pertenecientes al banco de germoplasma de guayule, las cuales fueron colectadas en 8 municipios de Coahuila, revelando en su análisis citológico: 4 diploides, 25 triploides, 153 tetraploides, 6 pentaploides, y 7 aneuploides.

La población nativa del Estado de Coahuila contiene 2.05% de diploides, 12.82% de triploides, 78.46% de tetraploides, 3.08% de pentaploides y 3.59% de aneuploides. La selección natural parece favorecer a los tetraploides y triploides, comparados con los diploides y pentaploides. Los diploides pertenecen a Saltillo, los triploides a los municipios de: Saltillo, Parras, Ocampo, San Buenaventura y Ramos Arizpe; los tetraploides fueron encontrados en los 8 municipios incluidos y los pentaploides en: Parras, San Buenaventura y Sierra Mojada. La producción de la semilla en los diploides es sexualmente, aunque también se presenta, en éstos, el mecanismo de autoincompatibilidad. Los otros niveles de ploidía producen su semilla por medio de apomixis.

---

1 Biólogo, 2 Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.

## INTRODUCCION

El guayule (*Parthenium argentatum*, Gray) pertenece a la familia Asteraceae, planta arbusta de climas tropicales, la cual produce hule natural de buena calidad, para ser utilizado en la fabricación de llantas para todo tipo de vehículos. México es el centro de origen del guayule, en donde las poblaciones nativas se encuentran principalmente en los Estados de: Coahuila, Durango, Zacatecas, Nuevo León, San Luis Potosí, y Chihuahua.

La producción anual de hule natural, en México, es aproximadamente del 10%, siendo utilizada para su autoconsumo y extraído del árbol *Hevea brasiliensis*; el 90% es importado con un costo aproximado de 50 millones de dólares. Debido a la explotación de poblaciones nativas de guayule, se han desarrollado variedades sobresalientes mediante el mejoramiento genético, las cuales servirán como una posible solución para la producción de hule natural en los lugares semidesérticos, donde otros cultivos agrícolas no pueden sobrevivir.

En 1981 se inició la formación del banco de germoplasma de guayule en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila. El objetivo consiste en mantener una reserva de amplia gama de variabilidad genética, para identificar alto rendimiento en hule, fuentes de genes para resistencia a enfermedades, insectos, temperaturas altas y bajas, sequía, salinidad del suelo y estabilidad del rendimiento.

En el guayule se presentan 2 sistemas de reproducción: sexual y apomixis, así como autoincompatibilidad y diferentes niveles de ploidía. El número de cromosomas de cualquier especie citada, es constante durante la división celular, la cual es muy estable y precisa; pero, debido a mutaciones espontáneas como son irradiaciones cósmicas, sustancias químicas y temperaturas altas y bajas, causan errores en la división celular, que dan como resultado gametos con duplicaciones y/o deficiencias en los cromosomas los cuales, si son viables y cumplen con su función, formarán individuos poliploides o aneuploides. Los individuos con alto nivel de ploidía contienen mayor número de genes y alelos, este cambio en la dosis de genes puede alterar las relaciones en el apareamiento e intercambio de material genético entre cromátidas no hermanas de cromosomas homólogos. El nivel de ploidía tendrá un efecto profundo sobre las características anatómicas y morfológicas, en el contenido de aminoácidos, auxinas, vitaminas, proteínas, además de que provoca esterilidad, viabilidad, heterosis, incompatibilidad y la apomixis en las plantas (Sathyanarayanaiah *et al.* 1986). El conocimiento del nivel de ploidía en las líneas de guayule, ayuda a conocer la forma de reproducción, para poder determinar la metodología del mejoramiento genético más adecuado, y así desarrollar variedades con alto contenido de hule.

El objetivo de esta investigación consiste en determinar el número de cromosomas (nivel de ploidía) de 195 colectas nativas de guayule, provenientes del Estado de Coahuila, para identificar, al mismo tiempo, las áreas potenciales de los diferentes niveles de ploidía en este Estado.

## REVISION DE LITERATURA

Bergner (1946) estudió detalladamente el número de cromosomas de guayule, en las células madres del polen y reporta una serie cromosómica de 36, 54 y 72, asumiendo que el número básico era de 18. Las plantas  $2n$  mostraron 18 bivalentes en metafase 1, con una distribución equivalente de cromosomas durante la anafase 1.

Mc Callum (1948), Power y Mc Callum (1948), efectuaron colectas de plantas nativas de guayule, en los Estados de: Durango, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí, de la República Mexicana, así como en el Estado de Texas, USA y encontraron plantas diploides ( $2n$ ), triploides ( $3n$ ), y tetraploides ( $4n$ ).

Foster (1979) reportó que, citológicamente, el guayule tiene un rango de cromosomas de  $2n + 36$  a  $2n + 108$ ; bajo condiciones de laboratorio produjo una planta con 144 cromosomas.

Srivastava (1983) analizó el número de cromosomas en 34 líneas de guayule y encontró líneas con  $2n + 55$ ,  $(3x + 1)$ ,  $72(4x)$ ,  $74(4x + 2)$ ,  $72 + 4B$ ,  $72 + 2B$  y  $74 + 3B$ . Las líneas tetraploides muestran una configuración de cromosomas  $5I + 30$ ,  $II + 1$ ,  $III + 1$ ,  $VI + 1B$  en metafase I de meiosis.

## MATERIALES Y METODOS

Se efectuaron 195 colectas nativas de 8 municipios de 19 diferentes ejidos en el Estado de Coahuila, los cuales contienen una gran diversidad genética para todas las características agronómicas. Los genotipos superiores fueron seleccionados visualmente en las poblaciones nativas, en base a: vigor, altura, cobertura, resistencia a insectos, enfermedades, y sequía, por lo que las plantas individuales con las características deseables, fueron extraídas del suelo sin dañar el sistema radicular. Las hojas y ramas fueron podadas, para posteriormente ser trasplantadas en bolsas de polietileno de 2 kg de capacidad, las cuales contenían suelo orgánico cribado y fumigado previamente. A cada planta le fue colocada una etiqueta con toda la información requerida de la colecta. Se colectaron un promedio de 15 plantas por sitio, las cuales fueron trasladadas a los invernaderos, en donde permanecieron por un período de más o menos 60 días; esto, con el fin de que la planta retoñara y así establecerla. Posteriormente fueron trasplantadas al banco de germoplasma, en el campo experimental de la UAAAN, con una distancia de 80 cm

entre surcos y también 80 cm entre plantas dentro del surco, durante el período de 1982-1983.

Alcalá (1980) determinó el tiempo en el cual hay una mayor frecuencia de profase I, principalmente diacinesis en las células madres del polen de guayule, e identificó que el tiempo óptimo es entre las 11:00 y 12:00 a.m. por lo que, al haber ahijamiento en las colectas, se muestrearon inflorescencias jóvenes para ser colocadas en una solución fijadora farmer (3 partes alcohol 96%, 1 parte de ácido propiónico), donde permanecieron aproximadamente 24 horas, para después ser cambiadas a alcohol al 70% en donde permanecieron hasta el momento de efectuar su estudio citológico. La metodología aplicada en la elaboración de preparaciones, para la visualización microscópica de cromosomas, fue la de maceración de las anteras, previamente disectadas de la inflorescencia, utilizando carmín propiónico como colorante.

El nivel de ploidía fue examinado en las células madres de las microsporas, en el laboratorio de citogenética de la UAAAN, durante el período 1983 y 1984, se determinó el nivel de ploidía, a un total de 195 plantas, todas ellas nativas del Estado de Coahuila y distribuidas de la siguiente manera: Saltillo (81), Parras, (33), Torreón (1), Ocampo (9), San Buenaventura (15), Sierra Mojada (30), Ramos Arizpe (24), y en General Cepeda (2).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el examen citológico del número de cromosomas de las 195 colectas, fueron identificadas 4 diploides ( $2n = 2x = 36$ ), 25 triploides ( $3n = 3x = 54$ ), 153 tetraploides ( $4n = 4x = 72$ ), 6 pentaploides ( $5n = 5x = 90$ ) y 7 aneuploides (Cuadro 1). En las 195 plantas, las diploides presentaron una frecuencia de distribución en poblaciones naturales de 2.05%, y fueron

**Cuadro 1. Distribución de los niveles de ploidía en guayule, en 8 municipios del Estado de Coahuila.**

Municipio	Total colectas	Euploidía				Aneuploidía			
		2n	3n	4n	5n	2n	3n	4n	5n
						(±72) (±90)			
Saltillo	81	4	13	59	—	—	1	4	—
Parras	33	—	7	24	1	—	—	1	—
Torreón	1	—	—	1	—	—	—	—	—
Ocampo	9	—	1	8	—	—	—	—	—
San Buenaventura	15	—	3	10	1	—	—	—	1
Sierra Mojada	30	—	—	26	4	—	—	—	—
Ramos Arizpe	24	—	1	23	—	—	—	—	—
General Cepeda	2	—	—	2	—	—	—	—	—

localizadas en los ejidos: Estación Marte, Sierra de Palo Blanco y Gómez Farías, del municipio de Saltillo (Cuadro 2). La condición diploide lleva a cabo su división reduccional y una fertilización normal, con lo que produce semilla de origen sexual, aunque presenta el mecanismo de autoincompatibilidad.

**Cuadro 2. Distribución de euploidía y aneuploidía en diferentes municipios y ejidos del Estado de Coahuila.**

Municipio	Ejido	No. de colectas	Nivel de ploidía aneuploidía				
			2n	3n	4n	5n	
Saltillo	Est. Marte	8	1	1	5		1 ( $\pm 72$ )
	Ayala	6			6		
	Caracol	20		1	16		1( $\pm 56$ )2( $\pm 72$ )
	El Morillo	10		2	8		
	S. Palo Blanco	5	1	2	1		1(45 cromosomas)
	Carneros	10		2	8		
	Yucatán	5		3	2		
	S. Jaguey de F.	5		2	3		
	Gómez Farías	12	2		10		
Parras	20 de Nov.	12		1	10	1	
	Animas	7		3	4		
	S. de Casetas	14		3	10		1( $\pm 72$ )
Torreón	Paso Calvo	1	—	—	1		
Ocampo	C. del Quemado	9		1	8		
San Bvent.	S. Buenaventura	15		3	10	1	1( $\pm 90$ )
S. Mojada	Esmeralda	16			12	4	
	S. Mojada	14			14		
R. Arizpe	R. Arizpe	24		1	23		
G. Cepeda	G. Cepeda	2			2		
<b>Total</b>	<b>19 sitios</b>	<b>195</b>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>153</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

Un total de 25 plantas triploides, con frecuencia de distribución de 12.82% fueron distribuidas en 13 ejidos en los municipios de: Saltillo, Parras, Ocampo, San Buenaventura y Ramos Arizpe (Cuadro 2).

Los triploides son el producto de la unión de un gameto haploide con un gameto de tetraploide reducido, o también puede producirse por la unión de un huevo reducido con 2 núcleos espermáticos haploides (Farns Worth, 1978). Los triploides son altamente estériles, debido a la no homología de sus cromosomas, por lo que hay una distribución desigual de material genético en sus gametos. Foster (1979) estableció que plantas de guayule con 54 ó más cromosomas, producen semilla de origen apomíctico.

Los tetraploides se encuentran muy ampliamente distribuidos en todos los municipios de colecta en el Estado de Coahuila, ya que de las 195 plantas analizadas, 153 son tetraploides, con una frecuencia de 78.46% en la población. En poblaciones naturales, las plantas tetraploides son favorecidas por la selección natural en diversos ambientes, ya que son más vigorosas, crecen rápidamente, producen más biomasa, y la producción de semilla es por procesos apomícticos.

Sathyanarayanaiah (1985) comparó variedades diploides y tetraploides de un año y medio de edad en guayule, en donde los tetraploides produjeron 32.4% más de hule, 5% de resina, y fueron las plantas más altas y vigorosas en un 9.15%, en relación con las diploides.

La frecuencia de pentaploides ( $5n = 5x = 90$ ) en la naturaleza es muy baja, comparada con los tetraploides (Cuadro 1). Es interesante hacer notar que de 6 colecciones pentaploides, 4 pertenecen a Esmeralda, municipio de Sierra Mojada; Esmeralda, Parras y San Buenaventura, son los lugares de origen de pentaploides en Coahuila (Cuadro 2). Una extensa variabilidad en el número de cromosomas fue encontrada en el Estado de Coahuila, ya que fueron analizadas plantas con 36 y hasta con más o menos 90 cromosomas.

En Palo Blanco fue encontrada una planta con 45 cromosomas; en poblaciones normalmente diploides no fue encontrada la aneuploidía. Monosómicos ( $2n = 3x - 1 = 53$ ;  $2n = 4x - 1 = 71$  y  $2n = 5x - 1 = 89$ ) y trisómicos ( $2n = 3x + 1 = 55$ ;  $2n = 4x + 1 = 73$  y  $2n = 5x + 1 = 91$ ) fueron observados (Cuadro 2). La frecuencia de monosómicos y trisómicos es más alta en niveles de tetraploides (2.57%) que en niveles de triploides (0.51%) y pentaploides (0.51%). Los aneuploides son benéficos para la localización de genes en los cromosomas.

## CONCLUSIONES

1. Existe una variación para el número de cromosomas de 36 a 91, en las poblaciones nativas de guayule en Coahuila.
2. La población natural de guayule contiene 2.05% de diploides, 12.82% de triploides, 78.46% de tetraploides, 3.08% de pentaploides, y 3.59% de aneuploides.
3. La selección natural favorece a una adaptación superior de plantas tetraploides, en comparación con otros niveles de ploidía.
4. Los diploides se encuentran distribuidos en las localidades de: Estación Marte, Sierra de Palo Blanco y Gómez Farías del Municipio de Saltillo, los cuales pueden utilizarse como progenitor femenino en los programas de hibridación en guayule.
5. Se observaron plantas monosómicas y trisómicas en alto nivel de ploidía, las cuales son benéficas para asignar genes en los cromosomas.

## BIBLIOGRAFIA

- Alcalá R., M.E. 1980. Informe anual sobre la hora óptima de fijación de inflorescencia en guayule para su estudio citogenético. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Bergner, 1946. Polyploidy and aneuploidy in guayule. Department of Agriculture Technical Bulletin 918 p. 36. USA.
- Farns Worth. 1978. Genetics. Harper and Row Publishers, New York and San Francisco, USA.
- Foster, K.E. 1979. A sociotechnical survey of guayule rubber commercialization. A state of art report. Office of the arid land studies. University of Arizona, Tucson, USA.
- Mc Callum. 1948. A study of ploidy in guayule. Department of Agriculture Technical Bulletin 402. USA.
- Power and Mc Callum. 1948. Poliploidy in guayule. Agriculture Department Bulletin 408. USA.

Sathyanarayanaiah, K., M.E. Alcalá R. and A. López B. 1986. Cytological analysis of level of ploidy in guayule. *El guayulero*. Vol. 8 (in press).

-----, 1985. Evaluation of diploid and tetraploid guayule for rubber and other characters. Program and Abstract of the IV International Conference of the Rubber Society. University of Arizona, Tucson, USA.

Srivastava, G.S. 1983. Guayule research and development in India. Program and summaries. Guayule Rubber Society Annual Conference. University of California, Riverside. California. USA.

## POTENCIAL DEL SISTEMA RADICAL EN COLECCIONES DE ZACATE GIGANTE (*Leptochloa dubia* H.B.K. Nees)

Roberto Espinoza Zapata<sup>1</sup>  
Sathyanarayanaiah Kuruvadi<sup>2</sup>

### RESUMEN

Once colecciones nativas de zacate gigante, con un testigo de Estados Unidos, fueron evaluados para determinar el potencial del sistema radical y rendimiento de forraje, a nivel planta adulta en invernadero, bajo un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. Los análisis de varianza revelaron diferencias altamente significativas para: peso seco de masa de raíz, peso fresco y seco de forraje, número de tallos y hojas por planta, altura y área foliar; además, indicaron la presencia de una gama de variabilidad genética, y la posibilidad de seleccionar mejores genotipos por medio de selección simple.

Las 4 colecciones: Zacatecas-7, Aguascalientes, San Luis Potosí-190, y Durango-39, produjeron mayor peso seco de raíces por planta, y, estos mismos, produjeron altos rendimientos de forraje, en condiciones de riego bajo invernadero, y en campo bajo sequía. Existen correlaciones positivas y significativas, entre peso seco de masa de raíz con forraje verde y seco, y con área foliar. La altura de planta está relacionada con peso fresco y seco de forraje. Área foliar y altura de planta pueden ser utilizados como indicadores para seleccionar genotipos superiores, con alto rendimiento combinado y con alto peso de masa de sistema radical. Se encontraron correlaciones útiles entre diferentes variables.

---

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

## INTRODUCCION

Un número importante de especies forrajeras constituye el principal apoyo de la actividad ganadera en las zonas áridas y semiáridas de México. El zacate gigante (*Leptochloa dubia*) es un zacate perenne nativo de México, con buena calidad de forraje, y con variabilidad y potencial para desarrollar variedades rendidoras, que pueden ser utilizadas en regiones con escasa humedad.

El mejoramiento genético de plantas forrajeras y su manejo con alta fertilización y riego, ha dado lugar a un incremento de forraje equivalente al doble o triple de rendimiento en años recientes. Sin embargo, tal incremento de producción de forraje, bajo condiciones de sequía en zonas áridas, no se ha logrado. Para coadyuvar en el incremento de la producción de forraje en zonas áridas, la UAAAN, a través de su programa de mejoramiento, ha iniciado la colecta de germoplasma de zacate gigante para su evaluación bajo condiciones de aridez, con el objeto de identificar líneas con alto rendimiento de forraje. En algunas especies donde no se ha hecho investigación, por medio de las evaluaciones y selección se pueden alcanzar rápidamente progresos significativos, para la formación de variedades con mayor rendimiento.

Resistencia a sequía en las plantas, es un carácter complejo controlado por rasgos morfológicos, fisiológicos, anatómicos y genéticos. El sistema radical de las plantas, encargado de absorber y transportar el agua obtenida del suelo, es determinante para el rápido establecimiento y resistencia a la sequía. No hay información disponible con respecto a trabajos sobre sistema radical en zacate gigante, por lo que la presente investigación tiene como objetivo fundamental, estudiar el potencial de la masa radical y su asociación con diferentes características agronómicas, y rendimiento de forraje en el campo bajo condiciones de sequía.

## REVISION DE LITERATURA

Aunque la cantidad de agua utilizada por las plantas está en función del clima y determinada principalmente por radiación solar, las especies pueden variar notablemente en su tolerancia a sequía. La capacidad de las plantas para obtener agua del suelo, cuando la disponibilidad de agua es limitada, es una característica de cada especie; esta capacidad suele estar relacionada con la profundidad y extensión de la raíz (Sprague y Mc Claud, 1978).

Souza *et al.* (1983) señalan que la importancia del crecimiento del sistema radical, como un mecanismo fisiológico para evitar la deshidratación, ha sido observada por muchos investigadores.

Nour y Weibel (1978), encontraron, en sorgo para grano, que el peso de la raíz mostró ser la característica más indicativa y más fácil de determinar, cuando se trata de identificar líneas resistentes a sequía, aunque la técnica involucre una considerable cantidad de tiempo y trabajo.

Sathyanarayanaiah (1983) al estudiar el potencial radical en trigo duro, a través de rizotrones, encontró diferencias altamente significativas entre genotipos para masa total de raíces, en perfiles de 60 a 120 cm, y también de 90 a 120 cm; no encontró diferencias significativas en profundidad de 0 a 60 cm. Los genotipos con la máxima cantidad de raíces, en perfiles de 60 a 100 cm, cubrieron más área de absorción y tienen una ventaja adicional, en la seguridad de conseguir agua y nutrientes, además de que podrían evitar la sequía.

Una amplia variabilidad genética entre genotipos de sorgo ha sido reportada por Beltrán (1983), al estudiar características del sistema radical, pérdida de agua en hojas cortadas y ensayos de rendimiento (sequía y riego). Reporta también haber encontrado correlaciones de gran magnitud para longitud de raíz seminal y número de raíces mayores de 40 cm, con el resto de las características del sistema radical, a excepción de la proporción raíz/vástago. Encontró también que longitud de raíz seminal y suma de excedentes después de 40 cm, fueron los que mostraron mayor asociación con el resto de las características (número de raíces, nodales, raíz nodal más larga, suma de excedentes después de 40 cm, rendimiento bajo sequía y riego, entre otras). Concluye el autor que lo anterior hace pensar en practicar selección indirecta, para rendimiento por selección previa sobre raíces en invernadero.

Hurd (1974) indica que en trigo, un sistema radical extenso está asociado con resistencia a sequía, y que la selección para alto rendimiento bajo condiciones de déficit de agua, selecciona para un sistema de raíces más grande; sugiere al mismo tiempo, que en un programa de mejoramiento sistemático, selección para sistema favorable, contribuirá para obtener altos rendimientos bajo déficit de humedad.

Al estudiar varios caracteres del sistema radical en 10 variedades de sorgo, Nour y Weibel (1978) utilizaron bolsas de plástico rellenas con arena lavada, las cuales fueron colocadas en una cámara de crecimiento; a las 3 semanas de edad se tomaron los datos y se encontraron diferencias significativas para todos los caracteres en general; las variedades más resistentes a sequía mostraron pesos más altos de raíz.

Kauter (1933) mencionado por Whyte *et al.* (1959), encontró que las plantas de las 2 especies de rápido establecimiento, *Arrenatherum elatius* y

*Lolium multiflorum*, estaban dotadas de raíces más profundas y producían un peso mayor de raíces, durante los primeros meses de desarrollo, que las especies tardías como *Festuca pratensis* y *Phleum pratense*.

Entre otros, Levitt (1952) menciona que en *Bromus inermis*, zacate muy usado como forraje en lugares con limitaciones de lluvia, se han seleccionado variedades con raíces más grandes y abundantes, que permiten aprovechar mejor el agua del suelo y presentan, por lo tanto, mayor resistencia a la sequía que otros.

Al estudiar el comportamiento de 5 gramíneas forrajeras de edad relativamente joven: zacate banderilla (*Bouteloua curtipendula*), Azulado Caddo (*Panicum virgatum*), Indio (*Sorghastrum nutans*), azulado gigante y azulado chico, Dalrymple y Dwyer (1980) encontraron que los pesos de las raíces y brotes, discreparon de una especie a otra. En todos los casos, la producción de raíces fue mayor que la de brotes.

Tischler y Monk (1980) señalan que el establecimiento de zacate klein es reducido, debido a su sistema radical inadecuado; encontraron que el número y longitud de raíces basales y adventicias fue independiente de la longitud de la raíz primaria, existiendo también amplia variabilidad para el crecimiento de raíces primarias y adventicias. Diferencias en ambos rasgos pueden ser usadas en mejoramiento para incrementar el establecimiento de plántulas.

## MATERIALES Y METODOS

En la presente investigación fueron incluidas 11 colecciones originarias de 7 diferentes Estados de la República Mexicana: 2 del Estado de Zacatecas; 3 de Chihuahua, 2 de Coahuila, y una de cada uno de los Estados de: Durango, Aguascalientes, San Luis Potosí y Jalisco. Se incluyó como testigo una línea del Estado de Texas, Estados Unidos. Estos materiales constituyen una amplia representación geográfica, para evaluar sistema radical y otras características agronómicas.

El experimento se condujo en un invernadero de la UAAAN, durante los meses de junio a septiembre de 1983; se utilizaron macetas de cartón rellenas con un kilo de tierra y arena, en una proporción de 3 cuartas partes de tierra cribada y una cuarta parte de arena fina. El diseño experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones, utilizando 3 macetas por repetición, por colección. La siembra se efectuó el día 6 de Junio de 1983 en suelo húmedo, con una distribución de 10 carióspsides por maceta. La germinación de semillas ocurrió a los 6 días después de la siembra; cuando las plántu-

las alcanzaron una altura de 3 centímetros, fue necesario aclarar, para dejar sólo 3 plántulas por maceta. Se aplicaron riegos para evitar daño severo por sequía y no se aplicó fertilización. Los siguientes datos experimentales fueron tomados a los 95 días después de la siembra: peso seco de masa radical, peso fresco y seco de forraje, altura de planta, número de tallos por planta, número de hojas por planta y área foliar. Los valores promedio de cada carácter fueron utilizados para calcular análisis de varianza y correlaciones entre diferentes variables.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza (Cuadro 1) revela la existencia de diferencias altamente significativas para: peso seco de masa de raíz, peso fresco y seco de forraje, número de tallos y hojas por planta, altura y área foliar, asimismo indica suficiente grado de variabilidad para hacer selección efectiva e identificar genotipos superiores.

Las varianzas significativas entre sistema radical y peso seco de raíces en zacates, se han reportado por varios investigadores (Goedewaagen y Schurman, 1956; William y Backer, 1957; Holt y Fisher, 1960; Melnosh y Miller, 1981; Pederson *et al.* 1984). Sin embargo, en cualquier estudio del sistema radical, el investigador debe tomar en cuenta que el carácter se afecta por: textura y estructura del suelo, contenido de agua, contenido de oxígeno, concentración de sales, valor de pH y otros factores; por esa razón, para hacer una comparación válida y realizar estudios en invernadero bajo condiciones controladas, puede ser más confiable si existe una correlación significativa, entre estudios de invernadero y de campo.

Los promedios de las diferentes características de zacate gigante, bajo condiciones de invernadero, se presentan en el Cuadro 2, en el cual se observa que el peso de raíces varía entre 0.36 g (Coahuila) a 0.94 g (Zacatecas-7), y un promedio general de 0.70 g. Zacatecas-7 registró el peso más alto; se manifestaron también como sobresalientes, en orden de importancia, y estadísticamente iguales entre sí, las colecciones: Aguascalientes (0.90 g), San Luis Potosí-190 (0.84 g), Durango-39 (0.80 g), Zacatecas-51 y Chihuahua-120 (0.77 g), que produjeron, al mismo tiempo, mayor peso seco de raíces, que el promedio general observado en este experimento. Resultados en *Bromus inermis*, mencionados por Levitt (1952), señalan que en lugares con escasa lluvia, ha sido posible seleccionar variedades con raíces más grandes y abundantes, que presentan mayor resistencia a la sequía al aprovechar mejor el agua del suelo. Al estudiar también sistema radical en sorgo, Nour y Weibel (1978) reportan que las variedades más resistentes a sequía, mostraron los pesos más altos del sistema radical. Sathyanarayanaiah (1980) encontró

**Cuadro 1. Análisis de varianza para diferentes características en zacate gigante a nivel de planta adulta en invernadero.**

Fuente	Grados de libertad	F. Calculada						
		Peso seco masa de raíz	Peso fresco de forraje	Peso seco de forraje	No. de tallos	No de hojas	Altura final	Area foliar
Colecciones	11	5.45**	9.45**	7.68**	3.75**	3.77**	9.43**	6.08**
Bloques	3	1.40	2.00	0.25	0.21	0.40	0.81	0.96
Error (C.M.)	33	0.02	62.15	6.22	7.02	129.11	121.49	18.95
C.V. (‰)		19.94	30.69	30.00	18.51	14.46	8.11	25.42

\*\* Significativo al 1‰

**Cuadro 2. Promedio de diferentes características de zacate gigante bajo condiciones de invernadero.**

Colección	Peso seco masa de raíz (g)	Peso fresco de forraje (g)	Peso seco de forraje (g)	No. de tallos por planta	No. de hojas por planta	Altura final (cm)	Area foliar (cm <sup>2</sup> )
Zacatecas-51	0.78	22.06	7.54	9.75	63.75	134.19	21.46
Zacatecas-7	0.94	35.09	12.14	16.25	88.75	139.44	19.58
Chihuahua-22	0.58	15.02	5.07	12.25	68.50	116.51	10.73
Chihuahua-30	0.63	13.64	4.58	19.50	91.50	125.72	10.62
Chihuahua-120	0.77	27.80	8.77	13.75	82.00	148.02	18.57
Durango-39	0.81	38.76	12.07	15.00	89.75	145.19	19.07
Coahuila	0.36	11.97	3.92	13.50	72.25	113.85	10.38
Narro	0.56	19.24	5.94	13.00	64.75	129.85	16.16
Aguascalientes	0.90	37.45	11.86	17.75	95.75	154.56	24.76
San Luis Potosí-190	0.84	22.22	8.57	13.50	78.50	144.94	20.26
Jalisco-64	0.70	49.88	13.80	14.25	78.00	165.94	23.59
Testigo	0.64	14.99	5.16	13.25	69.25	112.05	10.27
Promedio	0.70	25.68	8.29	14.31	78.56	135.85	17.12
D.M.S. .05	0.20	11.38	3.60	4.05	17.35	15.90	6.87

en trigo, correlación altamente significativa entre peso seco de raíces por estudio bajo sequía en rizotrones, y cuando se usaron los mismos genotipos en macetas bajo condiciones de riego en invernadero. Además, el mismo autor menciona que es útil, para identificar genotipos con mejor sistema radical bajo condiciones de sequía, al evaluar los genotipos bajo riego en macetas en invernadero.

El coeficiente de variación para peso seco de raíz fue de 19.94% y los resultados se consideran confiables (Cuadro 1). Existen correlaciones positivas y significativas (Cuadro 3) entre peso seco de raíz con 3 características: peso fresco de forraje ( $r = 0.584$ ), peso seco de forraje ( $r = 0.685$ ) y área foliar ( $r = 0.749$ ). Se encontró correlación positiva y significativa entre peso seco de raíz con rendimiento de forraje en el campo ( $r = 0.802$ ) bajo sequía. Generalmente las colecciones con mayor masa de raíz también contribuyen con alto rendimiento de forraje bajo sequía en el campo. Hurd (1974) señala que al seleccionar genotipos de trigo duro con alto rendimiento bajo sequía, automáticamente seleccionará para un extenso sistema radical; los resultados de este experimento concuerdan con trabajos de este autor.

El peso fresco de forraje por planta individual varió entre 11.97 g a 49.88 g, con promedio de 25.68 g. La colección Jalisco-64 registró máximo rendimiento de forraje por planta, y fue estadísticamente igual a las colecciones: Durango-39, Aguascalientes y Zacatecas-7. Las mismas 4 colecciones también produjeron alto rendimiento de forraje seco, tanto en invernadero como en el campo bajo condiciones de sequía, en evaluaciones anteriores durante 2 años consecutivos. El objetivo principal del mejoramiento genético de las plantas forrajeras, es identificar genotipos con alta capacidad de rendimiento bajo temporal y riego; se pueden recomendar estas 4 colecciones para su siembra bajo sequía y riego simultáneamente. Ortégón (1984), después de 6 años de prueba, recomendó 5 genotipos de la especie de zacatón alcalino para su siembra bajo riego y sequía.

El peso seco y peso fresco están correlacionados con 2 caracteres: altura de planta ( $r = 0.790$ ) y área foliar ( $r = 0.702$ ); por lo tanto, altura de planta puede utilizarse como índice para seleccionar genotipos superiores de forraje (Cuadro 3).

La colección Chihuahua-30 produjo el más alto número de tallos por planta, y fue estadísticamente igual a: Aguascalientes, Zacatecas-7 y Durango 39. Estas colecciones pueden producir mejor amacollamiento. Nelson *et al.* (1977) y Sleper *et al.* (1977), indican que el número de macollos por planta es más importante que el rendimiento por macollos en baja densidad de siembra de *Festuca arundinacea* Schrech; estos resultados no se esperarían en condiciones de siembra normal, donde el número de macollos tiende a esta-

**Cuadro 3. Correlaciones fenotípicas entre diferentes características de planta adulta en invernadero.**

	Peso fresco de forraje	Peso seco de forraje	Tallos por planta	Hojas por planta	Altura	Area foliar
Peso seco masa de raíz	0.584*	0.685*	0.311	0.533	0.546	0.749**
Peso fresco de forraje		0.929**	0.281	0.509	0.737**	0.723**
Peso seco de forraje			0.307	0.554	0.790**	0.702**
Tallos por planta				0.826**	0.186	0.029
Hojas por planta					0.351	0.302
Altura						0.713**

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

bilizarse (Zarrough *et al.* 1983); sin embargo, el potencial de amacollamiento puede ser un mecanismo compensativo, donde hay fallas en establecimiento del zacate por condiciones adversas en la etapa de plántula. Además del número de tallos, otro carácter que determina el rendimiento es el número de hojas, el cual está en función del número de tallos; las colecciones más sobresalientes para número de hojas lo fueron también: Aguascalientes, Chihuahua-30, Durango-39, Zacatecas-7, Chihuahua-120 y San Luis Potosí-190, estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 2).

El coeficiente de variación estimado para 2 características: número de tallos y número de hojas por planta, fueron 18.51% y 14.46%, respectivamente; por lo tanto, los resultados son muy aceptables (Cuadro 1).

El rendimiento de las gramíneas forrajeras está determinado por efectos multiplicativos de los componentes del rendimiento, tales como: número de tallos, número de hojas y sus pesos; cada factor es independiente, pero contribuye al total de rendimiento de forraje del genotipo.

El área foliar provee una superficie de fotosíntesis y captación de luz; es un parámetro para medir crecimiento de la planta, y determinante en el aumento de peso seco o rendimiento biológico. Las colecciones Aguascalientes (24.76 cm<sup>2</sup>) y Jalisco-64 (23.59 cm<sup>2</sup>), fueron más sobresalientes, seguidas por: Zacatecas-51, San Luis Potosí-190, Zacatecas-7, y Durango-39. En la determinación de rendimiento, la variación en el área foliar tiene relativamente más importancia, que la tasa de asimilación neta (Watson, 1952; Blackman, 1950; Khan y Tsunoda, 1970).

Existe asociación positiva y significativa entre área foliar con 4 características: peso seco de raíz, peso fresco y seco de forraje, y altura de planta. Las características área de follaje y altura de planta, están directamente relacionadas con el rendimiento de forraje verde y seco.

## CONCLUSIONES

1. Existe una gama de variabilidad para el peso de masa radical, rendimiento de forraje y otras características agronómicas, en los recursos nativos de zacate gigante.
2. Se recomiendan para su siembra bajo condiciones de temporal, las colecciones: Zacatecas-7, Aguascalientes, San Luis Potosí-190 y Durango-39, sobresalientes por su rendimiento de forraje y peso seco de masa radical.

3. Altura de planta y área foliar pueden ser útiles como índices de selección indirecta, para identificar genotipos o poblaciones con alto rendimiento de forraje y mejor sistema radical.

## BIBLIOGRAFIA

- Beltrán, E.D. 1983. Estudio de heterosis en algunas características relacionadas con la resistencia a sequía en el sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tesis M.C. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Colegio de Graduados.
- Blackman, G.E. 1950. The Physiological basis of variation in yield. *Adv. Agro.* 40:101-145.
- Dalrymple, R.L. and D.D. Dowyer. 1980. Crecimiento de los brotes y raíces de 5 gramíneas forrajeras. En Rendimiento del Pastizal. Compiladores: Martín H. González y Roberto S. Campbell. Traducción de artículos seleccionados de *Journal of Range Management*, traducidos a español por Ramón Palazón. México. Editorial Pax México.
- Goedwaagen, M.A.J. and J.J. Schuurman. 1956. Root development of grassland with special reference to water conditions of soils. *Proc. 7th. Int. New Zeland, Grassland, Cong.* pp. 45-55.
- Holt, E.C. and F.L. Fisher. 1960. Root development of Coastal Bermuda-grass with high nitrogen fertilization *Agron. J.* 52:593-596.
- Hurd, E.A. 1974. Phenotype and drought tolerance in wheat. In: J.F. Stone (editor) *Plant modification for more efficient water use. Agric. Meteorol.*, 14:39-55.
- Levitt, J. 1952. Frost, drought and heat resistance. *Ann Rev. Plant. Physiology.* 2:245-268.
- Melnolsh, M.S. and D.A. Miller. 1981. Genetic and soil moisture effects for root characters in alfalfa populations differency in winter hardiness. *Crop Science.* 24:465-468,
- Nelson, C.J., K.H. Asay and D.A. Sleper. 1977. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. *Crop Science.* 177:449-452.
- Nour, M.A.E. and D.E. Weibel. 1978. Evaluation of root characteristics in grain sorghum. *Agron. Journ.* 70:217-218.

- Ortegón, P.A. 1984. Selección de genotipos de zacatón alcalino (*Sporobolus airoides* Torr) nativas del Norte de México en la formación de variedades. Tesis M.C. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Colegio de Graduados.
- Pederson, G.A., W.A. Kengal and R.R. Hill Jr. 1984. Effect of divergent selection for root weight on genetic variation for root and shoot characters in alfalfa. *Crop Sci.* 24:270-573.
- Sathyanarayanaiah, K. 1980. Genetic studies on dryland wheat (*Triticum durum*). Research station. Research Branch, Agriculture Canadá. Swift Current, Saskatchewan.
- , 1983. Modelo de raíces en trigo macarronero en rizontrones. Semana de la hierba. Simposium: La sequía y su impacto en la agricultura. Chapingo, México. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Sleper, D.A., C.J. Nelson and K.H. Asay. 1977. Diallel and path coefficient analysis of tall fescue *Festuca arundinacea* regrowth under controlled conditions: *Can. J. Genet. & Citol.* 19:557-564.
- Souza, J.G., J.V. Da Silva, M.B. Neto y J.A. Giles. 1983. Velocidad de crecimiento da raíz como parámetro de resistencia a secano algodoeiro. *Brasilia. Pesqu. Agropec. Bras.* 18(2):169-172.
- Sprague, V.G. y D.E. Mc Claud. 1978. Los factores climatológicos en la producción de forraje. En: Forrajes. Hughes H.D., M.E. Heath y D.S. Metcalfe (ed) México. CECSA.
- Tischler, C.R. and R.L. Monk. 1980. Variability in root system characteristics of klein grass seedlings. *Crop Sci.* 20:384-386.
- Watson, D.J. 1952. The physiological basis of variation in yield. *Adv. Agro.* 40:101-145.
- Whyte, R.O., T.R.G. Moir y J.P. Cooper. 1959. Las gramíneas en la agricultura. Roma, FAO.
- William, T.F. and H.M. Baker. 1957. Studies of the root development of herbage root investigations *Brit. Grassland Soc.* 12:49-55.
- Zarrough, K.M., C.J. Nelson y J.H. Coutts. 1983. Relationship between tillering and forage yield of tall fescue. I. yield. *Crop Sci.* 23:333-337

-----, 1983. Relationship between  
tillering and forage yield of tall fescue. II Pattern of tillering. Crop  
Science. 23:337-341.

## ASOCIACION DE PIOJOS MALOFAGOS Y ANOPLURUS DEL GANADO OVINO Y CAPRINO EN LA REGION DE SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

Aguileo Lozoya Saldaña<sup>1</sup>  
Servando Quiñones Luna<sup>2</sup>  
Luis Alberto Aguirre Uribe<sup>3</sup>  
Eugenio Guerrero Rodríguez<sup>4</sup>

### RESUMEN

A efecto de determinar las especies de piojos malófagos y anopluros en ganado ovino y caprino, su distribución y abundancia en la zona de influencia inmediata de la UAAAN, así como la asociación o interrelación de estos parásitos, se iniciaron colectas sobre animales domésticos en la zona aledaña a la Institución. Los datos obtenidos indicaron que la especie de malófagos más abundante, fue *Bovicola caprae*, que presenta altas poblaciones en caprinos. *Bovicola ovis* presentó poblaciones bajas. El anopluro más abundante fue *Linognathus africanus*, y se presentó únicamente en caprinos. *Linognathus stenopsis*, presentó bajas poblaciones en caprinos. La asociación más frecuente fue de *L. africanus* y *B. caprae*.

### INTRODUCCION

Los piojos, son insectos que viven como parásitos obligados sobre mamíferos y aves; constituyen una plaga potencial en las regiones donde

1 y 4 Ing. M.C. y 3 Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Parasitología, Div. Agronomía, UAAAN.

2 Tesista

Para la identificación taxonómica de las especies de piojos, se utilizaron diferentes tipos de claves o llaves taxonómicas, y se partió de aquéllas que se adaptaran a las condiciones del estudio (Lozoya y Guerrero, 1984); para la conservación y verificación de las especies, se montaron en portaobjetos en una solución de polivinil-lactofenol, con aplicación de calor para el aclaramiento de los especímenes.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El total de colectas sobre animales domésticos, durante los períodos de estudio del proyecto, fueron 552; 291 corresponden a malófagos y 261 para anopluros. Por lo que respecta a ganado ovino, 15 colectas fueron de malófagos y solamente una de anopluros; para ganado caprino el número de colectas de malófagos fue de 69, y anopluros de 72 (Cuadro 1). De acuerdo a los porcentajes del número de colectas en ganado ovino y caprino, en relación a las 552 colectas del proyecto, se observa que el 25.54% corresponde al ganado caprino y solamente el 2.89% a ganado ovino. Esta diferencia tan marcada posiblemente se deba al desplazamiento de los piojos en ovinos, por el falso piojo o mosca, *Melophagus ovinus* (Diptera:Hippoboscidae), que durante el período de estudio de este parásito, fue bastante abundante en la zona. Las especies de piojos encontrados en ambos tipos de ganado se enlistan en el Cuadro 2.

**Cuadro 1. Total de colectas de piojos malófagos y anopluros de animales domésticos, como también sobre ganado ovino y caprino, en la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1985.**

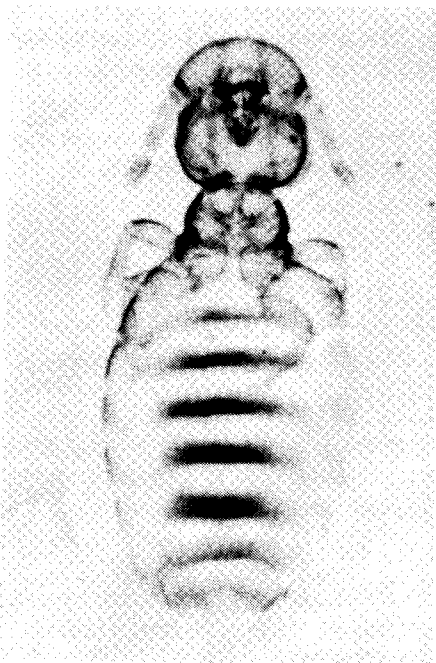
Orden	Total de colectas sobre animales domésticos	Colectas en ganado Ovino	Colectas en ganado Caprino	% de la colecta en ovinos	% de la colecta en caprinos
Mallophaga	291	15	69	5.15	23.71
Anoplura	261	1	72	0.38	27.58
Totales	552	16	141	$\bar{x} = 2.89$	$\bar{x} = 25.54$

Cuadro 2. Especies de piojos malófagos y anopluros encontrados en ganado ovino y caprino en la zona de influencia inmediata a la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1985.

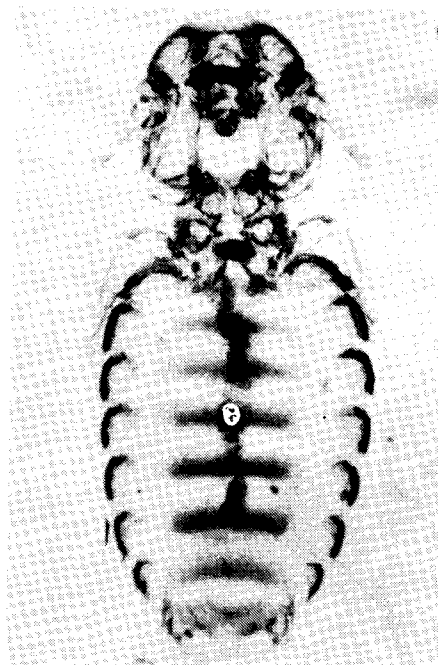
Ganado	Mallophaga	Familia	Anoplura	Familia
Ovino	<i>Bovicola ovis</i> <i>Bovicola caprae</i>	Trichodectidae Trichodectidae	<i>Haematopinus suis</i>	Haematopiniidae
Caprino	<i>Bovicola caprae</i> <i>Bovicola bovis</i> <i>Heterodoxus spiniger</i>	Trichodectidae Trichodectidae Boopidae	<i>Linognathus africanus</i> <i>Linognathus stenopsis</i> <i>Linognathus vituli</i>	Linognathidae Linognathidae Linognathidae

## Malófagos

De las 15 colectas de malófagos en ganado ovino, 9 correspondieron a *B. ovis* (Figura 1) y 6 a *B. caprae* (Figura 2). La primera especie solamente se encontró en su hospedero natural, los ovinos, no sucedió lo mismo con la segunda. Price *et al.* (S.F.) indican que a *B. ovis* solamente se le encuentra en ganado lanar, en el cual es muy común y ampliamente distribuido, pasa su vida entera sobre su hospedero y lo deja solamente para transferirse a otro mediante el contacto. Hoffman (1961) indica su distribución en todo México.



**Figura 1.** Piojo masticador del borrego  
*Bovicola ovis*.



**Figura 2.** Piojo masticador de la cabra  
*Bovicola caprae*.

Del total de las 9 colectas de *B. ovis*, 4 correspondieron a Buenavista, Coah. (44.4%), 3 a Saltillo, Coah. (33.3%) y 2 a La Angostura, Coah. (22.2%). La única asociación que se encontró de *B. ovis* con otro piojo, fue con *Linognathus africanus*, del ganado caprino (ver Cuadro 6).

De un total de 69 colectas de *B. caprae*, en diferentes animales domésticos, solamente 6 correspondieron a ovinos, lo que representa sólo un 7.7% en el rango de especificidad de este parásito, en relación al hospedero (Cuadro 3). De estas 6 colectas, 4 fueron en Buenavista, Coah., lo que representa un 5.1% del total de 79 colectas, una en Saltillo y otra en La Angostura, Coah., respectivamente, lo que da un 1.3% del total.

**Cuadro 3. Porcentaje del piojo de la cabra *Bovicola caprae* en diferentes hospederos, en la zona de influencia de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 1985.**

Caprino	84.8	asociado en 17 muestras
Ovino	7.7	
Gallina	3.8	
Perro	2.5	
Guajolote	1.3	asociado en 1 muestra
21.5% de muestras en asociación		

El número de colectas, o muestras en asociación de *B. caprae* con otras especies de piojos, fue de 20, de las cuales 17 fueron sobre ganado caprino, 14 relacionadas con *L. africanus*, y 3 con *L. stenopsis* (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Asociación del piojo de la cabra *Bovicola caprae*, con otras especies de piojos encontrados en la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 1985.**

Asociado con:	No. de muestras en asociación	%	hospedero
<i>L. africanus</i>	16	80	caprino (14) guajolote (1) gallina (1)
<i>L. stenopsis</i>	3	15	caprino (3)
<i>M. stramineus</i>	1	5	gallina
	20		

De las 69 colectas de malófagos en caprinos, 67 correspondieron a *B. caprae*, una a *Heterodoxus spiniger* y una a *B. bovis*. De la primera especie, *B. caprae*, de un total de 79 colectas sobre diferentes hospederos, 67 corresponden a caprinos, lo que representa un 85<sup>o</sup>/o; para ovinos sólo el 7.7<sup>o</sup>/o, como ya se mencionó anteriormente; para aves un 5.1<sup>o</sup>/o; y para perros un 2.5<sup>o</sup>/o (Cuadro 3). Es de suponer que esta especie puede pasar fácilmente de un animal a otro, aunque el rango de especificidad de este parásito, en relación al ganado caprino, es alto (84.8<sup>o</sup>/o). Hoffmann (1961) indica su distribución en todo México. Las principales localidades donde se colectó *B. caprae* en ganado caprino fueron: Buenavista, Coah. con 39 colectas (11.4<sup>o</sup>/o), y Arteaga, Coah. 5 colectas (6.3<sup>o</sup>/o). La asociación de *B. caprae* con otras especies de piojos sobre el mismo hospedero, se indica en el Cuadro 4.

*B. bovis* se considera específico de los bovinos, aunque se colectó una muestra en caprinos, posiblemente debido al manejo de pastoreo que se desarrolla en la región, en que se mezclan diferentes tipos de ganado y se presenta un contagio accidental.

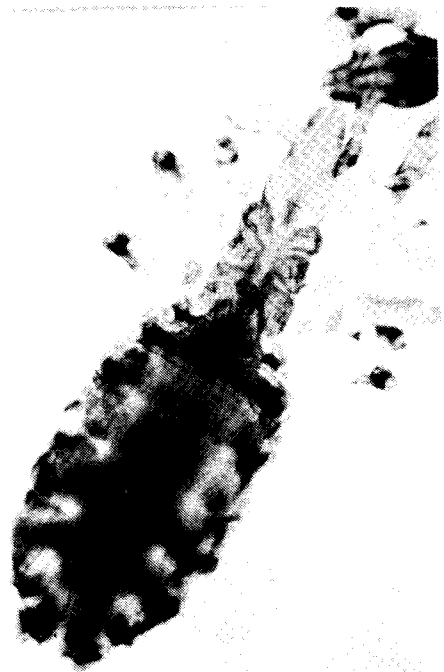
*H. spiniger* se le ha reportado como un parásito de lobos y coyotes de Norteamérica (James and Harwood, 1969) pero, en la región se le ha colectado frecuentemente en perros de rancherías; por lo tanto, no es de dudar el contagio por contacto de éstos con los caprinos, ya que de un total de 19 muestras de *H. spiniger*, en diferentes animales domésticos, solamente una fue positiva en caprinos, lo que representa un 5.3<sup>o</sup>/o en el rango de especificidad de este parásito, con relación a este hospedero. Las colectas de estas últimas especies de piojos corresponden a Buenavista, Coah.

### Anopluros

Por lo que respecta a las colectas de anopluros en ovinos, en la única muestra, la especie presente fue el piojo del marrano (*Haematopinus suis*), especie que, por sus fuertes garras, puede adherirse a un ovino por accidente, ya que del número colectado de este ectoparásito, el 99.4<sup>o</sup>/o correspondió a su hospedero natural y el 0.6<sup>o</sup>/o, que representa una colecta, fue en ovino, esta colecta se realizó en Saltillo, Coah. De las 72 colectas de anopluros en caprinos, 61 corresponden a *Linognathus africanus* (Figura 3), 10 a *Linognathus stenopsis* (Figura 4), y una a *Linognathus vituli*.

De un total de 65 colectas de *L. africanus*, sobre diferentes animales domésticos, sólo 61 fueron en caprinos (93.9<sup>o</sup>/o), 2 en bovinos (3.1<sup>o</sup>/o), una en perro (1.5<sup>o</sup>/o) y una en guajolote (1.5<sup>o</sup>/o) (Cuadro 5), esto indica un alto rango de especificidad de este parásito con los caprinos. Price *et al.* (S.F.) indican que este parásito está ampliamente distribuido en el vecino Estado de

**Figura 3. Piojo chupador de la cabra**  
*Linognathus africanus.*



**Figura 4. Piojo chupador de la cabra**  
*Linognathus stenopsis.*

**Cuadro 5. Porcentaje del piojo de la cabra *Linognathus africanus* en diferentes hospederos en la zona de influencia inmediata de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. 1985.**

Caprinos	93.8%	asociado en 15 muestras
Bovinos	3.1%	
Perro	1.5%	
Guajolote	1.5%	asociado en 1 muestra

24.6% de las muestras asociadas

Texas, de los Estados Unidos de América. De las 61 colectas, 34 corresponden a Buenavista, Coah. (52.3%), 3 a La Angostura, Coah. (4.6%), 2 a Carneros, Coah. (3.1%), 2 a Arteaga, Coah. (3.1%), el 36.9% restante, corresponde a 20 diferentes localidades. *L. africanus* se encuentra muy asociado con otras especies de piojos, principalmente a *B. caprae*, ya que se encontró asociado en 12 colectas en caprinos y una en guajolote; es de suponer que en este último hospedero sucedió un contagio accidental. Otros piojos en que se le ha encontrado en asociación son: *L. stenopsis*, *L. vituli*, *B. bovis*, *Menacanthus stramineus* (Cuadro 6), este último piojo es característico de las aves de corral.

**Cuadro 6. Asociación del piojo de la cabra *Linognathus africanus* con otras especies de piojos encontrados en la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 1985.**

Asociado con:	No. de muestras en asociación	%	Hospederos
<i>B. caprae</i>	13	68.4	caprino (2), guajolote (1)
<i>L. stenopsis</i>	3	15.8	caprino
<i>B. ovis</i>	1	5.2	"
<i>L. vituli</i>	1	5.2	"
<i>M. stramineus</i>	1	5.2	guajolote
	19		

De un total de 11 colectas de *L. stenopsis*, en diferentes animales domésticos, 10 correspondieron a caprinos (90.9%) y una en perro (9.1%), (Cuadro 7). Esto indica un alto rango de especificidad del parásito con el ganado caprino, aunque su abundancia es baja en esta zona. De las 11 colectas, 7 corresponden a Buenavista, Coah. (63.6%), las otras 4 colectas (36.4%), corresponden a otras localidades. *L. stenopsis*, se le encontró asociado en 3 muestras con *L. africanus* y en otras 3 con *B. caprae*, todas éstas, siempre en caprinos, (Cuadro 8).

**Cuadro 7. Porcentaje del piojo de la cabra *Linognathus stenopsis* en diferentes hospederos en la zona de influencia de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 1985.**

Caprino	90.9%	asociado en 4 muestras
Perro	9.1%	
		36.4% muestras en asociación

**Cuadro 8. Asociación del piojo de la cabra *Linognathus stenopsis*, con otras especies de piojos encontrados en la zona de influencia de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 1985.**

Asociado con:	No. de muestras en asociación	%	Hospedero
<i>L. africanus</i>	3	50	caprino (3)
<i>B. caprae</i>	3	50	caprino (3)

De un total de 22 colectas de *L. vituli* en diferentes animales domésticos, solamente una de éstas correspondió a caprinos (4.5%), el resto a bovinos (95.5%), aunque no es muy abundante esta especie de piojo en la zona, indica un alto rango de especificidad en ganado bovino (Cuadro 9), y es accidental el contagio en caprino. La colecta se realizó en Buenavista, Coah. La asociación de *L. vituli* con otras especies de piojos, fue únicamente con *L. africanus*, en una sola colecta, y ésta se realizó en caprinos (Cuadro 10).

**Cuadro 9. Porcentaje del piojo nariz larga del ganado (*Linognathus vituli*) en diferentes hospederos en la zona de influencia de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 1985.**

Bovino	95.5%	
Caprino	4.5%	asociado en 1 muestra

4.5% de muestras en asociación

**Cuadro 10. Asociación del piojo nariz larga del ganado *Linognathus vituli*, con otras especies de piojos encontrados en la zona de influencia de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 1985.**

Asociado con:	No. de muestras en asociación	%	Hospedero
<i>L. africanus</i>	1	100	caprino

## CONCLUSIONES

1. Los malófagos más importantes en ganado ovino y caprino fueron: *Bovicola ovis* y *Bovicola caprae*. El primero de éstos, se presenta en ovinos y caprinos; en este último presenta altas poblaciones y se encuentra asociado frecuentemente con *L. africanus*.

2. Los anopluros más importantes fueron: *Linognathus africanus* y *Linognathus stenopsis*. El primero se presenta únicamente en caprinos en muy altas densidades, y se halla asociado principalmente con *B. caprae*. Por último, *L. stenopsis* también se presenta únicamente en caprinos, y se encuentra asociada, en bajas cantidades, con *B. caprae* y *L. africanus*.

## BIBLIOGRAFIA

- Bay, D.E. and R.W. Meola, S.F. Entomology 208 U.S. Department of Health Education and Welfare Publications. Texas Agricultural Extension Service Publications: 251 pp.
- Emerson, K.C. and R.D. Price. 1981. A Host-parasite list of the Mallophaga on mammals. Miscellaneous Publication. Entomology Society of America. 12(1):72.
- Hoffman, A. 1961. Artrópodos mexicanos de interés médico y veterinario. México, D.F. Ed. Productos DDT, S.A. 63 pp.
- James, M.T. and R.F. Harwood. 1969. Herm's medical entomology. 6th ed. New York. Mc Millan Publishing. V.O. 484 pp.
- Lozoya, S.A. y E. Guerrero. 1984. Piojos. Contribución al estudio morfológico de los piojos de los animales domésticos de la región de Saltillo, Coahuila. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Folleto de Divulgación. Vol. 1, No. 3, 35 pp.
- Price, M.A.; W.H. Newton and P.J. Hamman. S.F. External parasites of Texas sheep and goats. Texas A & M. University. Texas Agricultural Extension Service. 10 pp.

## RECONOCIMIENTO

A mi esposa, **Biol. María Esther Alcalá de Lozoya (+)**, tú que diste todo por mí, abnegación, sacrificio y hasta tu vida, para comprender el gran potencial de amor que todos llevamos internamente. En gloria estés.

## TABLA DE VIDA DE LA NUEZ PECANERA

Oswaldo García Martínez<sup>1</sup>  
Edgar Espinoza Razo<sup>2</sup>  
Luis A. Aguirre Uribe<sup>3</sup>

### RESUMEN

En Buenavista, Coah., durante 1982, mediante la utilización de una tabla de vida, se determinaron 12 factores que causaron daño a las nueces en su desarrollo, así como el potencial de muerte o valor K para cada uno de ellos; estos factores fueron: 6 especies de insectos, 2 enfermedades, 2 factores fisiológicos y 2 de tipo humano. Los insectos plaga registrados fueron: el barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella*, barrenador del ruezno *Laspeyresia caryana*, hemípteros de la Familia Miridae, anillador de las ramitas *Oncideres cingulata*, chinche verde, *Nezara viridula* y los homópteros *Monellia costalis* y *Clastoptera* sp. Las enfermedades fueron: la roña *Fusicladium effusum* y el mildew polvoriento *Mycosphaerella ulmi*. Los factores fisiológicos estuvieron representados por falta de polinización y aborto del embrión. En cuanto a daños humanos, se consignaron la poda, mal manejo de racimos, y nueces cosechadas por personas ajenas al estudio.

El principal factor de mortalidad fue la falta de polinización ( $\kappa = 0.169$ ), y le siguió en importancia la pérdida de frutos por robo ( $k = 0.119$ ). En cuanto a insectos plaga, el más importante fue el barrenador de la nuez ( $k = 0.117$ ), seguido por el barrenador del ruezno ( $k = 0.057$ ), chinches

---

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

Miridae ( $k = 0.006$ ), anillador de las ramitas ( $k = 0.005$ ), chinche verde ( $k = 0.005$ ) y homópteros ( $k = 0.003$ ), respectivamente.

## INTRODUCCION

La tabla de vida ha sido usada ampliamente por demógrafos y ecólogos en el mundo, enfatizando más, los últimos, en estudios de dinámica de población de animales que de vegetales. En lo que respecta a México, este tipo de procedimientos han sido poco utilizados.

Dado que la tabla de vida es un formato desarrollado para describir factores de mortalidad en poblaciones, representa, intrínsecamente, una manera potencial de evaluar causas de pérdidas de cosechas, siempre y cuando se ajuste la técnica a estos propósitos. La posibilidad anterior motivó la realización del estudio, pues se tendría una útil herramienta que podría ayudar a reconocer y precisar, cuándo y qué factores, sean éstos bióticos o abióticos, se deben considerar y manejar prioritariamente, para disminuir pérdidas.

El presente trabajo realizado en la huerta nogalera de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante 1982, se enmarca en la utilización de una tabla de vida para la nuez pecanera, fruto del nogal *Carya illinoensis*, el cual, en Coahuila, es económicamente importante, y atacado por varias plagas y enfermedades que merman su producción. Para esta drupa, además, se han determinado claramente las etapas de su desarrollo fenológico, mismas que se han considerado como "edades" para propósitos del estudio.

El objetivo del trabajo, consistió en determinar los factores de mortalidad relacionados al desarrollo fenológico de la nuez, mediante el uso de una tabla de vida.

## REVISION DE LITERATURA

Duarte (1967) consignó que el nogal pecanero *Carya illinoensis* es nativo de América del Norte, específicamente del Sureste de los Estados Unidos de Norteamérica y Noreste de México y un trabajo de la SARH (1978) menciona que México figura como segundo productor de nuez en el mundo, y que los Estados de: Coahuila, Nuevo León, Chihuahua, Sonora, Jalisco, San Luis Potosí y Durango, son los que cuentan con mayor superficie de nogales mejorados y criollos, los cuales suman un total de 48 000 ha. Un reporte del INIA (1980), señala que respecto a Coahuila, los municipios de: Zaragoza, Allende, Saltillo, Buenaventura y Parras, son los máximos productores de nuez, con una superficie total cosechada de 8 000 ha, de las cuales 6 000 corresponden a variedades mejoradas y 2 000 a criollas.

El fruto del nogal, está clasificado como una drupa, y Crocker (1982), señala que su producción puede estar limitada por varios factores como: fertilización inadecuada, rosetado (deficiencia de Zn), enfermedades, insectos, exceso o falta de agua, pastoreo permanente, sobrepoblación de árboles, suelo inadecuado para el desarrollo radicular, y factores climáticos. Respecto a problemas parasitológicos, Harris (1983) indica que el complejo potencial de plagas incluye: artrópodos, patógenos, nemátodos, mamíferos y malezas, los cuales pueden afectar adversamente las raíces, troncos, ramas, follaje y nueces. Las plagas, en general, se presentan en poblaciones variables en cada localidad y área. Diferentes problemas parasitológicos han sido consignados por un sinnúmero de autores, entre otros: Brison (1976), Mc Whorter *et al.* (1977), Rosberg *et al.* (1977), Tedders (1977), Caldewell y Schuder (1979), Cutler y Harris (1979), Payne *et al.* (1979), Harris (1980) y Johnson (1983).

En otro orden de ideas, y respecto a tabla de vida, Rabinovich (1980) señala que la importancia y valor de la misma, es que expresa la mortalidad de una población en términos de edad de los individuos que la componen y permite la estimación de parámetros poblacionales.

Morris (1959) recomendó que las tablas de vida deben ser realizadas simultáneamente en diferentes medios ambientales, para poder observar cómo las densidades de población varían en lugar y tiempo. Varley *et al.* (1974) asentaron que la mortalidad puede ser expresada numéricamente o como porcentaje de supervivencia o mortalidad, aunque es más conveniente expresarla como "valor K", el cual es una medida de la capacidad de muerte, de un factor particular de mortalidad en una escala logarítmica. Southwood (1978) manifestó que, en la actualidad, las tablas de vida son muy utilizadas para determinar la expectativa de vida ( $e_x$ ) para una edad dada, y es un parámetro esencial en la tabla de vida para humanos.

Muchos investigadores han desarrollado tablas de vida para diferentes organismos, entre otros, Doult (1954) estudió a *Parlatoria oleae*, Lloyd (1968) acentuó en *Tribolium castaneum*, y Kemp y Keith (1970) estudiaron poblaciones de ardillas rojas.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en la huerta El Bajío, localizada en el Campus de la Universidad. Las observaciones se iniciaron en febrero de 1982, y finalizaron en octubre del mismo año.

La huerta mencionada tenía 18 ha con 990 árboles, de los cuales: 495 eran de 14 años, 99 de 13, 297 de 12, y 99 de 11, respectivamente, con las

variedades: Western (50<sup>o</sup>/o), Whichita (25<sup>o</sup>/o), Mahan (15<sup>o</sup>/o), Barton (5<sup>o</sup>/o), y algunas otras en menor proporción, además de 30 árboles criollos; la plantación tuvo una disposición de marco real a una distancia de 10, 12 y 15 m, de acuerdo con la disposición de las terrazas en el terreno; las mayores distancias estaban en el lado norte de la huerta, la cual contaba con canales para administrar riegos de auxilio. Se realizaron 2 aplicaciones de insecticidas el día 11 de mayo y el 26 de julio respectivamente, y podas los días 21 y 31 de julio.

Primeramente se seleccionaron 30 árboles de los más uniformes en cuanto a desarrollo, considerando los más grandes y vigorosos del promedio; éstos se marcaron con números del 0 al 30, pero, debido al retardo en la brotación, algunos se desecharon, y fueron sustituidos por otros más homogéneos en fructificación y desarrollo. Posteriormente, al inicio de la floración, se definieron los 20 árboles con mejor fructificación y se escogieron, al azar, 20 racimos por árbol, los cuales se etiquetaron procurando que se encontraran distribuidos en los 4 puntos cardinales; los racimos ubicados al norte dominaron en cantidad, debido a que la floración se presentó más pronto y con un mayor número de racimos que en el resto de los flancos de los árboles. Los racimos muestreados tenían en promedio 5 nuececillas, las cuales se numeraron de 000 a 399 para facilitar su reconocimiento; es decir, se trabajó con 400 racimos.

Las visitas a la huerta se iniciaron el 15 de febrero, fecha aproximada en la cual ocurrió la brotación de los árboles criollos en la región, y se inició la toma de datos a intervalos de 4 ó 5 días, para consignar la presencia de insectos y enfermedades al comienzo del desarrollo de los árboles. A partir del 28 de abril, se procedió a muestrear cada tercer día, de esta manera, se realizaron alrededor de 50 muestreos durante todo el período que comprendió el trabajo. Para registrar la aparición y daño de diferentes factores de mortalidad de nueces, se usaron hojas de campo con un formato previamente establecido, y se utilizó una hoja distinta para cada árbol y para cada muestreo. Las hojas contenían los siguientes datos: árbol, rama, racimo, número de nuez (primera, segunda, tercera y cuarta generación), barrenador del ruzno, miridae, chinche apestosa, homópteros, otros, mancha negra poco, mancha negra medio, mancha negra abundante, roña poco, roña mucho, mildew polvoriento, así como otras enfermedades registradas en el transcurso de los muestreos. La toma de estos datos se hizo con el auxilio de una lupa de mano, para advertir oviposiciones, presencia y daño de plagas, así como enfermedades; se observó cuidadosamente cada nuez, de cada racimo en cada muestreo, al igual que las ramitas y el follaje de los árboles en general.

Los muestreos periódicos, realizados a lo largo de todo el estudio, fueron iniciados con un total de 1 778 nuececillas (cohort real), y finalizaron

con 425 nueces sanas, las cuales fueron cosechadas el 15 de octubre, aun cuando en su mayoría no estaban totalmente maduras, para evitar que personas ajenas al estudio las cosecharan, como ocurrió en 260 nueces.

Para el análisis de los datos se utilizó la escala fitométrica fenológica, desarrollada por Harris (1980), así como los procedimientos de tablas de vida consignados por Rabinovich (1980), Southwood (1978) y Varley *et al.* (1974).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La cohort real, al inicio del estudio, consistió de 1 778 florecillas femeninas (para efectos prácticos se les llamará nueces), que fueron la base para el desarrollo de la tabla de vida. En el Cuadro 1 se observan los factores de mortalidad que ocasionaron pérdidas de nueces, los cuales estuvieron representados por insectos plaga, enfermedades, factores fisiológicos y daños humanos. Los factores señalados, que se especifican en el Cuadro 1, se definieron por las columnas correspondientes, lo cual permite observar pérdidas en tiempo, número y porcentaje. Así mismo, para cada estado fenológico (edad) se detallan las cohorts correspondientes. De las 1 778 nuececillas iniciales, sólo se cosecharon 425, lo que indica una pérdida total de 76%.

Respecto a pérdidas de nuez por factor de mortalidad, se tiene que éstos fueron 12, de los cuales algunos actuaron sobre varios estados fenológicos. El total de pérdidas registradas por cada factor, al igual que su porcentaje, se muestra en el Cuadro 2 por orden de importancia relativa. Puede advertirse que la falta de polinización y fertilización "otros" y el barrenador de la nuez, fueron los factores de mortalidad más sobresalientes. Para complementar lo anterior, en la Figura 1 se consignan las pérdidas de nueces a través de la estación, en la que se puede apreciar, de una manera general, que el daño a nueces fue constante desde la polinización y fertilización, hasta la madurez.

### Estudio Económico

La huerta estudiada produjo en 1983, según el Cuadro 3, 6.1 toneladas de nuez, con una producción, por árbol, de 6.2 kg. Ahora bien, utilizando las estimaciones de Parks *et al.* (1983) para producción por árbol en óptimas condiciones, como se muestra en el Cuadro 4, la huerta pudo potencialmente producir 26 toneladas, con un rendimiento promedio, por árbol, de 26.3 kg.

El Cuadro 5 compara la producción potencial y real. La comparación aludida muestra una diferencia de producción de 19.9 ton que no se cosecha-

Cuadro 1. Tabla de vida para los frutos del nogal *Carya illinoensis* en el área de Buenavista, Saltillo, Coah. 1982.

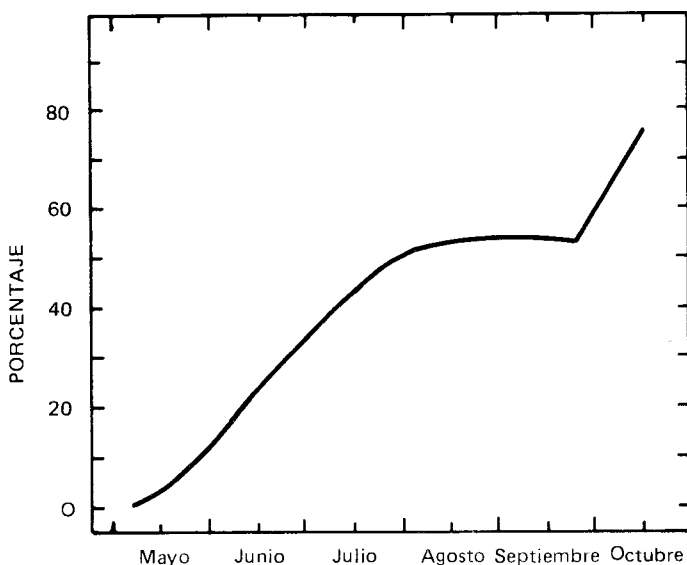
Cohort real por estados fenológicos de la nuez	Factores de mortalidad										Nueces sanas al siguiente estado de pérdida acumulada	Nueces perdidas por estado fenológico/O de pérdida por edades				
	Insectos					Enfermedades							Factores fisiológicos		Daños humanos	
	Barrenador de la nuez <sup>1</sup> N/O	Barrenador del ruzno <sup>2</sup> N/O	Miridae <sup>3</sup> N/O	Anillador de ramitas <sup>4</sup> N/O	Chinche verde <sup>5</sup> N/O	Homop-teros <sup>6</sup> N/O	Roña <sup>7</sup> N/O	Mildew pol-voriento <sup>8</sup> N/O	Falta de polinización y fert. <sup>9</sup> N/O	Aborto del embrión <sup>10</sup> N/O			Mecani-cos <sup>11</sup> N/O	Otros <sup>12</sup> N/O		
Poliniza-ción y ferti-lización 1778	1 0.05	—	5 0.28	—	—	—	—	—	64 3.59	—	—	5 0.28	—	1703 4.21	75 4.21	
Desarrollo inicial de la nuez 1703	120 7.04	—	1 0.05	5 0.29	5 0.29	1 0.05	—	—	376 22.07	—	—	16 0.93	—	1179 33.68	524 29.47	
Estado acuoso 1179	100 8.48	—	—	—	—	2 0.16	2 0.16	2 0.16	133 11.28	—	—	95 8.05	—	845 52.47	334 18.78	
Estado gela-tinoso 845	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23 2.72	822 53.76	23 1.29	
Estado ma-oso 822	1 0.12	23 2.79	—	—	—	—	20 2.43	38 4.62	—	—	—	—	—	740 58.38	82 4.61	
Madurez 740	—	47 6.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	425 76.09	315 17.71	

1 *Acrobasis nuxvorella* (Lepidoptera:Pyralidae) 7 *Fusicladium effusum*  
 2 *Laspeyresia caryana* (Lepidoptera: Tortricidae) 8 *Mycosphaella ulmi*  
 3 Hemiptera: Miridae 11 Varios factores:  
 - Poda  
 - Mal manejo (manipulación de racimos)  
 - Granizo  
 4 *Oncideres cingulata* (Coleoptera: Cerambycidae)  
 5 *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae)  
 6 *Monella costalis* (Homoptera: Aphididae)  
*Clastoptera* sp (Homoptera: Cercopidae) 12 Nueces perdidas por la colecta de personas ajenas al estudio.

**Cuadro 2. Pérdida de nuez ocasionada por diferentes agentes de mortalidad y su porcentaje en base a la cohort inicial**

**Cohort inicial = 1 778 nuececillas**

Agente de mortalidad	Nueces perdidas	Porcentaje
1. Falta de polinización y fertilización	573	32.22
2. Otros	268	5.07
3. Barrenador de la nuez <i>Acrobasis nuxvorella</i>	222	12.48
4. Daño mecánico		
Poda	70	
Mal manejo (manipulación)	43	
Granizo	3	
	116	6.52
5. Barrenador del ruezno <i>Laspeyresia caryana</i>	70	3.93
6. Mildew polvoriento <i>Mycosphaerela ulmi</i>	40	2.24
7. Aborto del embrión	23	1.29
8. Roña <i>Fusicladium effusum</i>	22	1.23
9. Miridae	6	0.33
10. Anillador de ramitas <i>Oncideres cingulata</i>	5	0.28
11. Chinche verde <i>Nezara viridula</i>	5	0.28
12. Homoptera		
<i>Monellia costalis</i>	1	
<i>Clastoptera</i> sp	2	
	3	0.16
Total	1353	76.06



**Figura 1. Porcentaje de pérdida de nuez a través del ciclo de cultivo en el área de Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1982.**

**Cuadro 3. Estudio económico en condiciones reales de la huerta El Bajío, en el área de Buenavista, Saltillo, Coah. 1982.**

Producción/árbol	6.2 kg
Arboles/hectárea (promedio)	55
Arboles/18 hectáreas	990
Producción/18 hectáreas	6.1 ton
Precio/kilogramo	\$ 200.00
Precio/6.1 toneladas	1.2 millones de pesos
Relación inversión-remuneración	1:1.5
Gastos de manejo	0.83 millones de pesos
Ganancia	0.41 millones de pesos

**Cuadro 4. Producción potencial de la huerta El Bajío, en el área de Buenavista, Saltillo, Coah. 1982.**

**Total de árboles: 990**

O/o de árboles por edades	Edad árboles (años)	No. árboles por edad	Prod/árbol estimada (kg) <sup>1</sup>	Prod. total (toneladas)
50	14	495	31.2	15.4
10	13	99	27.2	2.6
30	12	297	23.1	6.8
10	11	99	19.5	1.3
				<u>26.1</u>

<sup>1</sup> Estimaciones de Parks *et al.* (1983), para árboles en óptimas condiciones en Texas, USA.

**Cuadro 5. Comparación del estudio económico teórico potencial y real, de la huerta El Bajío, en el área de Buenavista, Saltillo, Coah. 1982.**

Aspecto	Potencial	Real	Diferencia
Toneladas cosechadas 18 hectáreas	26 ton	6.1 ton	19.9 ton
Producción millones	5.2	1.2	4
Gastos de mantenimiento millones	1.04	0.38	0.66
Relación inversión -remuneración	1:5	1:1.5	1:3.5

ron, lo cual evidencia la importancia que tuvieron los factores de mortalidad, en la reducción de la producción de nuez y que se tradujo en una pérdida económica de aproximadamente 4 millones de pesos. En el Cuadro 6 se desglosan pérdidas económicas por factor, y se consideran los porcentajes correspondientes señalados en el Cuadro 2.

La información del Cuadro 6, muestra la importancia que tiene la tabla de vida ajustada, como en este caso, ya que permitió detectar factores de pérdida y precisar el valor de las mismas, la época en que se presentaron, y el daño económico real que infringieron.

**Cuadro 6. Estimaciones de la pérdida económica originada por cada factor de mortalidad, presente en la huerta El Bajío, en el área de Buenavista, Saltillo, Coah. 1982.**

Factor de mortalidad	Pérdida estimada en pesos
Falta de polinización y fertilización	1 694 451.00
Otros	792 532.00
Barrenador de la nuez <i>A. nuxvorella</i>	656 324.00
Daño mecánico	342 887.00
Barrenador del ruezno <i>L. caryana</i>	206 678.00
Mildew polvoriento <i>M. ulmi</i>	117 801.00
Aborto del embrión	67 481.00
Roña <i>F. effusum</i>	64 684.00
Miridae	17 354.00
Anillador de ramitas <i>O. cingulata</i>	14 725.00
Chinche verde <i>N. viridula</i>	14 725.00
Homópteros	8 414.00
Total	3 998 057.00

#### Mortalidad y supervivencia en términos de K

Varley *et al.* (1974) mencionaron una manera sencilla por la cual, mortalidad y supervivencia pueden ser expresados; en base a sus planteamientos, se estructura el Cuadro 7 que muestra la mortalidad de las nueces. Los efectos de los factores de mortalidad se pueden expresar logarítmicamente como poder de muerte o valor k, el cual es la diferencia entre los logaritmos de las poblaciones antes y después de los actos (factores) de mortalidad. Así, por ejemplo, en el Cuadro 7, cuando la población de nuececillas (flores) observadas ( $\log. FO = 3.2$ ) cambia a una población en polinización fertilización

**Cuadro 7. Tabla de vida de la nuez por el método logarítmico que muestra el valor k para cada estado fenológico, en Buenavista, Saltillo, Coah. 1982.**

	Flores observadas		Poli. y ferti.		Desa. inicial nuez		Estado acuoso gelatinoso		Estado maduro masoso		l <sub>min</sub>
	FO	Pf	Pf	Pf	Di	Ea	Eg	Eg	Ma	Ma	
1. Población	1778	1703	1179	845	822	740	425				
2. No. de nueces muertas en el intervalo	75	524	334	23	82	315	1353				
3. %o de mortalidad	4.2	29.4	18.7	1.2	4.6	17.7	78.8%				
4. %o de mortalidad sucesiva	4.2	30.7	28.3	2.7	9.9	42.5					
5. %o de supervivencia sucesiva	95.8	69.3	71.7	97.3	90.1	57.5					
6. Fracción de supervivientes	0.9	x	0.6	x	0.7	x	0.9	x	0.5	Producto = 0.15	
7. Logaritmo poblacional	3.2	3.2	3.0	2.9	2.9	2.8	2.6				
8. Valor k	0.0	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.0	+ 0.1	+ 0.2	Suma-K = 0.6				

(log.  $pf = 3.2$ ), el valor  $k$  de los valores de mortalidad involucrados fue de  $3.2 - 3.2 = 0.0$ , y así sucesivamente para el resto de los factores de mortalidad que se presentaron durante el desarrollo de los frutos. Este modo de expresión de actos de mortalidad, según lo expresado por Varley *et al.* (1974), tiene la ventaja de que los valores  $k$ , determinados para cada edad, pueden ser sumados en secuencia para obtener el valor total  $K$ , que para este caso fue de 0.6, mismo que representa la capacidad de mortalidad que tuvieron los diferentes factores que causaron pérdidas de nueces en Buenavista, Coah., durante 1982.

En el Cuadro 8 se presenta la importancia, en términos de  $k$ , que tuvo cada uno de los diferentes factores que ocasionaron pérdida de frutos; correspondió a falta de polinización y fertilización, el mayor valor ( $k = 0.169$ ), lo que muestra que fue la causa de mayor pérdida de nueces, seguido por el factor "otros" ( $k = 0.119$ ). Así mismo, la plaga más importante fue *A. nuxvorella* ( $k = 0.117$ ).

El valor  $K$  es importante para propósitos de manejo práctico de cultivos, ya que si cada año se determinara éste, se estaría en posibilidades de trazar una dinámica de mortalidad con valores  $K$ , y se tendría una conciencia más precisa de los factores que directamente influyen en dicha dinámica, con lo cual se buscaría la manera de actuar sobre ellos para minimizarlos y evitar pérdidas.

Las pérdidas por deficiencia en polinización y fertilización se debieron, entre otras causas posibles, al fenómeno de dicogamia que caracteriza al nogal, deficiente orientación de la huerta, y mala distribución de árboles en la misma. Los factores "otros" y daño mecánico, pudieron ser evitados con vigilancia y manejo adecuado de la huerta. La pérdida de nueces por insectos plaga y enfermedades, puede ser minimizada significativamente con aplicaciones adecuadas y oportunas de insecticidas y fungicidas.

## CONCLUSIONES

1. La tabla de vida puede ser una técnica útil para evaluar, con mayor confianza, factores causantes de pérdida de cosechas, delimitando, además, cuándo actúan éstos y cuánto daño económico originan, a condición de ajustar la metodología a situaciones específicas.
2. Expresar pérdidas de cosechas en términos de  $K$ , puede ser útil en el manejo práctico de cultivos, ya que si cada año se determinara éste, se estaría en posibilidades de trazar una dinámica de mortalidad, en la que se basarían criterios más sólidos para actuar sobre ellos, minimizarlos, y evitar pérdidas.

**Cuadro 8. Tabla de vida de la nuez por el método logarítmico por factor de mortalidad, en el área de buena-  
vista, Saltillo, Coah. Ciclo 1982.**

Factor de mortalidad	Fración observada de muertas (dañadas)	% de muertas (dañadas)	Fración de vivas (sanas)	No. de muertas (dañadas)	No. de vivas (sanas)	Valor k	Log. vivas (sanas)
No. inicial de florecillas				1778	3.249		
Falta de polinización y fertilización	573/1778	32.2	0.677	573	1205	0.169	3.080
Otros	268/1778	15.0	0.777	268	937	0.119	2.971
Barrenador de la nuez <i>A. nuxvorella</i>	222/1778	12.4	0.763	222	715	0.117	2.854
Daño mecánico	116/1778	6.5	0.837	116	599	0.077	2.777
Barrenador del ruezno <i>L. caryana</i>	70/1778	3.9	0.883	70	529	0.054	2.723
Mildew polvoriento <i>M. ulmi</i>	40/1778	2.2	0.924	40	489	0.034	2.689
Aborto del embrión	23/1778	1.2	0.952	23	466	0.021	2.668
Roña <i>F. effusum</i>	22/1778	1.2	0.952	22	444	0.021	2.647
Miridae	6/1778	0.3	0.986	6	438	0.006	2.641
Anillador de ramitas <i>O. cingulata</i>	5/1778	0.2	0.988	5	433	0.005	2.636
Chinche verde <i>N. viridula</i>	5/1778	0.2	0.988	5	428	0.005	2.631
Homópteros	3/1778	0.1	0.992	3	425	0.003	2.628

3. El valor K determinado para el fruto del nogal en 1982, en la huerta estudiada, fue de 0.6, el cual significó una pérdida de 76% causada por 12; los estados fisiológicos de la nuez más afectados fueron: polinización y fertilización, y estado masoso, con un valor k de 0.2 respectivamente, el menos dañado fue el estado acuoso ( $k = 0.0$ ).

## BIBLIOGRAFIA

- Brison, F.R. 1976. Cultivo del nogal pecanero. México. CONAFRUT. 256 pp.
- Caldewell, D.L. and D.L. Schuder. 1979. The life history and description of *Phylloxera caryaecaulis* on shagbark hickory, Ann. Entomol. Soc. Amer. 72:384-90.
- Cutler, B.L. and M.K. Harris. 1979. Foliage consumption and damage by the walnut caterpillar on pecan in Texas. Jour. Econ. Entomol. 72:315-18.
- Crocker, T.R. 1982. Comercial pecan production in Georgia. Georgia, St. University. College of Agriculture. Athens. 30 pp.
- Doutt, R.L. 1954. An evaluation of some natural enemies of the olive scale. Jour. Econ. Entomol. 47:39-43.
- Duarte, L.E. 1967. El nogal. Torreón, Coah. México. Banco de Crédito Agrícola, S.A. 35 pp.
- Harris, M.K. 1980. Pecan arthropod autotutorial. Texas A & M University, College Station, Texas. 11 pp.
- , 1983. Integrated pest management of pecan. Ann. Rev. Entomol. 28:291-318.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1980. Guía técnica del nogalero. México. INIA-CIANO. Campo Agrícola Experimental de La Laguna. 132 pp.
- Jhonsosn, J.D. 1983. Pecan diseases. Texas pecan orchard management handbook. Texas A & M University. College Station, Texas. p. 145-52.
- Kemp, G.A. and L.B. Keith. 1970. Dynamics and regulation of red squirrel (*Tamiasciurus hudsonicus*) populations. Ecology. 51(5):763-78.

- Lloyd, M. 1968. Self regulation of adult number by cannibalism in two laboratory strains of flour beetles (*Tribolium castaneum*). Ecology. 49:245-58.
- Mc Whorter, E.M., J.G. Thomas, M.K. Harris and H.M. Van Cleave. 1977. Pecan insects of Texas. Texas Agricultural Extension Service, Texas A & M University, College Station, Texas. 16 pp.
- Morris, R.F. 1959. Single factor analysis in population dynamics. Ecology 40:580-8.
- Parks D., R. Kensing and G.R. Mc Eachern. 1983. Economic factors in pecan orchard establishment, development and management. Texas pecan orchard handbook.
- Payne, J.A., H.L. Malstrom and G.E. Kenight. 1979. Insect pest and diseases on the pecan. U.S. Department of Agriculture. 38 pp.
- Rabinovich, J.E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. México. CECSA. 313 pp.
- Rosberg, D.W., H.W. Van Cleave and J.G. Thomas. 1977. Pecan diseases and insects. Texas, Texas Agricultural Extension Service. Texas A & M University, College Station. Texas. 21 pp.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1978. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. SARH-DGEA. p. 205.
- Southwood, T.R.E. 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Methuen, London. 481 pp.
- Tedders, W.L. 1977. *Trioxis pallidus* and *Trioxis complenatus* as parasites of *Monellia costalis*, *Monelliopsis nigropunctata* and *Tinocallis caryaefoliae*, Ann. Entomol. Soc. Amer. 70(4-6):687-90.
- Varley, C.G., G.R. Gradwell and M.P. Hasell. 1974. Insect population ecology. An analitical approach. University of California Press. Berkeley and Los Angeles. 138 pp.

## PROPIEDADES FISICO QUIMICAS DEL CALOSTRO OBTENIDO A LAS 0, 24, 48 y 72 HORAS POSTPARTUM Y SOMETIDO A 5 PERIODOS DE CONGELACION

Luis Lauro de León González<sup>1</sup>  
Joel Velasco Molina<sup>2</sup>  
Ricardo Silva Cerrón<sup>3</sup>  
Lorenzo Suárez García<sup>4</sup>

### RESUMEN

Este estudio se realizó durante 1974 en el laboratorio de la Pasteurizadora Nazas, Mpio. de Gomez Palacio, Dgo., para lo cual se colectó el calostro de 10 vacas en 2 establos de la Comarca Lagunera. El calostro se obtuvo al ordeñar las vacas a las 0, 24, 48 y 72 horas postpartum. El objetivo fue determinar si la congelación preserva las propiedades físico-químicas del calostro, y ver la variación en la calidad del mismo, durante las primeras 72 horas de ordeño postpartum. El calostro de las 0, 24, 48 y 72 horas postpartum, se analizó a los 0, 15, 30, 45 y 60 días de congelación a una temperatura de  $-14^{\circ}\text{C}$ . Los análisis se efectuaron de acuerdo a como se realizan para la leche en las pasteurizadoras del país (SSA, s.f.) a excepción de la proteína que se analizó en base al método de Kjeldahl.

---

1 M.C. Maestro-Investigador del Depto. de Recursos Naturales Renovables, Div. Ciencia Animal, UAAAN.

2 M.A. Jefe de la carrera de Ing. Agr. Zootecnista, ITESM.

3 MS y 4 M.C. Maestros-Investigadores del Depto. de Producción Animal, Div. Ciencia Animal, UAAAN.

Los análisis se realizaron cada 15 días para: grasa, acidez, densidad, proteína, contenido de bacterias, sólidos totales y sólidos no grasos. En el aspecto estadístico se utilizó un análisis factorial en un diseño completamente al azar.

No se detectó diferencia estadística ( $P < .05$ ) entre los períodos de congelación para ninguno de los parámetros en estudio: grasa, acidez, densidad, proteína, contenido de bacterias, sólidos totales y sólidos no grasos, con lo cual se concluye que la congelación preserva las propiedades físico-químicas del calostro, durante un lapso de tiempo de 60 días. Por el contrario, existió diferencia significativa ( $P > .05$ ) entre los días de ordeña, para los valores de acidez, densidad, proteína, bacterias, sólidos totales y sólidos no grasos. Lo anterior concuerda con la mayoría de los autores consultados, quienes citan que los valores nutritivos del calostro descienden a medida que se transforma en leche normal.

La grasa fue el único parámetro en el que no hubo diferencia significativa entre días de ordeña; esto último también concuerda con la literatura que cita que, los valores para la grasa del calostro son erráticos.

La congelación resulta ser un medio efectivo de preservación del calostro para emplearse en la alimentación de reemplazos del hato lechero, ya que sus nutrimentos se ven ligeramente afectados por dicho medio, además de suponer que preserva la capacidad inmunológica (anticuerpos) del calostro, en virtud de que la proteína, formada por inmunoglobulinas, fue ligeramente afectada por la congelación. La desventaja de la congelación estriba en que se requiere de un congelador, recipientes para almacenar el calostro, y tener que descongelarlo al momento de ser usado.

Se recomienda que al congelar calostro se haga en recipientes de plástico y no de vidrio, ya que éstos tienden a romperse. De igual forma debe suprimirse el uso de las asas de platino para la siembra de bacterias, y emplearse las diluciones de muestras de calostro que son más exactas.

## INTRODUCCION

Actualmente, México se encuentra con un déficit en la producción de leche de vaca para consumo humano. En 1971, la población de vacas productoras de leche se estimó en 6 266 000 animales, con una producción anual de 6 881.1 millones de litros. Asimismo, la demanda nacional fue de 8 244 millones de litros, con lo que se tuvo un déficit de 357.9 millones de litros. Sin embargo, considerando el consumo *per cápita* de 144.9 litros en ese año, para una población de 49 988 329, y las necesidades de la población humana

requerían de un consumo diario de 500 ml, existió un déficit potencial de 2 240.8 millones de litros (Claverán y Vásquez, 1972).

Una de las prácticas más comunes en el manejo de un establo lechero, es dar leche entera durante la etapa predestete de 28-42 días, a becerras de reemplazo, que la coloca en situación competitiva con el consumidor humano e implica un costo considerable durante esta etapa del crecimiento.

Sin embargo, el calostro, primer producto postpartum de una vaca lechera, es una rica fuente de vitaminas A, D y E, e inmunoglobulinas, lo que lo convierte en un excelente alimento, sobre todo por la gran cantidad de anticuerpos que brindan inmunidad pasiva contra enfermedades a los becerros. Desafortunadamente se ve reducido en su utilización a unos 5 días como máximo, en la alimentación de los recién nacidos, los que en este período de tiempo llegan a consumir de 45 a 70 lt; si se considera que una vaca en su período de producción calostrual pueda producir de 90 a 136 lt, queda un excedente sin ninguna utilización.

Han sido examinadas diferentes maneras de preservar el calostro, con la intención de utilizar racionalmente los excedentes; pueden apuntarse la fermentación o acidificación, y la congelación. Por lo tanto, la presente investigación pretendió cumplir el objetivo de analizar el comportamiento de las propiedades físico-químicas del calostro, a través de 5 diferentes períodos de congelación, obtenido a las 0, 24, 48 y 72 horas postpartum. Esto con miras de empleo en la alimentación de crías lecheras. El trabajo se desarrolló en la Pasteurizadora Nazas, Mpio. de Gómez Palacio, Dgo. y en la UAAAN, durante el primer semestre de 1974.

## REVISION DE LITERATURA

### Composición Físico-química del calostro

El calostro es el primer producto secretado postpartum, por la glándula mamaria de la vaca y su producción es de 3 a 6 días; difiere grandemente, en su contenido, a la leche normal en sólidos totales, carotenoides y vitaminas A, D, E. (Blacke, 1974; Crowley, 1973; Herrington, 1948; y Gorril, 1972). Sin embargo, su mayor importancia radica en que es una rica fuente de inmunoglobulinas, que transmiten inmunidad pasiva contra enfermedades al becerro. (Preston y Willis, 1974; Foley *et al.* 1972).

El calostro, durante los primeros 5 días postpartum, contiene de 15 a 18% de sólidos totales, comparado con un 12% de la leche normal; presenta 10 veces más vitamina A, 3 veces más vitamina D y riboflavina, y de 10 a

70 veces más caroteno, que la leche normal (Crowley, 1973a y Mc Donald *et al.* 1969). Por lo que respecta a minerales, el contenido de hierro es de 10 a 17 veces mayor que lo normal, el manganeso 5 veces, y el zinc 4 veces; además, existen elevadas cantidades de calcio, magnesio, fósforo y cloro, mientras que el potasio es bajo (Foley *et al.* 1972; Herrington, 1948; Smith, 1962).

Por lo que respecta a gravedad específica, ésta puede llegar a 1.060 ó más, comparada con 1.032 de la leche y se le atribuye básicamente a su alto contenido de proteína, siendo la más elevada la inmunoglobulina, que en ocasiones se presenta hasta en un 12<sup>o</sup>%, aunque todas estas cantidades decrecen en los ordeños sucesivos. El contenido de grasa es tan variable, que va del 1 al 13<sup>o</sup>%; la lactosa es menor a la cantidad normal, y el pH, que en la leche es 6.6, en el calostro es de 6.0 a 6.6. En cuanto al color, éste es muy amarillo, comparado con la leche normal (Herrington, 1948).

Parrish *et al.* (1950) encontraron que la densidad, los sólidos totales, sólidos no grasos, proteína total y cenizas, decrecieron rápidamente durante las primeras 6 ordeñas postpartum, a excepción de la lactosa que varió en forma inversa. Situación muy similar es la obtenida por Moody *et al.* (1951) en observaciones realizadas durante 3 años al período de lactación transicional calostro-leche, en que durante los primeros 3 ordeños decreció el volumen de sólidos totales. Al ordeñar vacas 14 días antes del parto, Zelinger *et al.* (1973), encontraron que la proteína contenía 60% de inmunoglobulinas 14 días antes del parto, decreciendo rápidamente a 25% el día del parto y a 3.3 % 48 horas postpartum. La caseína se incrementó del 28% de la proteína el 4<sup>o</sup> día prepartum, al 64%, 48 horas después del parto.

### Inmunoglobulinas en el calostro

Los becerros recién nacidos deben recibir el calostro de su madre, ya que éste contiene inmunoglobulinas, que le proporcionará anticuerpos contra enfermedades, además de que al ingerir calostro se previene la septicemia causada por *E. coli*, pero debe darse durante las primeras 24 horas de nacido, de lo contrario, el intestino se vuelve impermeable al paso de los anticuerpos, o son degradados por las enzimas del mismo intestino (De Alba, 1971; Preston y Willis, 1974; Roy, 1961; y Foley *et al.* 1972). Las inmunoglobulinas no son sintetizadas en la ubre; se ha encontrado que cerca del parto, éstas descienden del suero de la vaca; en el calostro también descienden del 1<sup>o</sup> al 4<sup>o</sup> ordeño, de 20 a 4.4% respectivamente (Smith, 1962; Roy, 1972).

De 40 becerras alimentadas con calostro, que fueron infectadas oralmente con *E. coli*, sólo 4 murieron; en contraste con otro grupo que no fue alimentado con calostro y en el que murieron 19 de 24 (Preston y Willis, 1974).

### **El calostro como dieta líquida durante el predestete**

El calostro reviste gran importancia, desde el punto de vista de la nutrición del becerro, durante el período calostrado y de igual forma hasta el momento del destete (28 a 42 días). Roy (1961 y 1972) menciona que el consumo diario de los primeros 4 días varía de 9 a 14 kg, por lo que el calostro sobrante se puede diluir en agua caliente, a razón de 2:1 (calostro-agua) y alimentar a becerros de mayor edad, o guardarse frío y en condiciones higiénicas, ya que de esta manera resiste bien durante 2 ó 3 días.

Kaeser y Sutton (1948) al comparar 2 grupos de becerros, después del tercer día de nacimiento, encontraron que el que fue alimentado con calostro obtuvo ganancias de peso más rápidas, mejor apariencia física, niveles más altos de caroteno y vitamina A en el plasma sanguíneo, que el grupo que se alimentó a base de leche, además de que no se presentaron problemas de diarrea; concluyen los autores que la utilización completa de todo el calostro, para la alimentación de becerros, es importante desde el punto de vista económico, y podría resultar en un ahorro sustancial de leche comercial.

Gaunya *et al.* (1954) efectuaron comparaciones entre leche entera, calostro diluido con agua, y calostro solo, en la alimentación de becerros, y obtuvieron ganancias de peso finales desde el nacimiento a los 35 días de edad, de 18, 19.4 y 24.5 kg, respectivamente.

El calostro es una rica fuente de vitamina A, ya que presenta valores 10 veces superiores a los de la leche normal. Sutton y Kaeser (1946) al extender el período de alimentación de calostro hasta los 7 días, encontraron que los niveles de vitamina A fueron iguales a los alcanzados a los 21 días de edad, por los becerros que recibieron calostro por 3 días, más una cápsula de 10 000 U.I. de vitamina A.

### **Métodos de conservación del calostro**

La mayoría de las vacas producen de 90 a 135 lt de calostro durante los primeros 5 días postpartum, más del que ingiere el becerro, el cual, usado eficientemente, sería suficiente para criarlo por 4 a 6 semanas; la congelación y posterior descongelación para suministrarse, es un método a emplearse (Crowley, 1973a). En vacas muy productoras se aconseja refrigerar, o congelar el calostro, para extender el período de suministro al becerro a 10 días, en lugar de 5 (De Alba, 1971). En muchas explotaciones ganaderas se cuenta con refrigerador eléctrico, o de gas, donde se puede congelar el calostro en bolsas dobles de plástico de un litro, para facilitar su manejo; para suministrarse a los animales no se debe descongelar poniéndolo en un recipiente directamente al fuego, sino que en una tina con agua caliente se vierte el calostro y se agita (Robles y Ortiz, 1974).

Weese *et al.* (1969) al analizar leche fresca y congelada a  $-26^{\circ}\text{C}$  por 7 y 90 días, determinaron que existió diferencia significativa entre las muestras frescas y las congeladas; la grasa y los sólidos totales fueron significativamente afectados por el proceso de congelamiento-descongelamiento, mientras que la grasa, el punto de congelamiento, la lactosa y proteína, fueron afectadas por el congelamiento. En otro estudio similar de congelación de leche, Weese *et al.* (1973) encontraron resultados que concuerdan con el estudio anterior.

Read *et al.* (1969) congelaron muestras de leche bronca a  $-20$ ,  $-78$  y  $-196^{\circ}\text{C}$ , y posteriormente la almacenaron a  $-20^{\circ}\text{C}$  por períodos de 3, 7, 14 y 28 días. Hubo reducción estadísticamente significativa en las medias de cada intervalo de almacenamiento, con todos los métodos de congelación; se utilizó el método de Conteo Estandar de Placa para la determinación bacteriológica.

Snyder *et al.* (1974) trabajaron con 5 regímenes de alimentación de becerros a base de calostro: 1) Fresco; 2) Descongelado; 3) Fermentado; 4) Mezcla de descongelado; y 5) Mezcla de fermentado. Al analizar las muestras de sangre de los becerros, a las 24 y 48 horas, obtuvieron las siguientes cantidades de inmunoglobulinas (g/ml): 24 horas, 0.67, 0.40, 0.24, 0.65 y 0.17; 48 horas, 0.48, 0.45, 0.20, 0.59 y 0.26, respectivamente. Los valores de gamaglobulina fueron consistentemente más bajos en becerros alimentados con calostro fermentado. Por su parte Plog *et al.* (1974) también reportan mejores resultados con calostro descongelado, que con calostro fermentado. Ellos probaron leche entera, calostro fermentado y calostro descongelado, otorgado a becerros hasta los 28 días de edad. Las ganancias promedio de peso diario fueron de 209, 114 y 281 g, para cada tratamiento respectivamente, y hubo una correlación negativa entre ganancias de peso e incidencias de diarrea.

White *et al.* (1974) evaluaron, en becerros y becerras, el calostro fermentado, diluido 1:1 con agua tibia, comparado con un sustituto comercial de leche. A los 40 días de nacidos, las becerras alimentadas con calostro ganaron 5.17 kg y los becerros 10.21 kg, sobre los que recibieron el sustituto; los animales alimentados con calostro fueron tratados 4 veces contra diarreas; aquéllos con sustituto de leche, 16 veces.

### **Investigaciones sobre calostro, posteriores a 1974**

Foley y Otterby (1978) indican que el calostro se puede preservar a través de refrigeración, congelamiento o almacenamiento de temperatura ambiental (fermentación o tratamiento químico). El calostro congelado virtual-

mente no pierde nutrientes, pero requiere de congelador, maniobras extras y descongelamiento. En el fermentado se pierden nutrientes y se presentan problemas de aceptabilidad, pero es económico. Los preservativos químicos se recomiendan para almacenarlo a temperaturas tibias; durante el almacenamiento disminuye la proteína, los sólidos totales, grasa, lactosa y pH, y aumenta la acidez, así como el contenido bacteriológico. Recomiendan el máximo uso del calostro en la alimentación de crianza de becerros.

Al comparar calostro descongelado, calostro fermentado y leche entera, a razón de 2 lt/día, Carmona (1975) no encontró diferencias en incrementos de peso al destete en becerros. Herrera (1978), al analizar calostro descongelado y compararlo con el fresco, encontró descenso en el porcentaje de proteína, grasa, acidez y sólidos totales, y concluye que la congelación es buena forma para la preservación del calostro, además de no afectar la composición bacteriológica del mismo.

Bath *et al.* (1982) mencionan el interés que se ha despertado por el calostro fermentado, aunque en algunas ocasiones éste no es aceptado por el ternero, debido a fermentaciones indeseables. Por otra parte, los preservativos disminuyen la degradación de las proteínas del calostro, y se ha usado ácido propiónico al 0.7% por peso. Silva (1976) no encontró diferencia significativa en aumentos de peso de becerros alimentados con: a) calostro, b) calostro más agua, y c) leche.

En su investigación, Cárdenas (1980) determina que el calostro fermentado, hasta por 20 días, es tan efectivo como la leche entera para la crianza de terneras, y el costo más económico es el de calostro fermentado diluido en agua, comparado con leche, leche más calostro, y calostro más sustituto de leche. Daniels *et al.* (1977) encontraron mayores ganancias diarias de peso y menor incidencia de diarreas, en becerros que fueron alimentados con calostro (tratado con ácido acético) diluido en agua (1:1) que los sustitutos de leche. Foley *et al.* (1978) reportan concentraciones más altas de gamaglobulina en el suero de becerros alimentados con calostro no fermentado, que los que recibieron calostro fermentado y amortiguado (Bufferizado).

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó el año de 1974 en el laboratorio de la Pasterizadora Nazas de la Ciudad de Gómez Palacio, Dgo., y en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coah. Consistió en coleccionar el calostro de los ordeños efectuados a las 0, 24, 48 y 72 horas postpartum de 10 vacas de la raza Holstein, para luego someterlos cada uno a períodos de congelación de: 0, 14, 30, 45 y 60 días. Los análisis que se efectuaron

fueron: grasa, acidez, densidad, proteínas, conteo de colonias de bacterias, sólidos totales y sólidos no grasos. Se comparó el calostro de cero días de congelación de los ordeños, contra el calostro congelado.

### **Toma de muestras**

Las muestras de calostro fueron obtenidas por ordeño manual de 10 vacas. Para tal fin se utilizaron frascos de vidrio de 1 litro de capacidad, completamente limpios, en los cuales se recogió el calostro de las vacas recién paridas, a las 0, 24, 48 y 72 horas postpartum. De cada ordeño se tomaron 2 muestras (2 litros) para tener uno de repuesto, en caso de la pérdida del otro. De estas muestras se realizaron los análisis de: grasa, acidez, densidad, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos.

Para el caso del análisis bacteriológico, se tomaron las muestras de calostro en bolsitas estériles de plástico, las cuales se transportaron, del establo al laboratorio, en una hielera, y ya en éste se colocaron en un congelador, al igual que los frascos de vidrio, a temperatura de  $-14^{\circ}\text{C}$ .

Cada muestra, después de ser tomada en los establos, se analizó en el laboratorio, para cada uno de los 4 ordeños, y después se mantuvo en congelación, para volverse a analizar a los 15, 30, 45 y 60 días. En total se tomaron 40 muestras.

Para poder llevar a cabo los análisis de referencia y dado que las muestras se mantenían en congelación, fue necesario pasar a las mismas por baño de maría (AOAC, 1970), para volverlas al estado líquido y de esta manera realizar cada análisis.

### **Determinación del contenido de grasa, acidez, densidad, proteína bacterias, sólidos totales y sólidos no grasos**

Para la determinación del contenido de grasa se utilizó la prueba de Gerber, ya que ésta es la autorizada por la Secretaría de Salubridad y Asistencia para todas las pasteurizadoras del país (Leroy, 1968; SSA, s.f.).

La acidez se determinó como ácido láctico a través de la titulación, usando hidróxido de sodio 0.1N y fenoftaleína como indicador (Hodgson y Reed, 1972; Foley *et al.* 1972 y AOAC, 1970).

Para obtener la densidad, se utilizó el lactodensímetro. Quevenne, (Herrington, 1948), mientras que para la proteína se siguió el método de Kjeldahl (AOAC, 1970). Para determinar el contenido de colonias de bacte-

rias, se desarrolló el mismo sistema que se lleva a cabo en los laboratorios de las pasteurizadoras, para el cómputo bacteriológico de la leche y que consiste en el Conteo Estandar de Placa (Standard Plate Count) según Foley *et al.*, (1972). Los sólidos totales y los sólidos no grasos, se obtuvieron a través de fórmulas en las que se emplea la medición de la densidad y el porcentaje de grasa (Hodgson y Reed, 1972; Foley *et al.* 1972).

### **Diseño experimental seleccionado**

Puesto que se dispuso de muestras de calostro de 10 vacas, cada una de las cuales podría recibir todos los tratamientos, y dado que las características de estas vacas que podían influir en las variables de respuesta, eran esencialmente homogéneas, se decidió considerar a las vacas como repeticiones. Del hecho que se tenían 2 factores bajo estudio, y que podían afectar a la variable de respuesta y cada nivel de ellos podía ser combinado con todos los niveles del otro, se consideró adecuado el análisis factorial en un diseño completamente al azar, como método estadístico de análisis para el estudio (Cochran y Cox, 1964). Los factores a que se hizo referencia, son el ordeño del calostro, probado éste a 4 etapas: 0, 24, 48 y 72 horas postpartum, y el período de congelación, el cual fue probado a 5 niveles: 0, 15, 30, 45 y 60 días.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **Porcentaje de grasa**

El congelamiento conserva el porcentaje de grasa, ya que el análisis de varianza arrojó no significancia ( $P < .05$ ) en los 5 niveles de congelación (0, 15, 30, 45 y 60 días), aunque el porcentaje de grasa haya tendido a bajar ligeramente; las medias para dichos niveles fueron 4.3, 4.1, 4.1, 3.9 y 3.8. Lo anterior difiere a Weese *et al.* (1969 y 1973) quienes reportan que el contenido de grasa se ve afectado por el proceso de congelamiento-descongelamiento, al igual que Herrera (1978), al encontrar valores semejantes. Por el contrario, Foley *et al.* (1978), aseguran que virtualmente no existe ninguna pérdida de nutrientes durante el almacenamiento.

Por lo que respecta a los valores de grasa en las diferentes etapas de ordeño, la hipótesis se rechaza, ya que no hubo significancia ( $P < .05$ ). Las medias de dichos valores fueron: 3.7, 3.6, 4.3 y 4.6, mostrando un ascenso del primero al cuarto día de ordeña. Lo anterior concuerda con Foley *et al.*, (1972) y Smith (1962) al citar que el contenido de grasa es variable.

### Porcentaje de acidez

Las cifras de acidez para los diferentes ordeños y períodos de congelación, muestran no significancia ( $P < .05$ ). Al analizar las medias para los 5 niveles de congelación, su tendencia fue casi estable; dichas medias fueron: 2.7, 2.6, 2.5, 2.5, y 2.5 para: 0, 15, 30, 45 y 60 días de congelación, respectivamente.

Al referir los valores porcentuales entre etapas de ordeño, se ve que existió significancia ( $P > .05$ ) entre los mismos. Las medias encontradas para las etapas de ordeño fueron: 3.3, 2.5, 2.4 y 2.1 respectivamente, lo que indica descenso en la acidez de las 0 a las 72 horas de ordeño.

### Densidad

Los resultados de los valores de la densidad muestran que no hubo significancia ( $P < .05$ ) en los niveles de congelación, ya que las medias registradas fueron: 1.037, 1.038, 1.037, 1.036 y 1.036; esto indica una tendencia casi estable, similar a la de la acidez.

En cuanto a los valores de densidad para los diferentes ordeños 0, 24, 48 y 72 horas postpartum, se presentó significancia ( $P > .05$ ). Los valores de las medias registradas fueron: 1.045, 1.038, 1.034 y 1.030 respectivamente, con una tendencia descendente para llegar a los valores de la leche normal, tal como lo cita Parrish *et al.* (1950).

### Porcentaje de proteína

Los valores de proteína del calostro congelado y de los ordeños, muestran que no hubo significancia ( $P < .05$ ), lo cual indica que el congelar calostros preserva la cantidad de la proteína. Las medias para los niveles de referencia fueron: 8.0, 7.9, 7.7, 7.3 y 7.4 respectivamente. Herrera (1978) sí encontró diferencia entre el calostro fresco y el congelado.

Para los valores de proteína entre las etapas de ordeño, se presentó significancia ( $P > .05$ ), lo que indica que existió mucha diferencia de los valores de proteína entre los 4 ordeños, mismos que fueron en descenso. Las medias obtenidas de las 4 etapas de ordeño fueron: 11.6, 7.5, 6.1 y 5.5 respectivamente. Estos valores concuerdan con los de Parrish *et al.* (1950) y Moody *et al.* (1951), quienes citan que los valores de proteína decrecieron rápidamente en las primeras 6 ordeñas postpartum.

### Conteo de bacterias

Los datos obtenidos del conteo de bacterias muestran que no se obtuvo significancia ( $P < .05$ ) con respecto al período de congelación, lo que indica que el contenido de bacterias no se incrementa con el congelamiento. Las medias de los 5 niveles de congelación fueron: 202.5, 182.1, 332.7, 486.8 y 862.0 colonias por mililitro. A este respecto, Read *et al.* (1969), encontraron reducción estadísticamente significativa en las medias de intervalos de congelamiento a los: 3, 7, 14 y 28 días.

Se encontró que el contenido de bacterias entre ordeños fue diferente y se presentó significancia ( $P > .05$ ) entre los mismos; los valores tendieron a declinar de las cero a las 72 horas postpartum. Las medias de las etapas de ordeño fueron: 1 103.9, 361.7, 106.7 y 80.5 colonias por mililitro.

### Porcentaje de sólidos totales

Al examinar los datos de los sólidos totales, se concluye que no hubo significancia ( $P < .05$ ) entre los niveles de congelación. Las medias decrecieron muy levemente, y sus valores porcentuales fueron: 14.5, 14.4, 14.2, 13.8 y 13.6. Esto difiere de Weese *et al.* (1969) quienes citan que los sólidos totales fueron significativamente afectados por el proceso de congelamiento-descongelamiento a  $-20^{\circ}\text{C}$  a 7 y 90 días de congelación. Herrera (1978) también encontró descenso en el porcentaje de sólidos totales del calostro congelado.

En cuanto a las etapas de ordeño, sí existió diferencia significativa ( $P > .05$ ) entre los ordeños postpartum; las medias porcentuales fueron de: 15.7, 14.0, 13.7 y 13.1. Lo anterior coincide con Parrish *et al.* (1950) al mencionar que los sólidos totales decrecen rápidamente durante las primeras 6 ordeñas postpartum.

### Porcentaje de sólidos no grasos

No existió significancia ( $P < .05$ ) entre los 5 niveles de congelación, lo que indica que éste preserva bien a los sólidos no grasos del calostro. Las medias porcentuales, al igual que en los sólidos totales, decrecieron muy levemente y sus valores fueron: 10.2, 10.3, 10.1, 9.9 y 9.7.

Entre las etapas de ordeño, se encontró significancia ( $P > .05$ ); esto indica que hay mucha variación en el contenido de sólidos no grasos, entre las cero y las 72 horas postpartum. Al igual que en los sólidos totales y proteína, se coincide con Moody *et al.* (1951) y Parrish *et al.* (1950) puesto que seña-

lan que los sólidos no grasos decrecen rápidamente durante las primeras 6 ordeñas postpartum. Las medias porcentuales de los niveles de ordeño fueron: 11.9, 10.4, 9.3 y 8.5.

## CONCLUSIONES

1. No se detectó diferencia estadística ( $P < .05$ ) entre los períodos de congelación para ninguno de los parámetros en estudio: grasa, acidez, densidad, proteína, contenido de bacterias, sólidos totales y sólidos no grasos, con lo cual se concluye que la congelación preserva las propiedades físico-químicas del calostro durante un lapso de tiempo de 60 días.
2. Existió diferencia significativa ( $P > .05$ ) entre los días de ordeño para los valores de acidez, densidad, proteína, bacterias, sólidos totales y sólidos no grasos.
3. La grasa fue el único parámetro en el que no hubo diferencia significativa entre días de ordeño.
4. Los valores de los distintos nutrimentos fueron afectados ligeramente por el método de congelación-descongelación, y se piensa que esto no llegue a incidir sobre la calidad nutricional del calostro que va a ser destinado a la alimentación de los reemplazos del hato lechero.
5. El calostro es valioso medio para aportar inmunoglobulinas (anticuerpos) al recién nacido, y en base a que éstas son formadoras de la proteína total, se puede teorizar que habida cuenta de que la proteína del calostro se vio levemente afectada por la congelación, este procedimiento resulta de gran valor, por cuanto hace a la preservación de la capacidad inmunológica del calostro. No obstante, esta consideración es de orden meramente especulativa, por lo que se sugiere que, dada la importancia del tema, sea enfocado en futuras investigaciones.
6. Debe suprimirse el uso de las asas de platino para la siembra de bacterias y emplearse las diluciones de muestras de calostro que son más exactas.
7. Entre las desventajas de la congelación del calostro, se encuentra la necesidad de contar con un congelador, recipientes que lo contengan, y el tener que descongelarlo cuando se deba utilizar.

## BIBLIOGRAFIA

- Alba, S. de. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. 2 ed. México. La Prensa Médica Mexicana.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1970. 11 Edition. Washington, D.C.
- Bath, D.L., F.N. Dickinson, H.A. Tucker y R.D. Appleman. 1982. Ganado lechero. Principios, prácticas, problemas y beneficios. 2 ed. México. Interamericana.
- Blacke, C.D. 1974. Fundamentals of modern agriculture. 2 ed. Sydney University Press.
- Cárdenas G., F.J. 1980. Utilización de calostros en la crianza de becerras Holstein para reemplazo. Tesis M.C. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Colegio de Graduados.
- Carmona, B.F. 1975. Utilización de calostros congelados y descompuestos en la alimentación de becerras Holstein de 3-35 días de edad. Actividades del Centro de Cría de Becerras Ignacio Zaragoza. FIRA. México.
- Claverán, A.R. y G. Vásquez R. 1972. Situación de la producción de leche en México. Participación del Fondo en su Financiamiento. México. Fondo de Garantía y Fomento para la Agricultura, Ganadería y Avicultura.
- Cochran, W.G. and G.M. Cox. 1964. Experimental design. 2 ed. New York. John Wiley & Sons. Inc.
- Crowley, J.W. 1973. Interest grows in "sour" or "pickled" colostrum. United States of America. Hoard's dairyman. 118:614.
- , 1973a. The feeding value of colostrum varies. United States of America. Hoard's dairyman. 118:685.
- Daniels, L.B., J.R. Hall, Q.R. Hornsby and J.A. Collins. 1977. Feeding naturally fermented, cultured, and direct acidified colostrum to dairy calves. United States of America. J. Dairy Sci. 60:992.

- Foley, J.A., A.G. Hunter, and D.E. Otterby. 1978. Absorption of colostrum proteins by newborn calves fed unfermented, fermented, of buffered colostrum. United States of America. J. Dairy Sci. 61:1450.
- and D.E. Otterby. 1978. Availability, storage, treatment, composition and feeding value of surplus colostrum: A review. United States of America. J. Dairy Sc. 61:1033.
- , D.L. Bath, F.N. Dickinson and H.A. Tucker. 1972. Dairy cattle: Principles, practices, problems, profits. Lea y Febiger. Philadelphia. United States of America.
- Gaunya, W.S., R.D. Mochrie, H.D. Easton and R.E. Johnson. 1954. Colostrum as a substitute for whole milk in a limited whole milk feeding system. United States of America. J. Dairy Sci. 37:655. (Abstr).
- Gorriil, A.D.L. 1972. Feeding and nutrition of young replacement and veal calves. Chapter 6. In: Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol. 3. Practical nutrition. United States of America. Published by D.C. Church. Department An. Sci. Oregon State University.
- Herrera Z., F. 1978. Contribución al estudio de la evaluación de los principios nutritivos y bacteriológicos del calostro después de la congelación. Tesis Profesional. Monterrey, México. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.
- Herrington, B.L. 1948. Milk and milk processing. United States of America. Mc Graw Hill Book Co. Inc.
- Hodgson, E.R. and O.E. Reed. 1972. La industria lechera en América. México. Pax-México.
- Kaeser, H.E. and T.S. Sutton. 1948. Beneficial effect and economic importance of using all colostrum produced in calf raising. United States of America. J. Dairy Sci. 31:521.
- Leroy, A.M. 1968. La vaca lechera. Barcelona, España. Ed. Gea.
- Mc Donald, P., R.A. Edwards and J.F.D. Greenhalgh. 1969. Nutrición animal. Zaragoza, España. Acribia.
- Moody, E.G., G.H. Wise, D.B. Parrish and F.W. Atkeson. 1951. Properties of the colostrum of the dairy cow. VI Creaming and rate of flow. United States of America. J. Dairy Sci. 34:106.

- Parrish, D.B., G.H. Wise, J.S. Hughes and F.W. Atkeson. 1950. Properties of the colostrum of the dairy cow. V. Yield, specific gravity and concentrations of total solids and its various components of colostrum and early milk, United States of America. *J. Dairy Sci.* 33:457.
- Plog, J., J.T. Huber and W. Oxender. 1974. Growth, diarrhea, and gammaglobulin of calves fed frozen and fermented colostrum. United States of America. *J. Dairy Sci.* 57:462. (Abstr.).
- Preston, T.R. and M.B. Willis. 1974. Intensive beef production. 2 ed. United States of America. Pergamon Press.
- Read, R.B., J.G. Bradshaw and D.W. Francis. 1969. Effect of freezing raw milk on Standard Plate Count. United States of America. *J. Dairy Sci.* 52:1720.
- Robles, B.C. y G. Ortiz. 1974. Aproveche el calostro. México. Centro Experimental Pecuario Las Margaritas. SAG-INIA.
- Roy, J.H.B. 1961. Explotación práctica de terneros. España. Ed. Acribia.
- 1972. El ternero. Manejo y alimentación. España. Ed. Acribia. Vol. I.
- Silva C., R. 1976. Utilización del calostro como posible reemplazador de leche o de un sustituto de leche en la producción de crías de lechería y/o carne. Tesis M.C. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Colegio de Graduados.
- Smith, B.R. 1962. Fisiología de la lactancia. Turrialba, Costa Rica. Ed. SIC.
- Snyder, A.C., J.D. Schuh, T.N. Wegner and J.R. Gebert. 1974. Passive immunization of the newborn dairy calf via fermented colostrum. United States of America. *J. Dairy Sci.* 57:641. (Abstr.).
- Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA). (s.f.). Análisis físico-químico de la leche. México. SSA. inédito.
- Sutton, T.S. and H.E. Kaeser. 1946. Some physiological effects of extending the colostrum feeding period of dairy calves. United States of America. *J. Dairy Sci.* 29:13.
- Weese, S.J., D.F. Butcher and R.O. Thomas. 1969. Effect of freezing and length of storage on milk properties. United States of America. *J. Dairy Sci.* 52:1724.

- , W.V. Thayne and D.F. Butcher. 1973. Effect of freezing rate and thawing rate on milk properties. United States of America. J. Dairy Sci. 56:168.
- White, R.W., D.H. Yungblut, J.L. Albright, B.W. Crowl and F.J. Babel. 1974. Composition and nutritive value of fermented colostrum for feeding dairy calves. United States of America. J. Dairy Sci. 47:643 (Abstr.).
- Zelinger, Y., R. Volcani and D. Sklan. 1973. Yield and protein composition in cows milked prepartum. United States of America. J. Dairy Sci. 56:869.

**CONTROL QUIMICO DEL HOJASEN *Flourensia cernua* D.C.  
EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO**

Oscar E. Cavazos Cadena<sup>1</sup>  
Julián Gutiérrez Castillo<sup>2</sup>  
Arturo Coronado Leza<sup>3</sup>  
Jorge G. Medina Torres<sup>4</sup>

**RESUMEN**

Extensas áreas de los pastizales del Norte de México se encuentran invadidas por hojaseñ, produciendo muy por abajo del potencial y sujetas a fuertes tasas de erosión. El presente estudio se llevó a cabo en el Rancho Demostrativo Los Angeles, en el sureste del Estado de Coahuila, en un área de pastizal e invadida completamente por hojaseñ; el objetivo principal consistió en evaluar el comportamiento de 7 herbicidas en diferentes combinaciones, las cuales se aplicaron en las épocas de invierno, primavera y verano del año de 1983. Los mejores resultados durante el invierno, se obtuvieron en la combinación de Dicamba + Glyphosate, en dosis de 1.5 + 6.0 de M.C./ha; durante la primavera y verano, la combinación de 2,4,5-T + Dicamba, en dosis de 1.5 + 1.5 de M.C./ha, fue el tratamiento más efectivo. Al comparar el efecto de los herbicidas aplicados en las diferentes estaciones, se encontró que la mejor época para llevar a cabo el control del hojaseñ es la de verano. Finalmente, un modelo económico de eficiencia propuesto por los auto-

---

1 Tesista M.C.

2 M.S. y 4 Ph.D. Maestros-Investigadores del Depto. de Recursos Naturales Renovables, Div. Ciencia Animal, UAAAN.

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

res, basado en la mortalidad ocasionada al hojásén y el costo total de aplicación, mostró que la combinación de 2,4,5-T + Dicamba, es la mejor con un porcentaje de eficiencia de 81.0 y 90.0 durante primavera y verano, respectivamente.

## INTRODUCCION

Las prácticas tradicionales de aprovechamiento de los pastizales en el Norte de México, se han caracterizado por la sobreutilización y el mal manejo del ganado, situación que ha originado que una gran parte de los mismos se encuentren degradados, sujetos a la erosión e invadidos por plantas indeseables para el ganado doméstico.

Actualmente, gran superficie de pastizales en las zonas áridas se encuentran en estados productivos inferiores, a causa del mal manejo del recurso, tal es el caso de la comunidad dominada por la presencia de gobernadora (*Larrea tridentata* (D.C.) Cov) y hojásén (*Flourensia cernua* D.C.); de éstas sin valor forrajero la primera y con escaso valor forrajero la segunda, la cual es consumida sólo en pequeñas cantidades por ovinos y venados en épocas de sequía (Scifres, 1980). La comunidad *Larrea-Flourensia* se ha convertido en una de las más importantes de la región denominada Desierto Chihuahuense, en la cual ocupa alrededor de 10 000 000 ha (González, 1972); en el Estado de Coahuila, la comunidad *Larrea-Flourensia* ocupa una considerable superficie, que se estima en 4 826 240 ha (COTECOCA, 1979).

Por lo anterior, uno de los grandes retos que afronta el manejador de pastizales, es el de transformar o regresar ciertos ecosistemas al estado productivo que tuvieron, antes de que el hombre ejerciera impacto sobre ellos. Para realizar esta transformación existen 2 alternativas: 1) dejar que el lento proceso de sucesión ecológica cambie el estado del ecosistema lo cual, en muchos de los casos, tardaría muchos años, y 2) acelerar el proceso de sucesión mediante algunos métodos o tratamientos dados, para mejorar o transformar el estado del ecosistema.

La segunda de las anteriores alternativas parece ser, bajo muchas condiciones; la más deseable de implementar. Para llevar a cabo esta transformación se pueden utilizar métodos mecánicos, químicos, biológicos, manuales y pírnicos (Stoddart *et al.* 1975; Heady, 1975; Biswell, 1954, Allred, 1949).

Atendiendo a la discusión realizada anteriormente, relativa a la importancia de la comunidad *Larrea-Flourensia*, se considera la necesidad de planificar el cambio de esos ecosistemas mediante el control químico del hojásén (*Flourensia cernua* D.C.).

De manera formal se puede establecer como objetivo, el seleccionar el herbicida y la época más adecuada para su aplicación en el control del hojaseñ, atendiendo a consideraciones de rendimiento y costo.

## REVISIÓN DE LITERATURA

La invasión de especies arbustivas en pastizales, ha reducido la capacidad de producción de los mismos. Dentro de los factores que han provocado la invasión de arbustivas se pueden considerar: pastoreo por animales domésticos, competencia entre las plantas, presencia de roedores y lagomorfos, cambios en el clima y reducción del pasto por el fuego (Humphrey, 1958; Krebs, 1979).

Antes de la llegada de los españoles a México existieron, en el Norte de México y Oeste de los Estados Unidos, algunas especies de fauna silvestre tales como: el bisonte (*Bison bison*), berrendo (*Antilocarpa americana*), venado, etc., desconociéndose el efecto de ellos sobre el pastizal. Sin embargo, tal efecto no es considerable si se compara con el ganado doméstico, pues la fauna silvestre pastoreaba sobre grandes extensiones, con lo cual un mismo sitio permanecía períodos largos de tiempo sin pastoreo, permitiendo que el pastizal se recuperara. El ganado doméstico impuso una intensa presión de pastoreo y, además, existió un incremento de la carga animal por parte del hombre, por lo cual debe considerarse al pastoreo selectivo, como la causa principal que propició el incremento de especies arbustivas indeseables (Curtis, 1956).

A través del control químico puede lograrse un adecuado control de plantas indeseables y una considerable mejora en la capacidad de pastoreo de los pastizales. Un obstáculo para esto es la falta de información sobre la respuesta de ciertas especies a diversos herbicidas (Herbel, 1983). Sin embargo, el costo de desarrollo de nuevos herbicidas para el control de plantas leñosas es elevado, debido a que se requieren áreas relativamente grandes de tierra y varios años de investigación (Bovey *et al.* 1979).

El control de arbustivas y malezas en pastizales es, fundamentalmente, un problema de manejo que debe de ser realizado con bases ecológicas dentro del contexto económico (Scifres, 1977). Existen grandes áreas invadidas por especies arbustivas y malezas indeseables en los pastizales del mundo, tal es el caso de la comunidad *Larrea-Flourensia* dentro del Desierto Chihuahuense en México; otro ejemplo es la gran cantidad de hectáreas invadidas por el mezquite (*Prosopis juliflora*) en los Estados Unidos, la cual se estima en 38 millones de hectáreas y, tan sólo en Nuevo México, se estima que existen 4 millones de hectáreas invadidas por dicho arbusto (Herbel

*et al.* 1983). Por tal motivo, se han desarrollado múltiples trabajos para tratar de determinar qué operador de transformación es el más adecuado para controlar las especies arbustivas indeseables en los pastizales. Uno de los métodos de transformación, al cual en los últimos años se le ha dado mucha importancia, es sin duda el control químico. Al respecto, se han desarrollado múltiples estudios para tratar de determinar cuáles herbicidas son más susceptibles para algunas arbustivas indeseables, así como la dosis adecuada, época y el método de aplicación más efectivos. En este sentido, Schmutz (1967), realizó un estudio para tratar de determinar la eficiencia y época de aplicación de herbicidas para el control de la gobernadora (*Larrea tridentata*), largoncillo (*Acacia constricta* Benth) y hojásén (*Flourensia cernua*) en Arizona, Estados Unidos de Norteamérica, encontrando que el 2,4-D, en dosis de 4 lb/acre, fue más efectivo para el control del hojásén; el 2,4,5-T, en dosis de 2 a 4 lb/acre, fue efectivo para controlar la gobernadora y al largoncillo; ambos aplicados en la época de verano. El mismo autor menciona que el Picloram, aplicado en dosis de 0.5 lb y más de 2 lb/acre, controla aproximadamente el 100% de las plantas de largoncillo, gobernadora y hojásén, respectivamente; el largoncillo tiene más susceptibilidad hacia el Picloram, aplicado en la época de verano.

Schmutz (1971), menciona que la máxima absorción y translocación del 2,4,5-T en la gobernadora, ocurre después de 30 días de haberse iniciado la estación de verano y coincide con la máxima mortalidad cuando se aplica dicho producto. El movimiento de este herbicida es muy rápido; recorre de 1 a 5 cm/hr, con un movimiento basipétalo, el cual cesa después de 18-24 horas de haberse aplicado el producto químico. El mismo autor reporta que la más alta susceptibilidad de la gobernadora al 2,4,5-T, es cuando este arbusto se encuentra en la fenofase de floración total y media fructificación.

Norris *et al.* (1982), encontraron que la aplicación de 2,4,-D+Picloram, en dosis de 4.6 + 1.2 kg/ha, es efectiva para controlar las arbustivas: *Rhus diversiloba*, *Rosa* sp, *Ceanothus* sp. y *Rubbus* sp; sin embargo, la relación de 1:4 de Picloram+ 2,4,-D, fue la mejor desde el punto de vista económico. Por otra parte, los mismos autores reportan que tales productos son degradados a los 10 y 18 meses después de su aplicación, respectivamente.

Schmutz (1967), reporta que el hojásén es muy susceptible al 2,4-D y 2,4,5-T, aplicados en agosto o septiembre, 30 días después de la época de lluvias. Sin embargo, las aplicaciones foliares de 2,4-D y 2,4,5-T, en dosis de 4.5 kg/ha, en agosto, controlan del 47 al 70% de este arbusto. La aspersión foliar de Picloram, aplicado durante el verano en dosis de 0.3, 0.6, 1.1 y 2.2 kg/ha, controla el 15, 30, 55 y 85% de plantas de hojásén, respecti-

vamente. Un estudio realizado por Scifres (1980), demostró que el hojaseén es susceptible a la aplicación de herbicidas fenólicos aplicados al follaje, que comunmente se utilizan en pastizales.

Hoffman y Rasgdale (1966), citados por Bovey *et al.* (1969), mencionan que el huizache (*Acacia farnesiana* Willd.) es controlado eficientemente con 2,4,5-T, en dosis de 8 libras por cada 100 galones de Diesel por acre, aplicados a los árboles en forma individual. Sin embargo, Bovey *et al.* (1969) demostraron que las dosis de 10 lb/acre de Bromacil, mata al 100% de las plantas de huizache cuando se aplican en la época de otoño, aunque este producto tiene la desventaja de que elimina conjuntamente la vegetación herbácea, dado que no es selectivo. El Picloram, en dosis de 4 lb/acre, aplicado en el mes de mayo, controla tanto al huizache como al mezquite.

Las mezclas de herbicidas, en algunas ocasiones, son más efectivas que las aplicaciones de productos individuales para controlar especies arbustivas, debido a que estas mezclas pueden aumentar la fitotoxicidad de los productos y lograr un incremento en el control a bajo costo (Meyer, 1982).

En un estudio realizado por Meyer y Bovey (1973), encontraron que la mezcla de Picloram + Dicamba, en dosis de 0.56 + 0.56 y 1.12 kg/ha, son eficientes para controlar el mezquite en un 13 y 17% respectivamente, aplicados en la época de verano, en comparación con la aplicación de Picloram, en dosis de 0.56 kg/ha y el Dicamba, en dosis de 0.56, el cual controla aproximadamente el 10% del mezquite. Scifres *et al.* (1973), concluyeron que el 2,4,5-T + Diesel, en una proporción de 1:100 de material comercial por hectárea, ofrece una posibilidad para tratar de controlar el mezquite, y se obtiene un 85% de control de estas plantas en la época de verano.

Bovey *et al.* (1969), encontraron que la mezcla de Picloram + 2,4,5-T, en dosis de 1 lb/acre, es efectiva para controlar el huizache, si se aplican estos productos por vía aérea en la época de otoño.

Los herbicidas con formulaciones en gránulos, han demostrado un buen control de ciertas especies de arbustivas, muchas de las cuales son muy susceptibles a aplicaciones foliares. Las formulaciones granuladas de Fenurón y Monuron, aplicados en el verano en dosis de 2.2 kg/ha, controlan el 75 y 66% del hojaseén, respectivamente, y el Fenurón en dosis de 4.5 kg/ha, controla por completo este arbusto (Ueckert *et al.* 1982). El Terbutiuron controla eficientemente muchas plantas leñosas (Scifres *et al.* 1978,1979).

El Terbutiuron comprimido, a razón de 0.3 kg/ha, mata del 90 al 95% de plantas de hojaseén. Sin embargo, en dosis de 0.4 a 1.6 kg/ha,

con un 20% de ingrediente activo (i.a.), controla eficientemente el hojásén, si es aplicado en la época de invierno, en densidades de 2 000 a 15 000 plantas por hectárea (Ueckert *et al.* 1982).

Jacoby *et al.* (1982), reportan que el Terbutiuron comprimido, en dosis de 0.5 a 1.0 kg/ha, controlan el 61 y 83% de la gobernadora, después de 8 meses de que se realiza la aplicación en la época de invierno. Por otra parte, aplicaciones con Bromacil, Fenurón, Picloram y Dicamba, en gránulos, a razón de 2 g de i.a. por metro de diámetro de cobertura de gobernadora, se mostraron efectivos y mataron al 80% de las plantas. El Isocil, Bromacil, Monuron, Fenurón y Dicamba, a razón de 1 g de i.a. por metro de diámetro de cobertura, terminaron con el 85% de las plantas en suelos arcillosos (Herbel y Gould, 1973).

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Rancho Demostrativo Los Angeles, el cual se encuentra localizado en el Municipio de Saltillo, Coahuila, a 34 km sobre la carretera Saltillo-Zacatecas y a 14 km hacia el oriente sobre un camino de terracería (De la Cruz *et al.* 1973).

Para propósitos de este estudio, se seleccionó un área excluida para el ganado doméstico, de aproximadamente tres hectáreas, la cual está ubicada en la esquina sur del potrero número 11 del Rancho. Esta área se encuentra fuertemente invadida por el hojásén, por lo que su uso pecuario se ha visto limitado desde hace aproximadamente 4 años. Con el fin de establecer las pruebas de control químico, se seleccionó un área de 6 600 m<sup>2</sup> (22% del total), suficientes para llevar a cabo las aplicaciones de los herbicidas en las épocas de invierno, primavera y verano. El criterio de selección fue la uniformidad en cuanto a altura de los arbustos.

De los 6 600 m<sup>2</sup> seleccionados, se delimitaron superficies de 1 430 y 1 040 m<sup>2</sup> para realizar las aplicaciones de invierno y primavera, respectivamente. Con la ayuda de un tractor con cuchilla, se desmontó el área que circunda y divide las unidades experimentales, en las que se aplicaron los tratamientos de invierno. El área desmontada, de aproximadamente 3 metros de ancho, fue aprovechada para efectuar la aplicación de herbicidas en la época de verano, lo que permitió que ésta se hiciera sobre los rebrotes del hojásén. La delimitación de las unidades experimentales para la aplicación de primavera, por su parte, se hizo por medio de estacas; esta operación se llevó a cabo de manera tal, que las unidades experimentales quedaron separadas por bandas de 2 metros de ancho.

Para la aplicación de los herbicidas, a excepción de los derivados del petróleo, se utilizó una bomba de mochila tipo Weed System Plot Sprayer, serie TC, cuya fuente de presión proviene de un tanque que contiene CO<sub>2</sub> líquido; la presión utilizada para todas las aplicaciones fue de 20 lb/pulg<sup>2</sup>, en forma constante. El tipo de boquilla que se utilizó fue del tipo TK-5 en forma de abanico, provisto de un filtro de 50 mallas por cm<sup>2</sup>, además, para los tratamientos con aceite quemado y diesel, se utilizó una bomba manual de mochila, provista de una boquilla tipo Tee-Yet con un orificio, cuyas medidas son 8 004.

Por lo que corresponde a los herbicidas, se seleccionaron 5 de tipo orgánico Picloram, 2,4-DA, Dicamba, Glyphosate y 2,4,5-T, para formular las mezclas mostradas en el Cuadro 1; además, se probó el tratamiento a base de aceite quemado + diesel (derivados del petróleo).

**Cuadro 1. Tratamientos y dosis empleadas en el control del hojásén (*Flourensia cernua* D.C.) en el Rancho Demostrativo Los Angeles, en 3 épocas del año.**

Tratamiento	Dosis M.C./ha
2,4,5-T+Dicamba	1.5+1.5
Glyphosate+2,4-DA	6+0.5
Glyphosate+2,4-DA	4+0.5
Picloram	5
Dicamba+Glyphosate	2.5+6
Dicamba+Glyphosate	1.5+6
Aceite quemado+Diesel	1 : 3
Picloram+Diesel	1.5+100
Picloram+Diesel	1.0+100
Testigo	No aplicación

En base a los resultados obtenidos con la aplicación de herbicidas de invierno y a la poca disposición de productos químicos, se llevó a cabo una modificación de los tratamientos aplicados en las épocas de primavera y verano, incluyéndose en estas últimas la mezcla 2,4,5-T, y desechándose las mezclas de Picloram + Diesel (1.0 + 100) y Glyphosate + 2,4-DA (4 + 0.5).

La aplicación de la época de invierno se llevó a cabo el 26 de febrero de 1983, en parcelas de 10 x 10 m (100m<sup>2</sup>) y enfocada a la base del tallo, se utilizó con este fin, un método descrito por Scifres (1980), denominado astillado del tallo.

En la época de primavera se utilizaron parcelas de 5 x 5 m (25m<sup>2</sup>) y la aplicación se llevó a cabo bajo el mismo método utilizado en la época de invierno; la fecha de aplicación fue el 28 de mayo de 1983. Por lo que se refiere a la aplicación de la época de verano, ésta se efectuó en parcelas de 3 x 10 m (30m<sup>2</sup>) y dirigida a los rebrotes del hojásén a través de aplicaciones al follaje; en este caso, la fecha de aplicación fue el 23 de julio de 1983.

Las características del terreno condujeron a la utilización de un diseño que permitiera bloquear el efecto de la pendiente del terreno. En cada parcela que formaba parte de un bloque, existía al momento de aplicar los tratamientos, un diferente número de plantas vivas. Con el fin de separar el efecto que dicho número de plantas podría ocasionar sobre el número de plantas vivas, después de aplicados los tratamientos, se decidió considerar el número de plantas vivas al inicio del experimento (plantas vivas iniciales) como covariable. De esta manera se decidió analizar los resultados bajo un análisis de covarianza en bloques al azar.

Con el fin de hacer un análisis económico de los herbicidas aplicados, y para determinar la eficiencia de un herbicida en términos de la proporción de plantas muertas que produce (M) el herbicida y del costo total de aplicación por hectárea expresado en pesos, se propone utilizar la siguiente expresión:

$$E = Me^{-0.002\sqrt{c}}$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

En los Cuadros 2, 3 y 4 se muestran los datos obtenidos durante el desarrollo del presente estudio, y se observa el número de plantas vivas del arbusto problema, antes de la aplicación de los tratamientos en cada parcela y el número de plantas vivas después de 120 días de la aplicación de los mismos.

Estos resultados, así como los análisis de covarianza llevados a cabo (Cuadros 5, 6 y 7), permiten afirmar que, en la época de invierno, el herbicida más efectivo para el control del hojásén, es la mezcla a base de Dicamba + Glyphosate, en dosis de 1.5 + 6 MC/ha; para la época de primavera, el más efectivo resultó la mezcla de 2,4,5-T + Dicamba, Glyphosate + 2,4,-DA y Picloram + Diesel, en dosis de 1.5 + 1.5, 6 + 0.5 y 1.5 + 100 de MC/ha, respectivamente; en el verano, el tratamiento más efectivo y sobresaliente resultó ser la mezcla en base a 2,4,5-T + Dicamba, en dosis de 1.5 + 1.5 de MC/ha,. Como se puede observar, los tratamientos más efectivos, en cada época de aplicación corresponden a mezclas de herbicidas compatibles, las cuales, según Meyer (1982), en algunas ocasiones son más efectivas que las aplica-

**Cuadro 2. Evaluación cuantitativa de las plantas vivas al inicio y término de la aplicación de mezclas de herbicidas. 26 de febrero de 1983.**

Tratamientos	B l o q u e s							
	I		II		III		IV	
	I	F	I	F	I	F	I	F
Picloram+Diesel (1+100 M.C./ha)	84	72	72	51	77	63	82	68
Glyphosate+2,4-DA (4+0.5 M.C./ha)	100	99	58	54	58	58	49	46
Picloram (5 M.C./ha)	69	68	40	40	64	64	80	78
Dicamba+Glyphosate (1.5+6 M.C./ha)	73	48	67	34	84	52	100	67
A. quemado+ Diesel (1:3 M.C./ha)	74	72	58	56	51	51	33	30
Glyphosate+2,4-D.A. (6+1 M.C./ha)	86	85	68	65	46	44	64	64
Picloram+Diesel (1.5+100 M.C./ha)	79	74	64	59	82	72	76	70
Testigo (no aplicación)	102	102	48	48	83	83	108	108

**Cuadro 3. Evaluación cuantitativa de las plantas vivas al inicio y término de la aplicación de mezclas de herbicidas. 28 de mayo de 1983.**

Tratamientos	B l o q u e s							
	I		II		III		IV	
	I	F	I	F	I	F	I	F
2,4,5-T+Dicamba (1.5+1.5 M.C./ha)	45	3	49	8	40	5	43	4
Glyphosate+2,4-DA (6+0.5 M.C./ha)	44	13	42	18	51	21	42	14
Picloram (5 M.C./ha)	39	11	54	15	54	23	48	17
Dicamba+ Glyphosate (2.5+6 M.C./ha)	49	33	50	20	52	19	52	26
Dicamba+ Glyphosate (1.5+6 M.C./ha)	47	40	38	36	39	35	43	35
A. quemado+Diesel (1:3 M.C./ha)	41	31	45	29	43	31	43	27
Picloram+Diesel (1.5+100 M.C./ha)	53	40	47	39	38	30	51	42
Testigo (no aplicación)	50	50	46	46	47	47	49	49

**Cuadro 4. Evaluación cuantitativa de las plantas vivas al inicio y término de la aplicación de mezclas de herbicidas. 23 de julio de 1983.**

Tratamientos	B l o q u e s									
	I		II		III		IV		V	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
2,4,5-T+Dicamba (1.5+1.5 M.C./ha)	22	0	19	0	25	1	19	0	20	0
Glyphosate+2,4-DA (6+0.5 M.C./ha)	18	16	20	19	17	14	18	15	21	20
Picloram (5 M.C./ha)	24	23	22	22	16	13	19	17	23	20
Dicamba+Glyphosate (2.5+6 M.C./ha)	16	7	18	10	15	6	20	8	19	9
Dicamba+Glyphosate (1.5+6 M.C./ha)	24	20	18	4	21	19	17	14	19	15
A. quemado+Diesel (1:3 M.C./ha)	23	11	17	8	19	10	24	11	22	9
Testigo(no aplicación)	20	20	18	18	25	25	23	23	19	19

Cuadro 5. Análisis de covarianza para los datos obtenidos con la aplicación de herbicidas, efectuado el 26 de febrero de 1983.

F.V.	G.L.	Suma de medias y productos			Ajustados para regresión		
		x	xy	y	y	G.L.	C.M.
Bloques	3	2959.094	1686.656	2442.844			
Tratamientos	7	3215.969	1557.906	3109.719			
Error	21	4373.666	4512.094	4752.906	97.993	20	4.900
Total	31	10548.719	8756.656	10305.469			
Trat. + error	28	7589.625	6070.000	7862.625	3007.985	27	
Trat. ajustados					2909.992	7	415.713

Cuadro 6. Análisis de covarianza para los datos obtenidos con la aplicación de herbicidas, efectuada el 28 de mayo de 1983.

F.V.	G.L.	Suma de medias y productos			Ajustados para regresión		
		x	xy	y	y	G.L.	C.M.
Bloques	3	4.125	5.063	14.594			
Tratamientos	7	269.375	128.938	5358.969			
Error	21	452.375	239.188	363.156	236.689	20	11.839
Total	31	725.875	373.188	5736.719			
Trat. + error	28	721.750	368.125	5722.125	5534.365	27	
Trat. ajustados					5297.676	7	756.811

Cuadro 7. Análisis de covarianza para los datos obtenidos con la aplicación de herbicidas, efectuado el 23 de julio de 1983.

F. V.	G.L.	Suma de medias y productos			Ajustados para regresión		
		x	xy	y	y	G.L.	C.M.
Bloques	4	12.471	5.543	9.543			
Tratamientos	6	51.771	55.429	1663.371			
Error	24	140.229	145.859	158.057	46.222	23	2.010
Total	34	254.971	206.829	1830.971			
Trat.+error	30	242.000	201.286	1821.424	1654.007	29	
Trat. ajustados					1607.786	6	267.964

ciones de productos individuales, para controlar las especies arbustivas invasoras en los pastizales; lo anterior, es debido a que ofrecen la posibilidad de aumentar la fitotoxicidad de los tratamientos y lograr un incremento en el control de estas especies a bajo costo.

Así mismo, estos resultados concuerdan con los reportados por Schmutz (1967), el cual menciona que el hojásén es muy susceptible a las aplicaciones del 2,4,-D y 2,4,5-T, aplicados en los meses de agosto a septiembre, en dosis de 4.5 de MC/ha. Por otra parte, Scifres (1980) menciona que el hojásén es susceptible a la aplicación de herbicidas fenóxicos aplicados al follaje, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este estudio.

Por otro lado, tanto el Dicamba como el Picloram, utilizados en este estudio, han sido reportados como herbicidas efectivos para el control de la gobernadora, al igual que el 2,4-D y 2,4,5-T, esto es de gran importancia, debido a que el hojásén y la gobernadora se encuentran asociados en una extensa área dentro del Desierto Chihuahuense, por lo cual las mezclas más efectivas, para cada época de aplicación llevada a cabo en este estudio, podrían enfocarse no sólo al control del hojásén, sino también al de la gobernadora.

Por otra parte, para tratar de verificar el uso apropiado del análisis de covarianza, se llevó a cabo un diagrama de dispersión para cada época de aplicación, con el fin de encontrar el tipo de relación existente (cuadrática, lineal, exponencial, etc.) entre el número de plantas vivas al inicio y al final del estudio; los diagramas de dispersión, según se pueden apreciar en la Figura 1, evidenciaron una relación lineal entre estas variables, por lo que el ajuste de covarianza se hizo del tipo lineal. La correcta aplicación del modelo lineal se ve ampliamente corroborada en las tablas de ANCOVA a que se ha hecho referencia.

El análisis de covarianza realizado, para cada una de las épocas de aplicación, muestra, además, que existe diferencia significativa entre el efecto de un herbicida aplicado en cada una de las épocas de aplicación, al nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ . A partir de este resultado se procedió a llevar a cabo las comparaciones mediante contrastes. El análisis de estas comparaciones, permite afirmar que la aplicación de un herbicida en la época de verano es superior, en sus efectos, al promedio de un tratamiento aplicado en la época de invierno. El análisis de comparación de medias ajustadas realizado sobre los tratamientos que se repitieron en primavera y verano, revela que en la época de verano, la aplicación de un herbicida es superior, en sus efectos, a la aplicación hecha en primavera. Estos resultados concuerdan con los obteni-

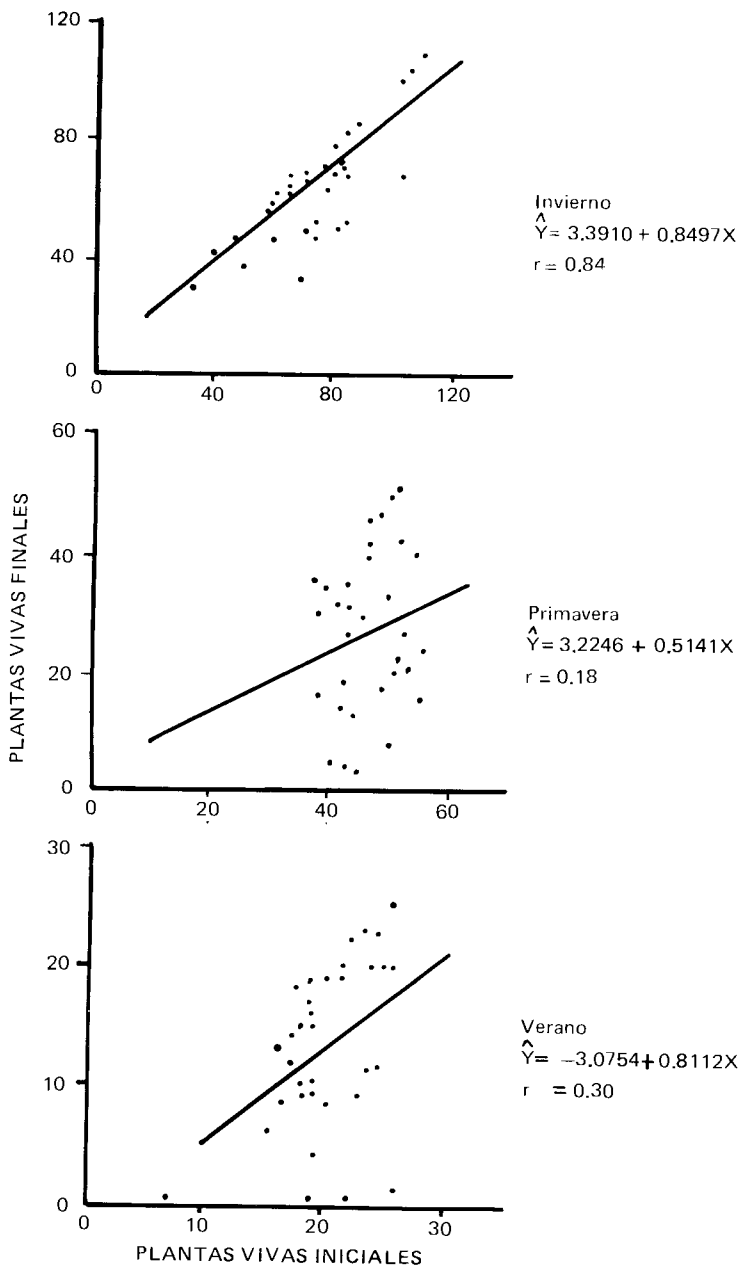


Figura 1. Diagrama de dispersión y línea de regresión, que muestra la dependencia del número de plantas vivas finales, con respecto al de vivas iniciales para cada época de aplicación de herbicidas en el control de hojásén.

dos por Schmutz (1967, 1971), Meyer y Bovey (1973) y Scifres *et al.* (1973), en el sentido de que en la época de verano las arbustivas son sumamente susceptibles a las aplicaciones de herbicidas, debido principalmente a la intensa actividad metabólica de estas plantas.

En base al modelo económico propuesto por los autores, los principales resultados se muestran en el Cuadro 8.

Al analizar los resultados obtenidos se puede observar que, durante el invierno, el tratamiento más eficiente fue la mezcla de Dicamba+Glyphosate, en dosis de 1.5+6.0 de MC/ha, con un 31.0%; esto puede ser explicado por el hecho de presentarse un alto porcentaje de mortalidad. Sin embargo, presenta una desventaja muy grande, dado que el costo total de aplicación es el más elevado, lo cual no ocurre en el caso de mezcla a base de Picloram + Diesel, en dosis de 1.0+100 de MC/ha, el cual presenta un costo total de aplicación muy bajo, comparado con otros tratamientos; sin embargo, esta mezcla ocasionó una mortalidad de sólo 19.6%, con lo que su eficiencia disminuye considerablemente. El resto de los tratamientos, aplicados en esta época de invierno, presentan un bajo porcentaje de eficiencia (< 10.0%), debido al alto costo de las mezclas utilizadas.

Los resultados concuerdan con los presentados en los Cuadros 2, 3 y 4, ya que para la época de aplicación de invierno, el tratamiento más efectivo para el control del hojaseén fue el Dicamba+Glyphosate, en dosis de 1.5 + 6.0 de MC/ha.

Para la aplicación de herbicidas en la primavera, el tratamiento más eficiente fue la mezcla de 2,4,5-T + Dicamba, en dosis de 1.5 + 1.5 de MC/ha, el cual presentó el más alto porcentaje de mortalidad y un costo total de aplicación bajo, el cual, al ser comparado con el resto de los herbicidas, es uno de los más bajos después del Picloram + Diesel, en dosis de 1.5 + 100 de MC/ha. Estos resultados coinciden con los que se obtuvieron al analizar las plantas vivas iniciales y finales, ya que en la época de primavera, los tratamientos más efectivos para el control del hojaseén fueron el 2,4,5-T + Dicamba, y el Glyphosate + 2,4-DA.

Por lo que se refiere a la aplicación de verano, el tratamiento más sobresaliente expresado por la eficiencia, fue la mezcla de 2,4,5-T + Dicamba, en dosis de 1.5 + 1.5 de MC/ha, el cual incluye el costo total de aplicación más bajo y la mortalidad ocasionada más elevada, con un 90% de eficiencia; por lo anterior, éste puede considerarse como el más ideal para llevar a cabo el control del hojaseén en la época de verano.

**Cuadro 8. Tratamientos con mejor comportamiento para cada época de aplicación, de acuerdo al Modelo Económico de eficiencia propuesto. Junio de 1984.**

Epoca	Tratamiento	Dosis (M.C./ha)	Costo total (\$)	Mortalidad (%)	E(M.C.) (%)
Invierno	Dicamba + Glyphosate	1 + 100	13 622.55	38.6	31.0
	Picloram + Diesel	1.5 + 6.0	2, 122.55	19.7	18.0
	Glyphosate + 2,4-DA	4.0 + 0.5	8 792.55	10.3	9.0
Primavera	2,4,5-T + Dicamba	1.5 + 1.5	2 402.55	88.8	81.0
	Picloram	5.0	5 322.55	66.5	57.0
	Glyphosate + 2,4-DA	6.0 + 0.5	12 862.55	63.3	50.0
Verano	2,4,5-T + Dicamba	1.5 + 1.5	2 402.55	99.2	90.0
	A. quemado + Diesel	1 : 3	12 422.5	53.1	49.0
	Dicamba + Glyphosate	2.5 + 6.0	14 322.5	54.7	43.0

## CONCLUSIONES

Del presente estudio se pueden desprender varias conclusiones importantes, que deben ser tomadas en consideración al emprender un programa de control químico de arbustivas en los pastizales del Desierto Chihuahuense. Las conclusiones principales son las siguientes:

1. Durante el invierno, el tratamiento más efectivo para controlar el hojásen fue la mezcla a base de Dicamba + Glyphosate, en dosis de 1.5 + 6.0 de MC/ha.
2. Durante la primavera, los tratamientos más efectivos para controlar el hojásen fueron las mezclas a base de 2,4,5-T + Dicamba, Glyphosate + 2,4-DA y Picloram + Diesel, en dosis de 1.5 + 1.5, 6.0 + 0.5 y 0.5 + 100 de MC/ha, respectivamente.
3. Durante el verano, el tratamiento más efectivo para controlar el hojásen fue la mezcla a base de 2,4,5-T + Dicamba, en dosis de 1.5 + 1.5 de MC/ha.
4. La época más adecuada para la aplicación de herbicidas en el control del hojásen, es el verano.
5. Para la época de invierno, el tratamiento más eficiente, desde el punto de vista del costo de aplicación y de la mortalidad que ocasiona, fue la mezcla a base de Dicamba + Glyphosate.
6. Durante la época de primavera, el tratamiento más eficiente fue el 2,4,5-T + Dicamba, en dosis de 1.5 + 1.5 de M.C./ha.
7. Durante el verano, la mezcla de 2,4,5-T + Dicamba, en dosis de 1.5 + 1.5 de M.C./ha, resultó el tratamiento más eficiente con un 90%.
8. El análisis de covarianza es la técnica más adecuada para analizar estadísticamente, la información proveniente de parcelas que presentan un número diferente de individuos en poblaciones naturales.
9. El Modelo de Eficiencia, expresado en términos de la proporción de plantas muertas producidas por el herbicida (M) y el costo total de aplicación por hectárea expresado en pesos (C), debe de validarse en base a otros parámetros.

## BIBLIOGRAFIA

- Allred, B.W. 1949. Distribution and control of several woody plants in Texas and Oklahoma. *J. Range. Mgmt.* 2(1):17-29.
- Biswell, H.H. 1954. The brush control problem in California. *J. Range Mgmt.* 2(1):17-29.
- Bovey, R.W., R.E. Meyer and J.R. Baur. 1979. Potential herbicides for brush control. *J. Range Mgmt.* 34(2):144-148.
- , J.R. Baur and H.L. Morton. 1969. Control of huizache and associated woody species in South Texas. *J. Range Mgmt.* 47-50.
- COTECOCA. 1979. Coahuila. SARH. México. 255 p.
- Cruz C., J.A. de la, J. de la Fuente Z., J. Medina T. y R. Vásquez A. 1973. Rancho Los Angeles: Demostrativo para manejo de pastizales y ganado. SAG. Gob. del Edo. de Coah. ESAAN-UAC.
- Curtis, J.T. 1956. The modification of mid-laitud grassland and forest by man. En: Thomas, W.L. (ed.). *Mans role in changing the fact of the face of the earth.* The University of Chicago Press.
- González, M.H. 1972. Manipulating shrub-grass plant communities in arid zone for incresed animal production. In: McKell, C.M., J.P. Blaisdell and J.R. Goodin. (ed.) *Wildland shrubs their biology and utilization.* USDA. Forest Ser. General Technical Report. Int-1. Intermountain Forest and Range Exp. Sta. Utah.
- Heady, H.F. 1975. *Range management.* Mc Graw-Hill Book Co. New York, N.Y. 550 p.
- Herbel, C.H. 1983. Principles of intensive range improvements. *J. Range Mgmt.* 34(2):144-148.
- , Gould, W.L., Leifeste, W.F. and R.R. Gibbens. 1983. Herbicide treatment and vegetation response to treatment of mezquites in Southern New Mexico. *J. Range Mgmt.* 36(2):149.
- and L.W. Gould. 1973. Improving arid rangelands. Agricultural Experiment Station. New Mexico State University. Jornada Experimental Range Report No. 4. 16 p.

- Humphrey, R.R. 1958. The desert grassland. The University of Arizona Press  
73 p.
- Jacoby, P.W., D.N. Veckert and F.S. Hartmann. 1982. Control of creosote-  
bush (*Larrea tridentata*) with pelleted Terbutiuron. Weed Sci.  
30:307-310.
- Krebs, C.J. 1979. Ecology. The experimental analysis of distribution and  
abundance. Harper & Row. Pub. 678 p.
- Meyer, R.E. 1982. Brush response to spacing and individual plant herbici-  
de treatments. Weed Sci. 30:378-384.
- and R.W. Bovey. 1973. Control of woody plants with herbici-  
des mixtures. Weed Sci. 25(5):423-426.
- Norris, M.L., L.E. Montgomery and W.D. Mosher. 1982. Brush control with  
herbicides on hill pasture sites in Southern Oregon. J. Range Mgmt.  
35(1):75-80.
- Schmutz, E.M. 1967. Chemical control of three Chihuahuan Desert shrubs.  
Weeds. 15(1):62-67.
- , 1971. Absorption, translocation, and toxicity of 2,4,5-T in  
creosotebush. Weed Sci. 19(2):510-516.
- Scifres, C.J. 1980. Brush management: Principles and practices for Texas and  
the Southwest. Texas A & M University Press. 360 p.
- , J.L. Mutz and W.T. Hamilton. 1979. Control of mixed brush  
with Terbutiuron. J. Range Mgmt. 32(2):155-158.
- and C.H. Meadors. 1978. Response of range vegeta-  
tion to grid placement and aereal application of karbutilate. Weed.  
Sci. 26:139-144.
- , 1977. Herbicides and the range ecosystem: residues, research and  
the role of rangeman. J. Range Mgmt. 30(2):86-91.
- , J.R. Baur and R.W. Bovey. 1973. Absorption of 2,4,5-T applied  
in various carriers to honey mezquite. Weed Sci. 21(2):94-96.
- Stoddart, L.A., T.W. Box and A.D. Smith. 1975. Range management. Mc  
Graw Hill Book Co. 532 p.

Ueckert, D.N., P.W. Jacoby and S. Hartmann. 1982. Tarbush and forage response to selected pelleted herbicides in the western Edward Plateau. Texas Agricultural Experiment Station. B.-1393. 5 p.

## FERTILIZACION EXTRAEDAFICA COMO UNA ALTERNATIVA PARA PROPORCIONAR ZINC AL CULTIVO DEL NOGAL EN LA COMARCA LAGUNERA\*

Alejandro Moreno Resendez<sup>1</sup>  
Eduardo A. Narro Farías<sup>2</sup>  
Luis Fernando Flores Lui<sup>3</sup>  
Rommel de la Garza Garza<sup>4</sup>

### RESUMEN

En los meses de febrero a agosto de 1983, se desarrolló un experimento en las huertas de nogal de riego por goteo y colección de variedades, del Campo Agrícola Experimental de La Laguna, con el objetivo principal de encontrar una alternativa para proporcionar zinc al nogal; para esto, se compararon 4 metodologías que consistían en: uso de un sistema radical extraedáfico, aspersión foliar, incorporación al suelo y el manejo tradicional de fertilización, que tiene este frutal en la Comarca Lagunera.

Para la realización de este experimento, en febrero de ese año se plantaron 9 nogales de 2 años de injertados (5 Western y 4 Wichita), en macetas de 40 lt previamente llenas con arena de desierto como material inerte, en mayo, estos árboles se injertaron por aproximación, con árboles en producción previamente seleccionados, de 3 a 5 años, que ya presentaban síntomas visuales de deficiencia de zinc (amarillamiento, entrenudos cortos, y hojas arrosietadas).

1 M.C. Maestro-Investigador del Depto. de Suelos, Unidad Laguna, UAAAN

2 Ph.D. y 4 MC, Maestros Investigadores del Depto de Suelos, Div. Ingeniería, UAAAN.

3 Ph.D. Coordinador del PRONAPA CIAN-INIA-SARH.

\* Trabajo de tesis presentado para obtener el grado de M.C. de 1.

Las macetas se regaron cada tercer día, a partir del 21 de julio hasta el 20 de agosto, con soluciones nutritivas, cuyas concentraciones de N, P, K, Ca, Mg, S, se mantuvieron constantes, mientras que el zinc tuvo 3 concentraciones (0.121, 0.262 y 0.393 ppm), estos tratamientos se complementaron con la aspersión foliar y la incorporación al suelo de sulfato de zinc (1.25 kg/1000 lt de agua, a saturación, y 10 kg/árbol repartidos en 4 pozos de 30 cm de diámetro y 30 cm de profundidad, en una circunferencia de 1.20 m de diámetro, respectivamente) y el manejo tradicional (300 g de N/cm de diámetro del tronco, 50% en marzo y 50% en mayo, y 3 aspersiones de 2 lt de NZN/ 1 000 lt de agua; brotación, 18 de abril y 20 de mayo), lo que dio origen a 6 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones, con lo que resultaron 18 parcelas experimentales, que fueron colocadas en un diseño completamente al azar.

Se encontró que la metodología de injerto por aproximación resultó ser efectiva, ya que el efecto por el uso del sistema radical extraedáfico para zinc, calcio, manganeso y magnesio, provoca un efecto mayor o al menos igual, que los tratamientos de aspersión foliar, incorporación al suelo y manejo tradicional para el nogal.

Se encontró que no existe diferencia en proporcionar zinc, utilizando el sistema radical extraedáfico, el tratamiento T<sub>2</sub> (0.262 ppm de zinc), la aspersión foliar y la incorporación al suelo de sulfato de zinc; también el tratamiento T<sub>2</sub> fue la fuente más efectiva para proporcionar calcio, mientras que para el manganeso no existe diferencia para proporcionarlo, si se utiliza el tratamiento T<sub>1</sub> (0.131 ppm de zinc), el tratamiento T<sub>2</sub> y la metodología tradicional de manejo para el nogal; en cambio para el magnesio, aunque sobresalen el manejo tradicional del nogal, la aspersión y la incorporación al suelo, producen un efecto igual que el tratamiento T<sub>3</sub> (0.393 ppm de zinc).

En el caso de nitrógeno, fósforo, potasio, cobre y hierro, ninguno de los tratamientos utilizados generó alguna respuesta que indicara diferencia en cuanto al uso de ellos, aunque se determinó, por los niveles encontrados de cobre, que el cultivo del nogal también pudiese tener deficiencia de este elemento, bajo las condiciones de suelo de la Comarca Lagunera, mientras que el hierro fue absorbido en cantidad excesiva.

## INTRODUCCION

La superficie que el cultivo del nogal ocupa en el Norte de México, representa alrededor del 95% de la total ocupada por este frutal a nivel nacional.

El nogal es una de las especies de mayor importancia económica en la Comarca Lagunera, la cual, al igual que otras zonas productoras de nogal en el Norte del país, posee suelos alcalinos con pH generalmente entre 7.5 y 8.5, y su contenido de carbonatos de calcio varía entre 5 y 22%, características que limitan la asimilación del zinc existente en el suelo, el cual, al reaccionar con los carbonatos de calcio, forma carbonato de zinc, cuya solubilidad es muy baja.

En un muestreo realizado por investigadores del Campo Agrícola Experimental de La Laguna (CAELALA), en 1980, para definir la problemática del cultivo del nogal en esta región, se encontró que el 66% de las huertas en desarrollo y el 27% de las huertas en producción, mostraron deficiencia de zinc en el follaje, con contenidos de este elemento menores a 60 ppm. En 1982, se encontró que el 77.1% de huertas mayores de 6 años, presentaron síntomas de deficiencia para este nutrimento. Las deficiencias reportadas basan en: análisis foliar, observación de síntomas y pruebas de respuesta a aplicaciones de zinc realizadas sobre esta especie.

La disponibilidad de nutrimentos para la planta, depende de su concentración respectiva en los sólidos orgánicos y minerales del suelo y de los factores que afectan su asimilación, debido a que disminuyen su solubilidad o presentan interacciones que reducen el proceso de absorción de los elementos de las plantas.

El Grupo Interdisciplinario de Fruticultura del CAELALA, basado en la problemática reflejada en su Marco de Referencia Regional, se propuso iniciar la exploración de alternativas que permitan a los productores abastecer de zinc al nogal más eficientemente; una de las alternativas propuestas fue la de aplicación de zinc por medios extraedáficos. Para realizar esta aplicación, se requiere la formación de raíces adventicias que, desarrolladas en medios con baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) como la arena, reduzcan al mínimo los efectos del suelo que impiden la asimilación de este elemento por la planta.

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

1. Determinar la capacidad de las raíces adventicias desarrolladas por medio de injertos en el nogal, para absorber y transportar el zinc al follaje.
2. Evaluar el efecto de la concentración de zinc en la solución del medio sobre la capacidad de absorción de este elemento por la planta.

3. Comparar la efectividad del método de las raíces adventicias con los de la aplicación foliar, la incorporación al suelo y el manejo tradicional de este cultivo, en cuanto a fertilización se refiere.

Además, se plantearon las siguientes hipótesis:

1. Las raíces adventicias obtenidas por injerto son funcionales y suficientes para satisfacer las necesidades de zinc en el nogal.
2. Aun bajas concentraciones de zinc en la solución de medios con baja CIC, bajos contenidos de materia orgánica y carbonatos de calcio, logran satisfacer los requerimientos de zinc del nogal.

## REVISION DE LITERATURA

La nutrición adecuada de las plantas con micronutrientes, según establece Olsen (1983), depende de varios factores diferentes a la capacidad del suelo para proporcionar esos elementos. Los factores importantes de crecimiento incluyen la velocidad de absorción de nutrientes, la distribución de nutrientes a los sitios funcionales y la movilidad de los mismos dentro de la planta; también pueden ocurrir interacciones entre los micronutrientes, así como con algunos macronutrientes. Estas interacciones pueden llevarse a cabo en el suelo y dentro de la planta, debido a que modifican la nutrición de las plantas, deben ser atendidas y consideradas al proporcionar un suplemento de micronutrientes.

Relacionado con lo anterior, Fitts y Hanway (1971) establecieron que, los elementos nutritivos para las plantas se encuentran en varias formas en el suelo y su disponibilidad es afectada no sólo por la forma en la cual se encuentran, sino también por la presencia de otros elementos como hierro y aluminio solubles, en suelos ácidos, y carbonatos de calcio libres en suelos calcáreos, que influyen fuertemente en la disponibilidad de los nutrimentos.

Respecto al zinc, Tisdale y Nelson (1970) reportaron que el contenido de este elemento en la litósfera, ha sido estimado en aproximadamente 80 ppm y que su contenido total en los suelos oscila en 10-300 ppm, aunque estas concentraciones en los suelos no representan, de ninguna manera, la disponibilidad del mismo, ya que su aprovechamiento por las plantas se ve afectado por factores como: pH, contenido de fósforo, presencia de arcillas minerales, capacidad de intercambio catiónico, contenido de carbonatos y concentración de iones en la solución del suelo, entre otros.

Lucas y Knezek (1983) propusieron que, en general, los siguientes factores pueden contribuir a las deficiencias de Zn en las plantas: bajo contenido de zinc en el suelo, áreas de fuerte precipitación pluvial, suelos calcáreos, bajo contenido de materia orgánica en el suelo, alto contenido de fósforo en el suelo y zonas de raíz restringida (suelos compactos, planta en macetas).

Storey (1975 y 1981), en un estudio encontró que el zinc participa en la síntesis de la serina, la cual es precursora del ácido aminotriptofano, que es utilizado en la elaboración de proteínas, y que puede ser convertido en ácido indolacético, conocido comunmente como auxina. Las auxinas son hormonas de crecimiento en la planta, responsables primeramente de la extensión de las hojas y las ramas; lo anterior trae como respuesta que la ausencia de este elemento de la planta, puede provocar síntomas de deficiencia, los cuales son resaltados por varios autores.

Por su parte Domínguez (1978), consignó que los síntomas característicos de la deficiencia de este elemento son: crecimiento reducido, hojas terminales más pequeñas y yemas de escaso vigor, hojas con manchas amarillas y necróticas, en casos graves no se forma la semilla, el crecimiento en las ramas provoca entrenudos cortos. Lo anterior también fue reportado de manera similar por Devlin (1980), así como por Weier *et al.* (1980).

Chapman (1973) señaló que las aspersiones foliares, aplicaciones al suelo, inyecciones al tronco del árbol, y el uso de piezas de zinc o hierro galvanizado clavadas en el tronco y/o bordes de los árboles, han sido utilizadas como tratamientos correctivos para la deficiencia provocada por este elemento, con varios grados de éxito, que dependen del cultivo, suelo y clima. En general, las aspersiones foliares, con sulfato de zinc, han sido las más exitosas al aplicarlas en árboles.

Boehle y Lindsay (1969), citados por Murphy y Walsh (1983), reportaron que la mayoría de los compuestos de Zn que pueden disolverse fácilmente en HCl diluido, son adecuados para la aplicación en el suelo como fuentes de Zn para las plantas. Indicaron también que las aplicaciones de Zn en fertilizantes fluidos, son adaptables al uso de  $ZnSO_4$ , quelatos de Zn, agentes formadores de complejos de Zn y ZnO finamente molidos; además, que diversos quelatos sintéticos de Zn son rentables en el suelo y adaptables para la aplicación en el mismo. Puntualizaron que el zinc se mueve en forma muy lenta en el suelo; aparentemente, la carencia de movilidad del zinc resulta en una pobre disponibilidad posicional, cuando los materiales se aplican en la superficie. Respecto a las aplicaciones foliares de Zn como tratamientos de emergencia, señalaron que éstas son generalmente llevadas a

cabo cuando se presentan síntomas de deficiencia, siendo suficientes únicamente para la cosecha actual y pueden requerirse aplicaciones repetidas durante un mismo año.

Para las condiciones que imperan en la Comarca Lagunera, y con el Marco de Referencia de Fruticultura del Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte (1983), mediante trabajos realizados en el CAELALA, se generó la recomendación para abastecer de zinc al cultivo del nogal por medio de aspersiones foliares, que consiste en 3 aplicaciones (brotación, 18 de abril y 20 de mayo) con cualquiera de los siguientes productos: 2 lt de NZN, 1.25 kg de sulfato de zinc ó 1 kg de nitrato de zinc, disueltos en 1 000 lt de agua (Campo Agrícola Experimental de la Laguna 1980 y 1983).

Ante la gran facilidad con que el zinc es inmovilizado en el suelo, y debido a la problemática que se presenta para proporcionar este elemento al nogal, con este experimento se pretende investigar la posibilidad de desarrollar raíces adventicias en este cultivo, las cuales colocadas en medios con baja capacidad de fijación de zinc, permitan hacerlo más disponible para las plantas.

Uno de los experimentos más relevantes en fertilización extraedáfica, es el trabajo de Nijenshon (1977), quien probó la capacidad absorbente de las raíces adventicias en el cultivo de la vid (*Vitis vinifera*), desarrollándolas, a partir del tronco, en bolsas de polietileno rellenas de perlita. Una vez constatada la emisión de las raíces, realizó ensayos para probar su actividad, con una solución de 150 microcuries de  $p^{32}$  y 50 mg de  $p^{31}$  de fosfato de monopotasio como portador. Después de 48 horas de la aplicación, mediante el uso de radiografías de hojas de diferentes edades, comprobó que el fósforo fue absorbido por el sistema de raíces adventicias y transportado al tejido foliar.

A la fecha, no existe información en la literatura que muestre que esta metodología para el desarrollo de raíces adventicias haya sido estudiada en el cultivo del nogal, y viendo su efectividad en la vid, este método podría ayudar a corregir las deficiencias de zinc que se presentan en el nogal y generar una alternativa que pudiese ser más efectiva para proporcionar zinc en cantidad suficiente y oportuna para este frutal.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo durante los meses de febrero a agosto de 1983, en las huertas de nogal de riego por goteo y co-

lección de variedades, del Campo Agrícola Experimental de la Laguna (CAELALA), en Matamoros, Coahuila.

### Descripción de tratamientos y diseño experimental

Durante esta investigación se evaluaron 6 tratamientos que incluyen diferentes métodos de proporcionar zinc al nogal. Los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, consistieron en la aplicación de soluciones nutritivas como riegos cada tercer día, aplicando 2 lt de solución por maceta en sistema radical extraedáfico, del 23 de junio al 10 de agosto de 1983. En las soluciones se mantuvo constante la concentración de N, P, K, Mg y S, mientras que el zinc varió en concentración de 0.131 ppm (T<sub>1</sub>) a 0.232 ppm (T<sub>2</sub>) y 0.393 ppm (T<sub>3</sub>) como se muestra en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Concentración de las soluciones nutritivas para los macroelementos y niveles de zinc expresados en ppm, que se utilizaron en las macetas, 1983.**

Tratamiento	Elemento								
	N	K	Ca	P	S	Mg	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>3</sub>
T <sub>1</sub>	224	235	160	62	32	24	0.131	----	----
T <sub>2</sub>	224	235	160	62	32	24	----	0.262	----
T <sub>3</sub>	224	235	160	62	32	24	----	----	0.393

Los materiales utilizados para la preparación de las soluciones madre, que se emplearon en las soluciones utilizadas como tratamientos para el riego de las macetas, son los recomendados por Johnson *et al.* (1957), aclarándose que solamente se utilizaron aquellos materiales que proporcionan los macronutrientes y el zinc, como se muestra en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Materiales y cantidades utilizadas para la preparación de las soluciones nutritivas.**

Compuesto	Peso molecular	Solución madre	Vol. de solución madre/lt de solución final	Concentración final del elemento en la solución	
	g/mol	g/l	ml	elemento	ppm
KNO <sub>3</sub>	101.10	101.10	6.0	N	224
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	236.16	236.16	4.0	K	235
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	115.08	115.08	2.0	Ca	160
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	246.49	246.49	1.0	P	62
ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	287.55	0.575	1.0	S	32
				Mg	24
				Zn	0.131

Las características físicas y químicas más importantes de la arena de desierto con que estaban llenas las macetas de 40 lt de capacidad, se presentan en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Características físicas y químicas del estrato de suelo 0 - 30 cm, utilizado para el llenado de macetas, donde se colocaron los árboles utilizados en la fertilización extraedáfica.**

Arena %	Limo %	Arcilla %	pH	C.E. mmhos/cm	C.I.C. me/100 g	M.O. %
93.88	0.36	5.76	7.55	1.0	5.87	0.08

N %	P	K	Ca	Mg	Cu ppm	Fe	Mn	Zn	Na me/lt
0.14	47.41	700	3100	90	1.8	17.8	3.5	1.6	3.26

El tratamiento identificado como T<sub>4</sub> consistió en la aspersión de sulfato de zinc al follaje, de acuerdo a la dosis que el CAELALA (1980) recomienda para el cultivo del nogal en la Comarca Lagunera, a razón de 1.25 kg de sulfato de zinc, por cada 1 000 litros de agua; se aplicó cada 10 días cubriendo completamente el follaje, y después de realizar los muestreos de tejido foliar; para la aplicación se utilizó una aspersora de mochila con motor.

El tratamiento identificado como T<sub>5</sub>, consistió en incorporar el sulfato de zinc (aprox. 28% de Zn) al suelo, a razón de 10 kg por árbol, los cuales se distribuyeron equitativamente en 4 pozos de 30 cm de diámetro y 30 cm de profundidad, colocados en una circunferencia de 1.20 m de diámetro, alrededor de la base de cada árbol. El tratamiento T<sub>5</sub> fue aplicado una sola vez al inicio del experimento.

Los árboles testigo se identificaron como tratamiento T<sub>6</sub>, y no se les aplicó ninguna fertilización adicional ya que todos los árboles habían recibido las aplicaciones de nitrógeno y zinc, del manejo tradicional para este cultivo en la Comarca Lagunera.

Los 6 tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental completamente al azar, con 3 repeticiones. La unidad experimental fue constituida por un árbol.

### Procedimiento experimental

En febrero de 1983 se plantaron 5 nogales de la variedad Wester y 4 de la variedad Wichita de 2 años de injertados, en macetas de 40 lt que conte-

nían arena de desierto, cuyas características ya se describieron. Estas macetas se regaron cada tercer día con agua potable de uso común en CAELALA para mantener un adecuado nivel de humedad del suelo.

Mientras se iniciaba la brotación de los árboles de las macetas, se realizaron observaciones de los árboles localizados en los huertos de nogal, que iban a recibir los tratamientos. Todos los árboles incluidos en el experimento fueron tratados a partir de la brotación de 1983, de acuerdo a las recomendaciones de manejo tradicional establecidas por el CAELALA (1980). Estas recomendaciones consisten en la aplicación de 300 g de nitrógeno/cm de diámetro del tronco (50% en marzo y 50% en mayo), además de 3 aspersiones de 2 lt de NZN disueltos en 1 000 lt de agua (brotación, 18 de abril y 20 de mayo).

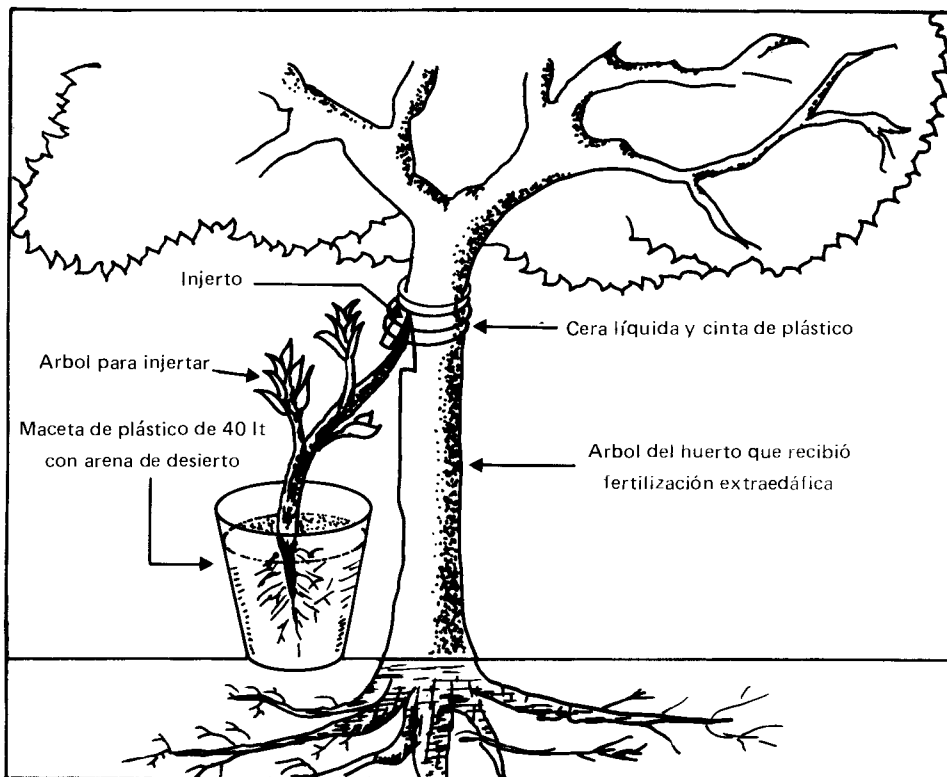
La selección de árboles para la aplicación de los tratamientos por estudiar se basó en que, a principios de mayo y después de haberse aplicado nitrógeno y zinc, los árboles aún presentaban las siguientes características: clorosis o amarillamiento, entrenudos cortos, yemas de escaso vigor, hojas arrojadas y tamaño reducido en los brotes, principalmente.

La realización de los injertos, entre los árboles en desarrollo y los árboles que se plantaron en macetas, se efectuó los días 17 y 18 de mayo de 1983, para lo cual se usó el método conocido como aproximación, como se muestra en la Figura 1.

El mencionado procedimiento consiste en realizar un corte diagonal en forma de púa en cada árbol de las macetas y, en los árboles por injertar, un corte de aproximadamente 10 cm de longitud y 2 cm de ancho en la corteza; se coloca la púa bajo la corteza de los árboles para establecer la unión entre el cambium de ambos árboles. Para asegurar el contacto entre los árboles injertados, promover el desarrollo de callo y evitar la deshidratación del tejido de los árboles, se utilizaron como materiales protectores, cera líquida y cinta de plástico, con las cuales se realizó un atado. Un mes después de haber realizado los injertos se procedió a destaparlos para verificar el amarre entre los árboles y se comprobó, mediante la presencia de callos, que el injerto había prosperado.

### **Evaluación de tratamientos**

Con fecha 20 de junio, y previo a la aplicación de los tratamientos, se etiquetaron de 25 a 30 brotes de diferentes partes de cada árbol, que sirvieron como punto de referencia para la toma de las muestras de tejido foliar; lo anterior se realizó con el propósito de que las muestras a tomar provinieran del material vegetal que brotó bajo el efecto de los tratamientos.



**Figura 1.** Representación gráfica de la forma en que se realizó el injerto por aproximación entre árboles de maceta y nogales del huerto.

La colocación de etiquetas también se realizó en idéntica forma, aunque en menor cantidad (sólo en 4 brotes) en los árboles de las macetas, debido a que la cantidad de los brotes era menor, para así obtener muestras de follaje de dichos árboles. El propósito de esto fue comprobar que, en caso de existir la absorción de los elementos incorporados por las soluciones nutritivas, se pudiese evaluar su efecto, tanto en los nogales de las macetas como en los que fueron injertados.

Para determinar la concentración de elementos y su comportamiento en el suelo, es decir, si los nutrientes que se incorporaron fueron removidos hacia los árboles por el sistema radicular de los nogales que se encontraban plantados en tales recipientes, se tomaron muestras de suelo de las macetas donde se aplicaron las soluciones nutritivas.

Este muestreo se realizó utilizando una barrena Vehinmeyer, la cual fue introducida a las macetas, procurando evitar perjudicar el sistema radical que se encontraba desarrollado en dichos recipientes.

Para evaluar la disponibilidad de los nutrientes aplicados y su asimilación por los árboles, se tomaron muestras de follaje de acuerdo a la metodología reportada por Smith (1981), que consiste en tomar 2 folíolos de la parte media de una hoja. Esta operación se repitió alrededor del árbol. Se tomaron de 20 a 25 puntos diferentes para tener aproximadamente 50 hojas como muestra representativa de cada árbol en este estudio.

Los muestreos, tanto en follaje como en el suelo, fueron realizados antes de iniciar los tratamientos y posteriormente, con intervalos de 10 días después de haber dado comienzo a éstos.

Los análisis físico-químicos de las muestras de follaje y de suelo, así como los análisis estadísticos de los resultados, se realizaron en el Laboratorio de Suelos, y el Centro de Biometría y Cálculo del propio Campo Experimental, respectivamente.

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos, además del análisis de varianza, se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan para la comparación de medias de tratamientos.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **De los análisis de suelos**

En base a los resultados de los análisis del suelo contenido en las macetas de los tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ , se puede considerar que las características físicas y químicas determinadas se mantuvieron sin variaciones considerables, por lo que la disponibilidad de los nutrimentos para los árboles se afectó de igual manera en los tratamientos mencionados durante el desarrollo del experimento. La variación en la concentración de los elementos de la solución del suelo en las macetas se puede deber a que después de ser aplicados como solución nutritiva, fueron absorbidos por las raíces y pasaron a formar parte del tejido vegetal, o parte de esos elementos fueron inasimilables por antagonismos iónicos como manganeso y hierro contra zinc.

### **Concentración y disponibilidad de nutrimentos**

Los resultados de los análisis realizados para determinar la concentración y disponibilidad de los elementos nutritivos en muestras de follaje y

suelo, indican que la cantidad de nutrimentos varían con el tiempo para los elementos evaluados. Aunque se evaluaron varios elementos, sólo se presentarán los resultados del zinc y su interpretación.

En la Figura 2 y en el Cuadro 4 se presenta el comportamiento del zinc en muestras de tejido foliar y de suelo en 7 fechas de muestreo. De acuerdo a los valores medios de tratamientos, se pueden formar 2 grupos de los 6 tratamientos estudiados: el primero de ellos con T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub>, y el segundo con T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>. La diferencia apreciable entre los 2 grupos, es que el primero mantiene en cada media de tratamiento, una concentración de zinc menor a 66 ppm, mientras que el segundo grupo se caracteriza porque cada media de tratamiento mantiene sus valores entre 66 y 202 ppm, los cuales se consideran como el rango intermedio para el zinc en el nogal. En base a esto, se puede establecer que el grupo constituido por los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub>, no satisface los requerimientos de zinc por el nogal, mientras que los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>, sí satisfacen tales requerimientos.

En la Figura 2 se puede observar que los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub>, generan curvas cuya tendencia es disminuir la concentración de zinc conforme avanza el tiempo, mientras que las curvas de los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>, muestran tendencias a aumentar la concentración de zinc en el follaje conforme transcurre el tiempo, principalmente los 2 últimos, ya que el tratamiento T<sub>2</sub>, aunque presenta un comportamiento variable, su tendencia es mantener un nivel medio de aproximadamente 80 ppm. El comportamiento presentado bajo el efecto de los tratamientos T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>, pudo haber sido causado por: el caso del tratamiento T<sub>4</sub>, que consistió en la aspersión al follaje de sulfato de zinc cada 10 días, las concentraciones que determinaron se debieron al período tan corto que existió entre cada aplicación; mientras que el tratamiento T<sub>5</sub>, que consistió en aplicar 10 kg de sulfato de zinc en la base del árbol, probablemente logró saturar de zinc al suelo en la zona de aplicación, y facilitar el proceso de su absorción por el sistema radical. La disminución de la concentración de zinc a través del tiempo que se menciona para los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub>, indica que los requerimientos de zinc en los árboles, pueden ser más necesarios y más altos durante el desarrollo del follaje ya que, como función dentro de la planta, se ha determinado que participa en la elaboración de sustancias que estimulan el crecimiento, según Tisdale y Nelson (1970) y Domínguez (1978).

Con respecto a la comparación de medias de tratamiento y mediante la prueba de rango múltiple de Duncan, para el zinc, se puede determinar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos: T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>5</sub>; y T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>, mientras que no existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>, lo mismo que sucede entre los

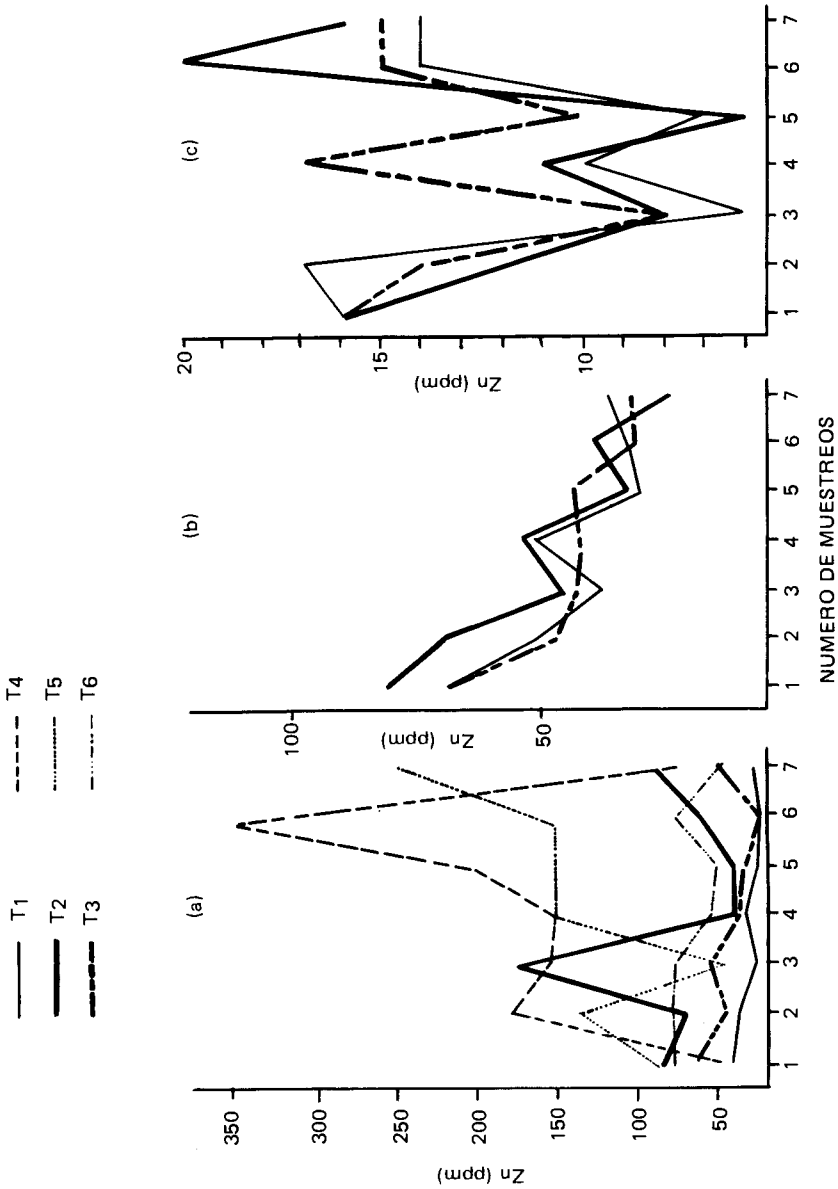


Figura 2. Variación en la concentración de zinc de las muestras de tejido foliar y de suelo obtenidas durante la aplicación de los tratamientos: árbol injertado (a) c árbol de maceta (u), y suelo de maceta (c). 1983.

**Cuadro 4. Concentración (en ppm) de zinc en los folíolos de los nogales (árbol injertado y árbol de maceta), en 7 fechas de muestreo bajo el efecto de los tratamientos en 1983.**

Árbol injertado	Número de muestreo							x	S	C.V. %
	1	2	3	4	5	6	7			
T <sub>1</sub>	39.5	37.5	26	27.5	21.5	21.0	23.0	26.08	5.61	21.5
T <sub>2</sub>	84	73	174	37.5	38.5	62.0	90.5	79.25	46.27	53.38
T <sub>3</sub>	64	43.5	54.5	34.0	31.0	21.0	41.0	37.5	10.52	28.05
T <sub>4</sub>	42	188.0	160.0	153.0	206.0	353.0	76.0	189.33	83.75	44.23
T <sub>5</sub>	87	135.0	42	154	154	156	239	144.66	57.46	39.18
T <sub>6</sub>	76	76	79	61	49	74	40	63.16	14.57	23.07
<b>Árbol maceta</b>										
T <sub>1</sub>	67.5	51	38	51.5	30.5	33.5	37.0	40.25	8.15	20.24
T <sub>2</sub>	81	69.5	45.5	53.5	33.5	39.5	25.0	44.33	14.40	32.48
T <sub>3</sub>	68.5	46.5	42.5	42.0	43.5	32.0	32.0	39.75	5.66	14.24

tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub>. Por lo que de este análisis se puede establecer que para el nivel 5<sup>o</sup>%, el efecto de los tratamientos T<sub>4</sub> (aspersión foliar) y T<sub>5</sub> (incorporación al suelo) serían los más recomendables para proporcionar zinc al nogal, sin descartar del todo el tratamiento T<sub>2</sub> (solución nutritiva y sistema radical extraedáfico), ya que no existe diferencia significativa para proporcionar el zinc, si se compara este tratamiento con la aspersión foliar, puesto que los requerimientos de zinc por el nogal se siguen satisfaciendo.

Por otra parte, se determinó que entre los 3 tratamientos con el sistema radical extraedáfico y el manejo tradicional o testigo, no existe diferencia significativa; esta respuesta puede deberse a las bajas concentraciones que se utilizaron para zinc en las soluciones nutritivas. Para el nivel de 1<sup>o</sup>% de significancia, el efecto de los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>, no acusó diferencia significativa entre ellos, por lo que para proporcionar zinc al nogal se pudiese recomendar cualesquiera de estos métodos; en cambio, si se utilizan los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>6</sub>, tampoco existiría diferencia significativa entre ellos. Sin embargo, la disponibilidad de zinc mostró no ser la adecuada para satisfacer las necesidades del nogal.

De la Figura 2b, se puede determinar que las concentraciones de zinc en el follaje del árbol de la maceta, tienden a disminuir para los 3 tratamientos con las soluciones nutritivas conforme pasa el tiempo, mientras que del análisis de varianza, se puede concluir que no existe diferencia significativa entre el efecto de los tratamientos.

De la Figura 2c, aunque las curvas presentan variaciones debido a los contenidos de zinc en el suelo, que fluctúan entre 6 y 17 ppm, las medias de los tratamientos se mantienen cerca del nivel más bajo de concentración de zinc, que Tisdale y Nelson (1970) establecieron para los suelos. Al comparar la concentración media de zinc de los tratamientos, se puede apreciar que tal concentración disminuyó conforme pasó el tiempo, lo cual puede ser una señal de que existió el desplazamiento de este elemento desde la solución del suelo hacia el follaje.

### **Del efecto de tratamientos**

De manera general, se puede establecer que para los elementos: zinc, calcio, magnesio, manganeso y potasio, las metodologías empleadas en este trabajo provocan que las concentraciones de estos nutrimentos, dentro del follaje, presentan variación, lo que origina que las pruebas de F provoquen diferencia significativa, al menos para el nivel de 5<sup>o</sup>%. Además de las pruebas de rango múltiple de Duncan, al realizar la comparación de las medias de tratamientos, se determinó que, para estos elementos, no siempre es el mismo tratamiento el que origina tal diferencia.

En el Cuadro 5, se pueden apreciar las comparaciones entre los efectos de las medias de tratamientos, para: zinc, calcio, magnesio, manganeso y potasio, de donde se pueden establecer los siguientes comentarios.

Para el zinc en el nivel 5<sup>o</sup>/o, los tratamientos más adecuados para proporcionar este elemento a los árboles son: la aspersión al follaje de sulfato de zinc (T<sub>4</sub>) y la incorporación del mismo producto al suelo (T<sub>5</sub>). Cabe la aclaración de que entre la incorporación al suelo, y el uso del sistema radical extraedáfico con el tratamiento (T<sub>2</sub>), no se encontró diferencia al proporcionar este elemento a los árboles. También se puede establecer que entre el sistema radical extraedáfico con los 3 tratamientos (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>), y el tratamiento tradicional (T<sub>6</sub>), tampoco existe diferencia significativa al suministrar el zinc, sólo que, el efecto de los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub>, se caracteriza porque la concentración de este nutrimento se mantiene por debajo del rango intermedio de 66-202 ppm, que el cultivo de nogal requiere de zinc. Mientras que, para este mismo elemento, en el nivel de diferencia altamente significativa (1<sup>o</sup>/o), los tratamientos presentan su comportamiento

**Cuadro 5. Comparación de las medias de tratamientos para los elementos que presentaron diferencia significativa en las pruebas F. 1983.**

Zinc	$\bar{T}_{1a}, \bar{T}_{2ab}, \bar{T}_{3a}, \bar{T}_{4c}, \bar{T}_{5bc}, \bar{T}_{6a}$	(5 <sup>o</sup> /o)
	$\bar{T}_{1a'}, \bar{T}_{2ab'}, \bar{T}_{3a'}, \bar{T}_{4c'}, \bar{T}_{5bc'}, \bar{T}_{6a'b'}$	(1 <sup>o</sup> /o)
Calcio	$\bar{T}_{1a}, \bar{T}_{2b}, \bar{T}_{3a}, \bar{T}_{4a}, \bar{T}_{5a}, \bar{T}_{6a}$	(5 <sup>o</sup> /o)
	$\bar{T}_{1a'}, \bar{T}_{2a'}, \bar{T}_{3a'}, \bar{T}_{4a'}, \bar{T}_{5a'}, \bar{T}_{6a'}$	(1 <sup>o</sup> /o)
Magnesio	$\bar{T}_{1a}, \bar{T}_{2a}, \bar{T}_{3ab}, \bar{T}_{4b}, \bar{T}_{5b}, \bar{T}_{6ab}$	(5 <sup>o</sup> /o)
Manganeso	$\bar{T}_{1b}, \bar{T}_{2a}, \bar{T}_{3a}, \bar{T}_{4c}, \bar{T}_{5c}, \bar{T}_{6a}$	(5 <sup>o</sup> /o)
	$\bar{T}_{1b'c'}, \bar{T}_{2a'}, \bar{T}_{3a'}, \bar{T}_{4c'd'}, \bar{T}_{5d'}, \bar{T}_{6a'b'}$	(1 <sup>o</sup> /o)
Potasio	$\bar{T}_{1b'}, \bar{T}_{2a'}, \bar{T}_{3b'}$	(5 <sup>o</sup> /o)

T<sub>1a</sub> . . . T<sub>6d</sub> Medias de tratamientos  
 1 a 6 número de tratamiento  
 a, b, c, d indican la igualdad entre las medias de tratamiento

(5<sup>o</sup>/o) Diferencia significativa para el nivel 5<sup>o</sup>/o  
 (1<sup>o</sup>/o) Diferencia altamente significativa para el nivel 1<sup>o</sup>/o

como el descrito anteriormente, excepto que el testigo ( $T_6$ ), provoca el mismo efecto que los tratamientos  $T_2$  (sistema radicular) y  $T_5$  (incorporación de zinc al suelo).

## CONCLUSIONES

De los análisis de los resultados obtenidos, durante el desarrollo de este trabajo y de la discusión e interpretación que de ellos se hace, se pueden generar las siguientes conclusiones:

1. Por los resultados obtenidos de diferencia significativa en la concentración de zinc, es posible considerar que las raíces adventicias obtenidas por injerto son funcionales y suficientes para satisfacer las necesidades de este elemento en el cultivo del nogal.
2. La concentración de zinc en las soluciones nutritivas, aplicadas a medios con baja CIC, M.O. y carbonatos de calcio, que resultó ser más adecuada para suministrar este nutrimento al nogal, fue de 0.262 ppm; valores más bajos o más altos no satisfacen los requerimientos del nogal. Lo anterior, puede ser debido a que las concentraciones de 0.131 y 0.393 ppm de zinc en las soluciones nutritivas, redujeron su disponibilidad para los nogales, bajo el efecto de las características físico-químicas que presentó la arena (aunque se consideró como material inerte) o por la acción antagónica que elementos como: manganeso, hierro, cobre y fósforo, presentan con el zinc por sus propiedades químicas.

## BIBLIOGRAFIA

- Chapman, H.D. 1973. Diagnostic criteria for plants and soils analysis. Editado por H.D. Chapman. Riverside Cal. 2a. Impresión. 793 p.
- Devlin, R.M. 1980. Fisiología Vegetal. Barcelona, España. Ediciones Omega, S.A. p. 275.
- Domínguez, V.A. 1978. Abonos minerales. 5a. Ed. Madrid, España. Ministerio de Agricultura. 421 p.
- Fitts, J.W. y J.J. Hanway. 1971. Prescribing soil and crop nutrient needs. *In*: Fertilizer technology and use. Chapter 3:57-79. 2nd. Ed. Soil. Sci. Soc. of America Madison, Wisconsin.

- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1980. Guía técnica del nogalero. SARH-INIA. 132 p.
- Johnson, C.M., P.R. Stout, T.C. Broyer and A.B. Carlton. 1957. Comparative chlorine requirements of different plant species. *Plant and Soil*. 8:337-353.
- Lucas, R.E. y B.D. Knezek. 1983. Condiciones climáticas y del suelo que promueven las deficiencias de micronutrientes en plantas. En: *Micronutrientes en agricultura*. Trad. de la 3a. ed. en inglés por Cristina Vaqueiro Garibay, México, D.F. A.G.T. Editor, S.A. p. 291-315.
- Murphy, L.S. y L.M. Walsh. 1983. Corrección de deficiencias o fertilizantes. En: *Micronutrientes en agricultura*. Trad. de la 3a. ed. en inglés por Cristina Vaqueiro Garibay, México, D.F. A.G.T. Editor, S.A. p. 379-424.
- Nijensohn, L. 1977. Absorción radical extraedáfica. Un nuevo enfoque de la fertilización y su aplicabilidad al riego por goteo. En: *II Seminario latinoamericano sobre riego por goteo*. Estados de: Coahuila, Durango y Aguascalientes, México. INIA, IICA, OEA. p. 1-11.
- Olsen, S.R. 1983. Interacciones de los micronutrientes. En: *Micronutrientes en agricultura*. Trad. de la 3a. ed. en inglés por Cristina Vaqueiro Garibay, México, D.F., A.G.T. Editor, S.A. p. 267-290.
- SARH-INIA. 1983. Resumen del marco de referencia, grupo interdisciplinario de fruticultura. CIAN. INIA. SARH. (mimeografiado).
- Smith, P.F. 1981. Effect of soil placement, rate and source of applied zinc on the concentration of zinc in Valencia orange leaves. *Soil Sci*:209-212.
- Storey, J.B. 1975. El zinc en los nogales. En: *Memorias del IV Ciclo de conferencias internacionales de los productores de la nuez de la República Mexicana en Hermosillo, Sonora*. p. 55-61.
- . 1981. Zinc nutrition. En: *Texas pecan orchard management handbook*. Texas A & M. University. p. 61-64.
- Tisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1970. *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. España. Montaner y Simon, S.A. 760 p.
- Weir, T.E., C.R. Stocking y M.G. Barbour. 1980. *Botánica*. México, D.F. Limusa. p. 211.

**RESPUESTA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)  
AL FERTILIZANTE LIQUIDO BIODEGRADADO  
ANAEROBICAMENTE DEL ESTIERCOL DE BOVINO**

Felipe Abencerraje Rodríguez<sup>1</sup>  
Mercedes de la Garza Curcho<sup>2</sup>

**RESUMEN**

En Derramadero, Coahuila, se estableció un experimento consistente en evaluar la respuesta del frijol, al fertilizante líquido obtenido por biodegradación anaeróbica del estiércol de bovino, con objeto de proporcionar una alternativa más económica para el campesino.

En el ciclo primavera-verano 1983, se cultivó con riego siguiendo un diseño experimental bloques al azar con 8 tratamientos y 6 repeticiones. Se probaron 6 concentraciones diferentes del biofertilizante, comparadas con el tratamiento de fertilización química usada en la región (40-40-0) y un testigo sin fertilizantes.

El sitio experimental presenta las siguientes características edáficas: migajón arcilloso, ligeramente alcalino (pH 7.6), sin problemas de sales, medianamente rico en materia orgánica y en fósforo asimilable, medianamente pobre en nitrógeno total, y suficientemente abastecido en potasio. Se obtuvieron aumentos significativos en las estimaciones de las poblaciones bacterianas en los tratamientos con biofertilizante; en cambio, con el fertilizante químico prácticamente no aumentó la población.

---

1 Ing. M.C. y 2. Q.F.M.C. Maestros Investigadores del Depto. de Suelos, Div. Ingeniería, UAAAN.

Se tomaron los siguientes datos fenológicos: días a la floración y a la formación de vainas, número de vainas por planta, madurez fisiológica y además, el rendimiento promedio de grano.

Se encontró que la fermentación anaeróbica del estiércol de bovino en el digestor es factible y tarda aproximadamente de 25 a 30 días en verano. La dosis óptima para el cultivo fue de 250 lt/ha, haciendo 2 aplicaciones: mitad a la siembra y el resto 30 días después. Al comparar los rendimientos del biofertilizante con el fertilizante químico comercial, fue 300% superior en peso, y 80% menos costoso.

## INTRODUCCION

En el Cañón de Derramadero, Coahuila, se estableció el presente experimento de investigación, ya que en esta zona se producen aproximadamente 1 628 ton/año de estiércol, principalmente de bovino lechero, las cuales, mediante fermentación anaeróbica, pueden producir biofertilizantes líquidos y sólidos, así como gas metano, pudiéndose integrar un grupo interdisciplinario de investigación, ya que se pueden aprovechar diferentes departamentos de la UAAAN, tales como: Desarrollo Rural, Suelos, Horticultura y otros.

Es por ello que se consideró importante experimentar con los efluentes líquidos de esta fermentación, para poder proporcionar, a los agricultores de la región, una forma sencilla y barata de obtener sus propios fertilizantes y, mediante su aplicación al cultivo de frijol, incrementar sus rendimientos unitarios sin aumentar sus costos para mejorar su economía. Esta alternativa se considera como muy valiosa, dado que procede, en su mayor parte, de recursos renovables, por lo que puede competir con los fertilizantes químicos, ya que estos últimos proceden de recursos no renovables y en un futuro cercano se tendrá déficit.

Por otra parte, se pueden mejorar las condiciones higiénicas en las zonas rurales, para ayudar a que haya menos contaminación ambiental. Además, hay que hacer hincapié que en esta zona se pierde aproximadamente de un 15% a 30% del estiércol, por descomposición en el corral o en los estercoleros.

## REVISION DE LITERATURA

Baquedano (1979) describió a la digestión anaeróbica como el proceso de estabilización de la materia orgánica en un medio sin oxígeno, principalmente a partir de bacterias; este sistema involucra siempre a 2 tipos de bac-

terias que actúan simultánea y equilibradamente: las acidificantes y las metanógenas. El accionar específico de ambos grupos, permite describir el proceso de fermentación anaeróbica, el cual se puede separar en 3 etapas: a) Licuefacción de la materia orgánica; b) Formación de ácidos volátiles; y c) Formación de gas metano.

En la primera etapa, o de licuefacción, la materia orgánica que generalmente está en estado sólido, o semisólido, es descompuesta por las bacterias en partículas simples asimilables. Este proceso se realiza por la excreción de enzimas producidas por ellas y a otros fenómenos, principalmente por la hidrólisis de las grandes partículas solubles, en la que la rapidez del proceso es directamente proporcional a la capacidad de dilución de la materia orgánica en el agua.

La segunda etapa es la formación de ácidos, donde estas mismas bacterias anaeróbicas producen los ácidos: acético, propiónico y butírico, principalmente; estos ácidos son los que pasan a ser alimento de las bacterias metanógenas. Otra función de este grupo de bacterias acidificantes, es la de eliminar el oxígeno del medio interior del digestor, condición especial para la vida de las bacterias metanógenas, que son anaeróbicas obligadas.

La tercera etapa, o formación de metano, se caracteriza por la entrada en acción de las bacterias metanógenas, las que, alimentándose de los desechos de las bacterias acidificantes, producen gases (entre ellos el metano); de ahí la denominación de biogas, y los efluentes llamados biofertilizantes, pues son productos de una acción biológica.

Penagos (1967) señaló que tan importante como la producción de metano, es el lugar que ocupa la digestión anaeróbica para la obtención de biofertilizantes. Estudios por él realizados, demuestran que los fertilizantes salidos del digestor contienen de 2 a 3 veces más nitrógeno asimilable, que el mejor compuesto hecho al aire.

Composición química del estiércol procesado mediante diferentes tratamientos

Clase de abono	Nitrógeno o/o	Fósforo o/o	Potasio o/o
Estiércol amontonado	0.50	0.30	0.60
Compost sistema indore	1.25	0.95	0.94
Otros sistemas de compost	1.90	0.80	0.80
El sistema biológico anaeróbico	3.80	2.00	6.40

Penagos (1967)

Pichardo (1980), determinó que un metro cúbico de biofertilizante producido diariamente, puede fertilizar más de 100 m<sup>2</sup> de tierra por año, a un nivel de 200 kg de N/ha.

Augenstein (1976) concluyó que, en el proceso de digestión, los organismos que se encuentran en un volumen cerrado de fermentación anaeróbica consumen sustrato, ya sea estiércol o algún otro material orgánico, dando como productos finales: metano, bióxido de carbono, biomasa y un residuo no procesado; entre las ventajas figura la eliminación de algunos componentes indeseables del sustrato, como son los ácidos en el estiércol, el gas producido es un combustible mucho más utilizable que el sustrato; el lodo residual que contiene biomasa es valioso como material fertilizante.

Sweeten (1981) concluyó que uno de los sistemas básicos que han probado ser prácticos para almacenar el estiércol y aplicarlo a la tierra, en el Suroeste de los Estados Unidos, es el tratamiento de estiércoles en lagunas (Anaeróbico), seguido de riego por aspersión.

Los sistemas de laguna son usados para tratar biológicamente los desperdicios orgánicos y para almacenamiento por períodos largos (200 días o más); entre sus ventajas más grandes se incluye: el bajo costo de construcción, bajos requerimientos de trabajo y energía, bajos costos operacionales y buen control de moscas.

Martínez (1982) al trabajar bajo condiciones de invernadero, con el cultivo de soya, a diferentes diluciones de fertilizante líquido, obtenido por biodegradación anaeróbica del estiércol de bovino, concluyó que la dilución 1:75 es la óptima que debe usarse.

## MATERIALES Y METODOS

Durante el ciclo agrícola primavera-verano 1983, se realizó un experimento en el cultivo de frijol bajo condiciones de riego.

Se probaron 6 concentraciones de biofertilizante líquido obtenido por biodegradación del estiércol de bovino, comparadas con el tratamiento de fertilización química utilizada en la región, y un testigo sin la aplicación de nutrientes (Cuadro 1). Este experimento se realizó en el Ejido San Juan de la Vaquería, Municipio de Saltillo, Coahuila.

La dosis de fertilizante químico se aplicó totalmente al momento de la siembra.

**Cuadro 1. Tratamientos de fertilizante líquido estudiados en el experimento del cultivo de frijol bajo condiciones de riego, en la región de Der ramadero, Coah. 1983.**

Tratamiento No.	Dosis fertilizante líquido
1	50 lt/ha
2	100 lt/ha
3	150 lt/ha
4	200 lt/ha
5	250 lt/ha
6	300 lt/ha
7	40-40-0 kg/ha
8	Testigo sin aplicación de elementos nutritivos

La dosis de biofertilizante se hizo en 2 aplicaciones: mitad al momento de la siembra, y la otra a los 30 días después de la primera aplicación. Para la realización del experimento se utilizó el diseño experimental bloques al azar con 6 repeticiones; la parcela experimental fue de 4 surcos de 6.0 m de largo, con una separación de 0.80 m entre surcos; la densidad de siembra fue de 50 kg/ha, y la distancia entre plantas de 12 cm. La semilla utilizada fue la variedad pinto americano; la fecha de siembra fue el 3 de junio. Antes de la siembra se realizaron muestreos de suelo del sitio experimental, con el fin de conocer algunas características físico-químicas; así mismo se tomaron muestras antes de la aplicación de los fertilizantes líquidos y químico, a los tratamientos de más baja y más alta concentración de biofertilizante, al tratamiento de fertilización química, y al testigo, después de la cosecha también se muestrearon estos mismos, con el fin de llevar a cabo recuentos bacterianos. Se hicieron observaciones de días a la floración, número de vainas por planta, número de granos por vaina y madurez fisiológica.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### De los recuentos bacterianos.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de laboratorio realizados para determinar la población bacteriana existente, antes de la siembra y después de la cosecha del sitio experimental.

**Cuadro 2. Resultado de los recuentos bacterianos llevados a cabo por el método MGC\*, 1983.**

Tratamientos		Bacterias/g de suelo seco	
		Antes de la siembra	Después de la cosecha
50 lt/ha	1	134 400	256 000
300 lt/ha	6	122 395	486 500
40-40-0 kg/ha	7	120 000	121 000
Testigo sin aplicación de nutrientes	8	137 931	240 000

\* Mercedes de la Garza Curcho

Al interpretar los resultados del Cuadro 2, se observa que hubo un aumento considerable de población bacteriana en los tratamientos 1, 6 y 8, siendo muy reducido este aumento en el tratamiento 7. En general, donde se aplicaron productos químicos, el aumento de la población bacteriana fue muy reducido.

### De las observaciones fisiológicas

En el Cuadro 3 se presentan las observaciones fisiológicas

La floración se inició por efecto de los tratamientos de más alta aplicación de fertilizante líquido y se retardó ligeramente en los tratamientos de baja aplicación, así como en el de la aplicación del tratamiento del fertilizante químico.

Por lo que se refiere a la formación de vainas, hubo una correlación respecto a la floración de los respectivos tratamientos.

En los tratamientos de más alta aplicación de fertilizante líquido, fue donde se apreció un mayor número de vainas por planta, con respecto a los demás tratamientos. El número de granos por vaina se presentó uniforme en todos los tratamientos, con una variación de 4-6; se observó que no existió incremento alguno por efectos de tratamientos. Respecto a la madurez fisiológica, se observó que la aplicación de altas cantidades de fertilizante líquido, en general, acelera el desarrollo del cultivo; el rendimiento medio de grano del tratamiento 5 fue estadísticamente superior a los tratamientos estudiados, y guarda una relación directa con los tratamientos de más alta aplicación de fertilizante líquido.

**Cuadro 3. Observaciones fisiológicas del cultivo de frijol con respecto a la aplicación de los diferentes tratamientos estudiados, Derramadero, Coahuila. 1983.**

Tratamientos	Días a la floración	Días a la formación de vainas	Número de vainas por planta	Madurez fisiológica	Rendimiento promedio de grano (kg/ha)
50 lt/ha	50	64	7	94	235.0
100 lt/ha	50	64	7	94	273.0
150 lt/ha	50	64	9	94	250.6
200 lt/ha	47	60	9	89	366.3
250 lt/ha	47	60	12	89	640.3
300 lt/ha	47	60	12	89	524.0
40-40-0 kg/ha	50	64	9	94	366.8
Testigo (sin aplicación de nutrientes)	55	68	7	100	287.8

Nota: El rendimiento promedio fue bajo, debido a una mala labor cultural (escarda), que dañó algunas de las plantas.

## CONCLUSIONES

El procedimiento utilizado para la obtención del biofertilizante o fertilizante líquido a partir de recursos orgánicos es posible, dado que la fermentación anaeróbica del estiércol de bovino tarda de 25-30 días aproximadamente, y puede ser usado después de su obtención o almacenamiento.

La dosis óptima requerida en el cultivo de frijol fue la de 250 lt/ha de biofertilizante, o fertilizante líquido; se hacen 2 aplicaciones: una al momento de la siembra de 125 lt/ha, y el resto 30 días después de la primera aplicación. Al comparar los rendimientos respecto al fertilizante químico, el biofertilizante fue superior estadísticamente.

Resulta mucho más económico producir y aplicar biofertilizante, que utilizar los fertilizantes químicos comerciales.

## BIBLIOGRAFIA

- Augenstein, D.C. 1976. Packed bed digestion of municipal solid wastes. Resource recovery and conservation. USA.
- Baquedano, M.M., M.A. Young M. y H.L. Morales. 1979. Los digestores. En: Energía y fertilizantes para el desarrollo rural INIREB.
- Martínez P.J.F. 1982. Respuesta de la soya (*Glycine max* L.) variedad Tamazula S-80 al fertilizante líquido obtenido por fermentación anaeróbica del estiércol de bovinos. Tesis M.C. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Programa de Graduados.
- Penagos, G.M. 1967. Plantas biológicas, solución práctica e inmediata a graves problemas nacionales. CEMAT. Guatemala, C.A.
- Pichardo, E.J. 1980. Obtención de energía mediante la digestión de estiércol de vaca. Tesis Profesional. Cuautitlán, México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sweeten, F.M. 1981. Manure spreading uniformity. Field study results. Presented at the high plants seminar on feedlot manure for fertilizer and fuel, Texas Agricultural Extension Service, Dimmitt, Texas. USA. November.

**USO DE ISOTERMAS DE ADSORCION DE FOSFORO PARA ESTIMAR  
LOS REQUERIMIENTOS DE FERTILIZANTE FOSFATADO EN EL  
CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.)  
EN UN SUELO CALCAREO\***

Juan Manuel Cepeda Dovala<sup>1</sup>  
Eduardo Alberto Narro Farías<sup>2</sup>

**RESUMEN**

El presente estudio se realizó durante el ciclo agrícola 1983, en los terrenos del Rancho Aguatoche, localizado en el Municipio de Saltillo, Coahuila.

El objetivo fundamental fue tratar de incrementar el rendimiento del cultivo de papa, a través del aumento de la cantidad de fósforo disponible en el suelo por medio de azufre, para reducir el pH del suelo.

Se utilizó como mejorador químico flor de azufre con los niveles siguientes: 0, 500 y 1 000 kg/ha; se utilizó superfosfato triple como fuente de fósforo y los niveles de éste fueron: 0, 150, 300, 450, 600 y 750 kg/ha, respectivamente.

Antes de establecer el experimento se determinaron, en el laboratorio, las isotermas de adsorción, con el fin de estimar los requerimientos de fertilizante fosfatado; para esto se utilizaron diversos niveles de azufre. Los tratamientos de azufre y fósforo que se utilizaron en las isotermas de adsorción, fueron equivalentes a las cantidades utilizadas en el campo. Los resul-

<sup>1</sup> Ing. y <sup>2</sup> Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Suelos, Div. de Ingeniería, UAAAN

\* Trabajo de tesis presentado para obtener el grado de M.C. de 1

tados de laboratorio mostraron que el tratamiento de azufre correspondiente a 1 000 kg/ha, es el que presenta mayor incidencia sobre los niveles de fósforo utilizados; se encontró, además, que este tratamiento de azufre es el que baja más el pH del suelo.

Con el propósito de comprobar los resultados, se realizó el experimento de campo; los tratamientos fueron aplicados en banda un día antes de la siembra.

Para medir la influencia del mejorador y del fertilizante fosfatado, se eligió al cultivo de la papa; se utilizaron como semilla tubérculos enteros de la variedad Alpha.

Los tratamientos de azufre estudiados, no tuvieron un efecto significativo sobre la producción del tubérculo; esto se debió, probablemente, a la lenta oxidación del azufre provocada por las bajas temperaturas, la gran acumulación de carbonatos y la escasa población microbiana. Por tal motivo, la variación en la producción se debió a los niveles de fósforo y el mejor tratamiento correspondió a 750 kg/ha de fósforo. Al analizar el suelo, después de concluido el experimento, los resultados muestran que el mejorador químico (azufre) genera algunos cambios en el pH del suelo, los cuales no fueron suficientes para incrementar los rendimientos.

Desde el punto de vista económico, y bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento, no es costeable utilizar azufre como mejorador químico para tratar de acidificar el suelo, puesto que no tuvo ingerencia en la producción del cultivo.

## INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los alimentos más importantes tanto de Europa como de América, y se ha cultivado extensivamente en los últimos 100 años.

El área que se cultiva con papa en el mundo, es aproximadamente de 22 millones de hectáreas, con una producción media de 13.3 ton/ha.

En México, hasta el año de 1980 en el ciclo primavera-verano, se tenía una superficie sembrada de 81 485 ha, con un rendimiento promedio de 13.284 ton/ha.

En nuestro país se hacen grandes siembras comerciales en el Estado de Coahuila, los Valles Altos de Toluca, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, y en la Sierra de Chihuahua.

La región de Navidad, que incluye parte de los Estados de Coahuila y Nuevo León, destina una superficie aproximada de 4 000 hectáreas al cultivo de papa, el cual ha adquirido una gran importancia socio-económica. El rendimiento medio de este cultivo en la región, es alrededor de 20 ton/ha. Esta producción se considera baja, de acuerdo a las investigaciones realizadas por Burton (1948), que afirma que se pueden obtener hasta 90 ton/ha.

El cultivo de papa requiere de un suministro abundante de nutrientes, para asegurar un crecimiento rápido y continuo, y un desarrollo adecuado de tubérculos. Sin embargo, la aridez del clima que impera en esta región, ha contribuido, en gran parte, a la formación de suelos de carácter alcalino, y a la acumulación de  $\text{CaCO}_3$ . Estos 2 factores se consideran limitantes en los rendimientos del cultivo de papa, ya que influyen directamente en la fijación del fósforo añadido al suelo en forma de fertilizante, al cual hacen menos asimilable para las plantas. En base a estas consideraciones, y a la necesidad de poder ofrecer a los productores de papa un método adecuado para incrementar los rendimientos, se plantean los siguientes objetivos.

1. Incrementar el rendimiento del cultivo de papa en un suelo calcáreo, utilizando azufre como mejorador.
2. Determinar cuál es el nivel más apropiado de azufre y fertilizante fosfatado, para incrementar la concentración de fósforo disponible en el suelo, y medir esta influencia por medio de la producción del cultivo.

### **Hipótesis de la investigación**

1. Dadas las características químicas de los suelos, la adición de azufre puede contribuir en los cambios químicos del suelo, de los cuales uno de los más importantes es el pH.
2. La adición de azufre incrementa la solubilización del fertilizante fosfatado en los suelos de esta región. Esto se puede determinar utilizando las isotermas de adsorción de fósforo para diferentes niveles de azufre utilizado.

### **REVISION DE LITERATURA**

Hawkes, citado por Cásseres (1966) menciona que la papa cultivada tiene su origen en los Andes Sudamericanos, probablemente en el Altiplano cerca del lago Titicaca.

Parsons *et al.* (1983) señalan que la papa posee una gran capacidad de adaptación, pues tiene una gran difusión en el mundo. Bajo condiciones apropiadas, este cultivo tiene un contenido mayor de nutrientes que los cereales y le sigue en importancia a la soya, la cual ocupa el primer lugar en cuanto a rendimiento de proteínas por hectárea; pero, en cuanto a kilos de producción por hectárea, la papa proporciona mayor rendimiento que la soya.

Knott (1957) indica que la mayor absorción de nitrógeno, ácido fosfórico, y potasio, ocurre durante el tercer mes del crecimiento de la planta de papa. Por esto deben colocarse cantidades suficientes de elementos nutritivos, relativamente cerca de las raíces de las plantas.

Parsons *et al.* (1983) señalaron que una cosecha que tiene un rendimiento alrededor de 40 toneladas de papa por hectárea, extrae del suelo las siguientes cantidades aproximadas de elementos esenciales: 139 kg de nitrógeno, 21 kg de fósforo, 165 kg de potasio, 8 kg de calcio, 15 kg de azufre y 15 kg de magnesio, y cantidades mínimas de elementos menores.

Narro y Méndez (1982) definen a los mejoradores de suelo como productos de diferente origen y composición que, al ser aplicados al suelo, producen cambios en éste y repercuten en una mayor eficiencia en el desempeño de las funciones que tiene el suelo en beneficio de las plantas.

Tisdale (1963) menciona que el azufre es uno de los nutrientes más importantes para la planta y que, además, se puede utilizar como mejorador de suelos, ya que actúa como acidificante, y logra mantener la producción agrícola en un nivel costeable.

Thompson y Troeh (1980) señalan que el azufre suele usarse como enmienda del suelo para reducir su alcalinidad, cuando este contiene  $\text{CaCO}_3$  libre, además de un exceso de sodio. Sin embargo, una desventaja que presenta la adición de azufre al suelo, reside en el tiempo que necesita para oxidarse.

Jackson (1964) menciona que el fósforo, lo mismo que el nitrógeno y el azufre, forman aniones complejos con el oxígeno, pero la solubilidad de los fosfatos es baja, lo cual reduce prácticamente su disponibilidad y constituye una desventaja.

Buckman y Brady (1977) señalan que el fósforo está presente en todas las células, con tendencia a concentrarse en las semillas y zonas de crecimiento de las plantas. Al fósforo sólo le precede como nutrimento el nitrógeno;

la mayor parte de los abonos contienen ambos elementos, y en algunos ambientes naturales, la provisión de fósforo es aún más crítica que la del nitrógeno.

Cajuste (1977) menciona que la fuente original de fósforo en el suelo proviene generalmente del mineral llamado apatito  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ , que se presenta en forma de pequeños cristales dispersos en la mayoría de las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.

Lyons (1944) señala que en suelos alcalinos de Nebraska, el aprovechamiento del fósforo está en función de la concentración de carbonato de calcio presente en el suelo y de las labores de labranza. Además, menciona que en suelos alcalinos el fósforo no es fácilmente tomado por la planta, así exista una cantidad suficiente de fósforo soluble en agua.

Larsen (1967) menciona que el fósforo forma varios iones diferentes, los cuales provienen de la disociación del  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . La mayor parte del fósforo absorbido por las plantas pertenece a la forma orto-fosfato monovalente  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , el cual predomina en suelos cuyo pH es ligeramente ácido.

### **Investigaciones realizadas sobre la obtención de isotermas de adsorción**

Neira (1974) consideró que la adsorción de fósforo sobre la superficie de los coloides del suelo (materia orgánica, arcilla e hidróxidos), ha sido evaluada utilizando las isotermas de adsorción, que describe la adsorción de gases sobre las superficies sólidas.

Fox y Kamprath (1970) señalaron la conveniencia de utilizar el método de isotermas de adsorción de fósforo, para predecir los requerimientos de fertilizantes fosfatados en suelos de propiedades físicas y químicas contrastantes, en condiciones de invernadero, utilizando diversos cultivos.

Webber y Mattingly (1970) consideran que para un gran número de suelos, la concentración de fósforo en la solución se correlaciona con el crecimiento inicial, pero no con la toma total del fósforo; de este último proceso, depende más el factor cantidad "Q" (forma aprovechable de fósforo en el suelo).

## **MATERIALES Y METODOS**

El presente trabajo se realizó durante el ciclo agrícola Primavera-Verano de 1983, y se estudiaron 2 factores de la producción: el azufre como mejorador químico, y el fósforo como nutrimento.

El sitio experimental se encuentra en la región del Cañón de los Angeles, Municipio de Saltillo, Coahuila, en el Rancho El Aguatoche, el cual se localiza al noreste del Estado de Coahuila; sus coordenadas son 25°05' latitud norte y 100°58' longitud oeste, y tiene una altitud de 1 900 msnm.

El clima que impera en esta región es el más húmedo de los semiáridos, templado con verano cálido, muy extremoso; la mayor cantidad de lluvia se presenta durante los meses de julio y agosto. La precipitación media anual es de 375 mm.

Los meses más fríos son enero y diciembre, y las heladas se presentan desde noviembre hasta febrero. El mes más caliente del año es julio, con una temperatura media de 22°C, y una máxima de 33°C.

Los suelos de la región en estudio son del tipo xerosol-cálcico, muy secos; se caracterizan por tener una capa superficial de color claro y muy pobres en materia orgánica. Su utilización agrícola está supeditada a la disponibilidad de agua de riego.

Las determinaciones físicas y químicas que se le hicieron a las muestras de suelo y los métodos empleados en el laboratorio, se presentan en el Cuadro 1.

### **Tratamientos y Diseño Experimental**

Para determinar las isotermas de adsorción de fósforo, se siguió el procedimiento descrito por Fox y Kamprath (1970), el cual consiste en poner en contacto muestras de suelo con diferentes concentraciones de fósforo, las cuales son equivalentes a las utilizadas en el campo.

La investigación realizada consistió en el estudio de 2 factores de la producción: el azufre como mejorador químico, del cual se utilizaron 3 niveles: 0, 0.5 y 1 ton/ha; y el fósforo como nutrimento, del cual se utilizaron 6 niveles: 0, 150, 300, 450, 600 y 750 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Se usó el diseño experimental de parcelas divididas en bloques al azar para la distribución de tratamientos en el campo, con 4 repeticiones. Al combinar los 2 factores en estudio (3 niveles de azufre y 6 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), resultaron 18 tratamientos, los cuales se muestran en el Cuadro 2.

La parcela experimental fue de 6 surcos de 5 m de longitud, separados 92 cm; como parcela útil se cosecharon los 2 surcos centrales en toda su longitud. La superficie total experimental fue aproximadamente 2 000 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 1. Caracterización físico-química del suelo donde se llevó a cabo el experimento. Rancho El Aguatoche, 1983.**

Característica	Método empleado	Valores obtenidos	
		Profundidad (cm)	
		0 - 30	30 - 60
Materia orgánica (‰)	Walkley/Black	2.1	0.77
Nitrógeno total (‰)	Kjeldahl	0.348	0.063
Fósforo aprovechable (kg/ha)	Olsen	36.6	3.22
Potasio intercamb. (kg/ha)	Cobaltinitrito de Na	890.0	259.5
Carbonatos totales (‰)	NaOH 1N	79.75	69.1
Reacción del suelo (pH)	Potenciómetro	8.1	8.15
Conductividad eléctrica (mmhos/cm a 25°C)	Puente de Wheatstone	3.05	2.77
Arena (‰)	Hidrómetro de Bouyoucos	35.45	47.95
Limo (‰)	Hidrómetro de Bouyoucos	60.35	47.05
Arcilla (‰)	Hidrómetro de Bouyoucos	4.2	5.0
Textura	Triángulo de texturas	m. limo-	m. are-
		so	noso
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Parafina	1.28	1.83
Densidad de sólidos (g/cm <sup>3</sup> )	Picnómetro	2.13	2.61
<b>Extracto de salinidad</b>			
<b>Análisis de salinidad</b>			
Ca (meq/l)	Volumétrico EDTA 0.01N	40.40	34.35
Mg (meq/l)	Volumétrico EDTA 0.01N	56.84	58.24
K (meq/l)	Absorción atómica	0.89	1.56
Na (meq/l)	Absorción atómica	0.52	0.10
Cl (meq/l)	Volumétrico AgNO <sub>3</sub> 0.02N	1.6	4.0
HCO <sub>3</sub> (meq/l)	Volumétrico H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.01N	1.4	1.35
SO <sub>4</sub> (meq/l)	Gravimétrico	27.44	37.58

El día 10 de mayo de 1983, se aplicaron los tratamientos al suelo de la forma siguiente: al fondo del surco se aplicó el azufre manualmente y en banda; inmediatamente después se aplicó a todo el experimento, manualmente y en banda, una mezcla de urea y sulfato de potasio, que corresponden a las dosis de 150 kg/ha de nitrógeno, y 150 kg/ha de K<sub>2</sub>O, respectivamente (dosis utilizada por el agricultor). En seguida se aplicaron los niveles de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y se cubrieron con unos 5 cm de tierra, aproximadamente; para lo cual se utilizaron azadones.

**Cuadro 2. Descripción de los tratamientos estudiados en el experimento de papa. Rancho El Aguatoche, ciclo primavera-verano, 1983.**

Tratamientos	S (kg/ha) (1)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha) (2)
*1	0	0
2	0	150
3	0	300
4	0	450
5	0	600
6	0	750
7	500	0
8	500	150
9	500	300
10	500	450
11	500	600
12	500	750
13	1000	0
14	1000	150
15	1000	300
16	1000	450
17	1000	600
18	1000	750

\* Tratamiento testigo

- (1) El azufre, como flor de azufre, fue aplicado totalmente en la siembra
- (2) El fósforo, como superfosfato triple de calcio, se aplicó totalmente en la siembra

La siembra se llevó a cabo un día después de haber aplicado los tratamientos; los tubérculos se colocaron en forma manual, separados a una distancia de 20 cm; por medio de un arado de doble vertedera se tapó la semilla, la cual fue de la variedad Alpha.

Para dar los riegos se utilizó un sistema por aspersión Sail Roll. Durante el ciclo del cultivo, la papa fue regada cada 15 días; el primer riego se proporcionó 40 días después de la siembra, y el último se aplicó 15 días antes de la cosecha. El día 8 de octubre de 1983 se cosechó el experimento, mediante una cosechadora de 2 surcos. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis estadístico.

La altura de plantas fue evaluada en el campo, y para ello se tomaron al azar, 4 plantas de los 4 surcos centrales, para su medición, considerando las 4 repeticiones. Las mediciones se hicieron a los 50, 66 y 71 días después de la siembra.

Después de concluido el experimento, se muestreó el suelo a una profundidad de 30 cm, con el propósito de evaluar el efecto de los tratamientos aplicados en las condiciones químicas del suelo. Las muestras fueron enviadas al laboratorio de Física de Suelos para su análisis.

Los rendimientos experimentales fueron analizados matemáticamente y se les practicó el análisis de varianza (ANVA); se utilizó el diseño de parcelas divididas en bloques al azar, con el propósito de determinar la significancia o falta de ella; también se calculó la diferencia entre medias de las muestras al 5%, y para ello se utilizó la prueba de Tuckey (DHS, diferencia significativa honesta).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La siembra se realizó el 11 de mayo de 1983, con semilla certificada de la variedad Alpha, cuyo ciclo es de 120 días aproximadamente.

La germinación de los tubérculos se inició irregularmente, aproximadamente a los 21 días después de la siembra, y a los 28 días se observó una germinación de un 95% en todo el experimento. El inicio de la floración se detectó el 12 de julio, y se completó el día 28 del mismo mes.

Los análisis del suelo, antes de establecer el experimento, indicaron que se trata de un suelo medianamente rico en materia orgánica, lo que origina un alto contenido de nitrógeno total; sin embargo, las cantidades de fósforo reportadas indican que el suelo es muy pobre en lo referente a este elemento y el contenido de potasio es muy elevado, por lo que no existen deficiencias de este nutriente; el pH del suelo es 8.1 y se clasifica como medianamente alcalino.

El suelo en estudio presenta una coloración blanca, debido a la alta concentración de  $\text{CaCO}_3$ , y son de textura migajón-limoso.

### Obtención de isotermas de adsorción

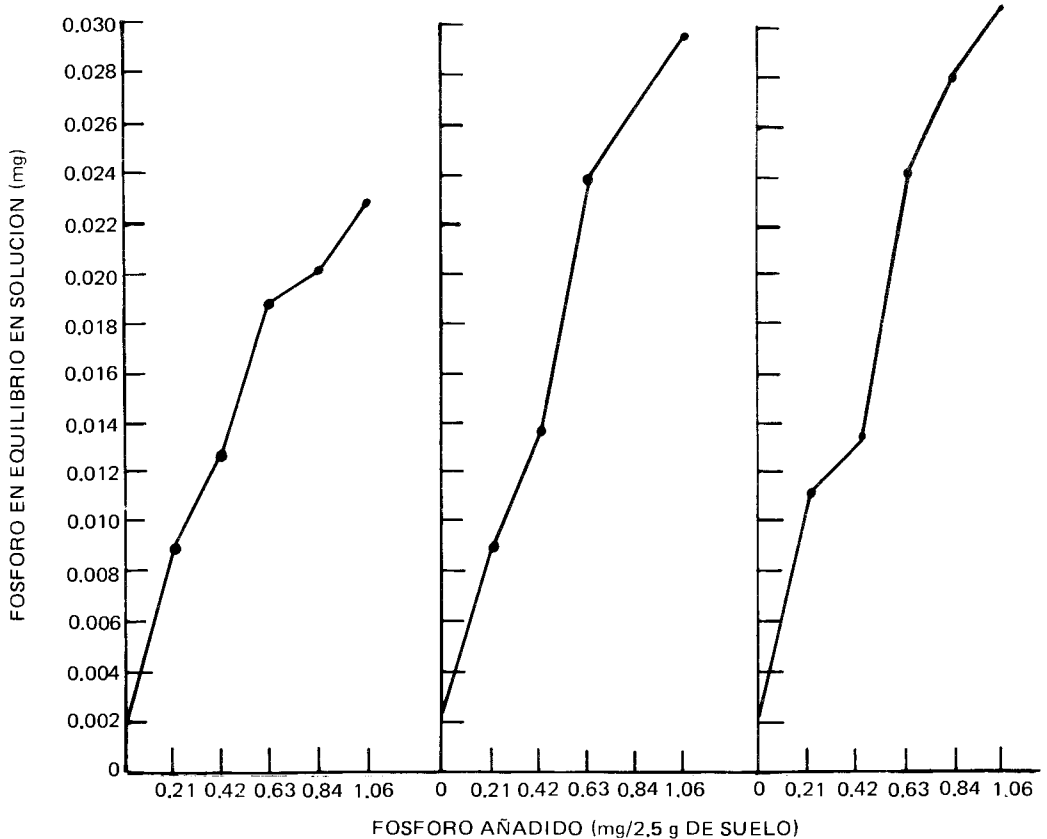
En el Cuadro 3, se muestra la descripción de los tratamientos estudiados, para obtener las isotermas de adsorción de fósforo en el suelo antes de

**Cuadro 3. Descripción de los tratamientos estudiados para obtener las isotermas de adsorción de fósforo en el suelo antes de establecer el experimento. Rancho El Aguatoche, 1983.**

No.	Tratamientos (mg)		pH	Solución (kg/ha)	Solución (mg)	Adsorbido (kg/ha)	Adsorbido (mg)
	Azufre	Fósforo					
1	0	0	8.1	1.57	0.002	63	
2	0	0.21	7.95	6.3	0.0088	143.7	0.201
3	0	0.42	8.0	9.0	0.0126	291	0.407
4	0	0.63	8.0	13.5	0.0189	436	0.611
5	0	0.84	8.9	14.4	0.020	585.6	0.82
6	0	1.06	7.9	17.1	0.023	732.9	1.034
7	0.325	0	7.85	2.02	0.0025	81.05	
8	0.325	0.21	7.8	6.3	0.0088	143.7	0.201
9	0.325	0.42	7.75	9.9	0.0138	290.1	0.406
10	0.325	0.63	7.8	17.1	0.0239	432.9	0.606
11	0.325	0.84	7.8	18.9	0.0264	581.1	0.813
12	0.325	1.06	7.8	21.1	0.0298	728.9	1.03
13	0.65	0	7.8	2.02	0.0025	81.05	
14	0.65	0.21	7.7	8.1	0.0113	141.9	0.198
15	0.65	0.42	7.7	9.45	0.0132	290.5	0.406
16	0.65	0.63	7.75	17.1	0.0239	432.9	0.606
17	0.65	0.84	7.8	20.0	0.028	580	0.812
18	0.65	1.06	7.7	22.0	0.031	728	1.029

Nota: Las cantidades de fósforo y azufre utilizadas para obtener las isotermas de adsorción, son equivalentes a las cantidades utilizadas en el campo.

establecer el experimento. Para los niveles más altos de azufre, el pH medio fue de 7.7, lo cual originó que existiese una liberación mayor del fósforo añadido en la solución del suelo. Las concentraciones de fósforo en la solución, aumentaron a medida que disminuía el pH, como se indica en la Figura 1, donde se muestra la relación entre el fósforo añadido y el fósforo en equilibrio en solución, en función del azufre aplicado.



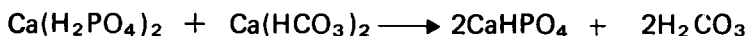
**Figura 1.** Relación entre el fósforo añadido y el fósforo en equilibrio en solución, en función del azufre aplicado. Rancho El Aguatoche, 1983.

### Cambios químicos provocados en el suelo

La caracterización de algunas de las propiedades químicas del suelo después de concluido el experimento, muestran, en general, incrementos en la materia orgánica, nitrógeno total y potasio intercambiable. Sin embargo, en lo que respecta al fósforo aprovechable, se encontró, después de la cosecha, que fue mayor en casi todos los tratamientos aplicados, excepto en

aquéllos donde no se aplicó este nutrimento. El pH alcalino del lugar en estudio, además de las concentraciones importantes de  $\text{CO}_3$  y  $\text{HCO}_3$  de calcio y magnesio, presentes en la fase sólida y en la solución del suelo, originan el proceso llamado adsorción química o por precipitación; es decir, que las sustancias solubles pasan a formar parte de la fase sólida, en forma de sales poco solubles.

Cuando se aplica el fósforo al suelo en forma de monofosfato cálcico  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , reacciona con el  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  presente en la solución del suelo de la siguiente manera:



El ión  $\text{HPO}_4^-$  es el que predomina en la solución del suelo, a un pH que varía de 7.5 a 9; sin embargo, esta forma de fósforo es poco requerida y asimilable por las plantas.

### Producción de tubérculos

La producción de tubérculos varió de 4.769 ton/ha, para el tratamiento (1 000 kg/ha de S – 0.0 kg/ha  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), a 12.054 ton/ha para el tratamiento (500 kg/ha de S – 750 kg/ha  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), tal como se muestra en el Cuadro 4.

El análisis de varianza practicado a los datos de producción, reporta diferencia altamente significativa para los tratamientos de fósforo; no fue así para los tratamientos de azufre, la interacción y las repeticiones o bloques. Esto indica que la adición de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , es el factor que induce los cambios en la producción de tubérculos en este tipo de suelos calcáreos, y que el terreno donde quedaron ubicados los bloques presentan características homogéneas. Lo anterior se puede observar en el Cuadro 5.

### CONCLUSIONES

1. El método de isotermas de adsorción para estimar los requerimientos de fertilizante fosfatado, permite tener una idea de qué cantidad de fertilizante es necesario aplicar a un suelo para obtener una buena producción de los cultivos. La representación de fósforo adsorbido frente a la concentración del mismo en la solución en equilibrio, muestra una isoterma en la que la cantidad adsorbida disminuye al aumentar la saturación total con las adiciones de fosfato empleadas.

Las mayores concentraciones de fósforo en solución, se incrementaron a medida que se aumentaba la cantidad de fósforo añadida a las

**Cuadro 4. Rendimientos totales y medios en ton/ha de cada parcela para los 18 tratamientos en estudio en el cultivo de la papa. Rancho El Aguatoche, 1983.**

No.	Tratamientos S P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Repeticiones				Totales	Medias
		I	II	III	IV		
1	0	4.337	5.019	4.113	6.540	20.009	5.002
2	0	6.769	6.081	6.253	10.068	29.171	7.292
3	0	8.060	9.867	8.978	11.531	38.436	9.609
4	0	11.932	9.064	5.679	9.379	36.054	9.013
5	0	10.785	11.215	8.002	10.871	40.873	10.218
6	0	12.649	9.379	10.209	14.399	46.646	11.659
7	500	6.293	3.642	4.015	5.564	19.514	4.878
8	500	5.908	6.453	7.974	7.171	27.506	6.876
9	500	3.671	7.830	9.723	6.654	27.878	6.969
10	500	4.761	11.731	8.863	10.555	35.910	8.977
11	500	7.543	12.793	5.335	11.416	37.089	9.271
12	500	14.829	10.441	10.039	12.907	48.216	12.054
13	1000	2.323	4.532	7.830	4.391	19.076	4.769
14	1000	6.923	4.187	4.589	7.171	22.870	5.717
15	1000	7.563	7.945	6.482	9.924	31.914	7.978
16	1000	9.867	6.912	7.142	9.236	33.157	8.289
17	1000	9.398	9.150	7.457	11.014	37.019	9.254
18	1000	11.205	4.818	7.974	12.391	36.388	9.097
Bloques totales		144.816	141.059	130.657	171.182	587.714	8.163*

\* Producción media en ton/ha de todo el experimento

**Cuadro 5. Análisis de varianza para parcelas divididas en bloques al azar, practicado a la producción total de tubérculos (kg/ha). Rancho El Aguatoche, 1983.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F calculada	Valor de F de tablas		Coeficiente de variación (%)
					5%	1%	
Repeticiones	3	49.55	16.52	4.06 NS	4.76	9.78	
Parcelas grandes	2	19.71	9.85	2.43 NS	5.14	10.92	24.68
Error (a)	6	24.38	4.06	0.00			
Parcelas chicas	5	211.19	42.24	7.96 **	2.42	3.44	28.22
Interacción (ab)	10	22.28	2.29	0.43			
Error (b)	45	238.92	5.31	0.00			
Total	71	566.63	0.00	0.00			

NS: No significativo

\*\* Significativo al .05 de probabilidad

muestras de suelo. Este incremento de concentración fue influido por la presencia del mejorador químico, el cual provocó cambios importantes en el pH del suelo.

2. Considerando la isoterma que muestra la relación de fósforo adsorbido y el fósforo en solución, en función de las aplicaciones de azufre, la máxima concentración de fósforo en solución corresponde al tratamiento de 1 000 kg de azufre y 750 kg de fósforo respectivamente.
3. Los resultados obtenidos en el experimento de campo, muestran que el azufre no tuvo significancia con relación a la producción del cultivo. Esto es lógico, desde el punto de vista de que la oxidación del azufre es muy lenta, debido a las condiciones climáticas y a la baja población microbiana existente en el sitio de estudio.
4. Con respecto a la primera hipótesis de la investigación, en cierta forma el azufre como mejorador químico contribuyó en los cambios del pH del suelo, en un período total de incubación de 150 días. Si se quiere obtener mejores resultados con respecto a los cambios en el pH del suelo, probablemente sea necesario incorporar el azufre antes de la siembra, para que pueda existir una oxidación adecuada.
5. Con respecto a la segunda hipótesis, los cambios provocados en el pH del suelo no fueron suficientes para incrementar la solubilización del fósforo presente en el suelo; por tal motivo, es necesario aplicar grandes concentraciones de fertilizante fosfatado para cubrir las deficiencias de este nutrimento.
6. Probablemente, otro de los factores limitantes en la conducción de este experimento, fue la presencia de cristales de sulfato de calcio, ya que su solubilidad es muy baja y, al estar precipitado, inhibe la solubilidad del azufre.
7. Económicamente no son recomendables las aplicaciones de azufre para tratar de incrementar la producción de tubérculos en este tipo de suelos, a menos que se hagan adiciones de este mejorador con suficiente anticipación, o bien incorporar materia orgánica al suelo para que exista una mayor actividad microbiana, y se acelere el proceso de oxidación del azufre.

## BIBLIOGRAFIA

- Buckman, O.H. y C.N. Brady. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. 1a. ed. Barcelona, España. Montaner y Simón, S.A.
- Burton, W.G. 1948. The potato, a survey of its history and the factors influencing its yield, nutritive value and storage. London, Chapman and Hall.
- Cajuste, L.J. 1977. Química de suelos con un enfoque agrícola. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados.
- Cásseres E. 1966. Producción de hortalizas. Lima, Perú. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.
- Fox, R.L. and E.J. Kamprath. 1970. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soils. Soil Science Society American Proceeding, Vol. 34:902-906.
- Jackson, M.L. 1964. Análisis químico de suelos. Traducción del inglés por J. Beltrán Martínez. Barcelona, España. Editorial Omega.
- Knott, J.E. 1957. Handbook for vegetable growers. New York Wiley. 238 p.
- Larsen, S. 1967. Soil phosphorus. Advances in agronomy. 19:151-210.
- Lyons, L.C. 1944. Comercial fertilizers for the irrigated sections of western Nebraska, Nebraska. Agr. Exp. Stat. Bull. 365 p.
- Narro, F.E. y V. Méndez. 1982. Efecto de mejoradores de suelo y dosis de fertilización fosfatada en el desarrollo del cultivo de papa en un suelo de pH alcalino. XV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo.
- Neira, F.G. 1974. Propiedades químicas de los suelos. Bogotá, Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agrológica. Vol. X, No. 11.
- Parsons, D.B. *et al.* 1983. Papas. Manuales de educación agropecuaria. Area Producción Vegetal. México. Editorial Trillas.
- Thompson, L.M. y F.R. Troeh. 1980. Los suelos y su fertilidad. Versión española por D. Juan Puig de Fábregas Tomas. Barcelona, España. Editorial Reverté.

Tisdale, S.L. 1963. Azufre el factor limitante. Publicado por la Revista Agricultural Ammonia News en su número de Enero-Febrero. Celaya, México. Stauffer de México, S.A.

Webber, M.D. y C.E. Mattingly. 1970. Inorganic soil phosphorus. I. Changes in monocalcium phosphate potenciales on cropping. Journal Soil Science. 2:11-120.

## **COLABORADORES**

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

## CONTENIDO

COMBINACIONES DE GERMOPLASMA DE MAIZ ( <i>Zea mays</i> L. ) PROPIOS PARA EL BAJIO Y TROPICO. DOSIS OPTIMA PARA RENDIMIENTO Y ESTABILIDAD. Morales Loredo, A. y Espinoza Velázquez, J.	1
NIVEL DE PLOIDIA EN LAS COLECCIONES DE GUAYULE ( <i>Parthenium argentatum</i> , Gray) NATIVAS DEL ESTADO DE COAHUILA. Alcalá Rodríguez, M.E. y Kuruvadi, S.	28
POTENCIAL DEL SISTEMA RADICAL EN COLECCIONES DE ZACATE GIGANTE ( <i>Leptochloa dubia</i> H.B.K. Nees). Espinoza Zapata, R. y Kuruvadi, S.	36
ASOCIACION DE PIOJOS MALOFAGOS Y ANOPLUROS DEL GANADO OVINO Y CAPRINO EN LA REGION DE SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. Lozoya Saldaña, A., Quiñones Luna, S.: Aguirre Uribe, L.A. y Guerrero Rodríguez, E.	49
TABLA DE VIDA DE LA NUEZ PECANERA. García Martínez, O., Espinoza Razo, E. y Aguirre Uribe, L.A.	60
PROPIEDADES FISICO QUIMICAS DEL CALOSTRO OBTENIDO A LAS 0, 24, 48 Y 72 HORAS POSTPARTUM Y SOMETIDO A 5 PERIODOS DE CONGELACION. León González, L.L. de, Velasco Molina, J., Silva Cerrón, R. y Suárez García, L.	75
CONTROL QUIMICO DEL H0JASEN ( <i>Flourensia cernua</i> D.C.) EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO. Cavazos Cadena, O.E., Gutiérrez Castillo, J., Coronado Leza, A. y Medina Torres, J.G.	91
FERTILIZACION EXTRAEDAFICA COMO UNA ALTERNATIVA PARA PROPORCIONAR ZINC AL CULTIVO DEL NOGAL EN LA COMARCA LAGUNERA*. Moreno Resendez, A., Narro Farías, E.A., Flores Lui, L.F. y Garza Garza R. de la.	112
RESPUESTA DEL FRIJOL ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) AL FERTILIZANTE LIQUIDO BIODEGRADADO ANAEROBICAMENTE DEL ESTIERCOL DE BOVINO. Abencerraje Rodríguez, F. y Garza Curcho M. de la.	130
USO DE ISOTERMAS DE ADSORCION DE FOSFORO PARA ESTIMAR LOS REQUERIMIENTOS DE FERTILIZANTE FOSFATADO EN EL CULTIVO DE LA PAPA ( <i>Solarium tuberosum</i> L.) EN UN SUELO CALCAREO*. Cepeda Dovala, J.M. y Narro Farías, E.A.	138