

# Agraria

AGRARIA VOL. 9, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1993

ISSN 0186-8063



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

## DIRECTORIO DE LA UAAAN

### RECTOR

Dr. Eleuterio López Pérez  
(Hasta sep. 1993)

### RECTOR INTERINO

Ing. Eduardo Fuentes Rodríguez  
(A partir de sep. 1993)

### SECRETARIO GENERAL

Ing. René E. Rodríguez Charúa  
(Hasta nov. 1993)

### SECRETARIO GENERAL INTERINO

M.V.Z. José Luis Berlanga Flores  
(A partir de nov. 1993)

### DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Jorge R. González Domínguez

### SUBDIRECTOR DE INTERCAMBIO CIENTÍFICO

Ing. Manuel Torres Hernández

### SUBDIRECTOR DE DESARROLLO DEL PERSONAL CIENTÍFICO

Biol. Andrés Rodríguez Gámez

### SUBDIRECTOR DE PROGRAMACIÓN Y EVALUACIÓN CIENTÍFICA

Ing. Arnoldo Oyervides García

### SUBDIRECTOR DE OPERACIÓN DE PROGRAMAS

Ing. Luis Angel Muñoz Romero

---

AGRARIA. REVISTA CIENTÍFICA UAAAN. VOL.9 NÚM. 2. JULIO-DICIEMBRE 1993

---

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.

Comité Editorial: M.S. Felipe Rodríguez Cano, M.C. Oziel Montañez González, Dr. Eduardo Narro Farías, Dr. Jorge R. González Domínguez, M.C. Roberto Nava Coronel y M.C. Lorenzo Suárez García.

La edición, diseño e impresión de esta publicación, estuvo a cargo del personal de las Sub-direcciones de Difusión y Servicios de Apoyo, y de Intercambio Científico de la UAAAN. Edición: Ing. Oziel Montañez González y Lic. Víctor M. López González.

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

# Agropapia

AGRARIA VOL. 9, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1993

ISSN 0186-8063



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



## CONTENIDO

ANÁLISIS DIALÉLICO Y HETEROSIS PARA DIFERENTES CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EN SORGO FORRAJERO. Kuruvadi, S., Méndez Baldaneda, B., Muñoz Romero, L.A.,	99
CARACTERIZACIÓN DEL APARATO ESTOMATALEN CÁRTAMO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. Kuruvadi, S., Madueño Molina, A., López Benítez, A., Borrego Escalante, F.	108
COEFICIENTE DE SENDERO PARA ACEITE Y SUS COMPONENTES ASOCIADOS EN CÁRTAMOBajo AMBIENTES DE RIEGO Y TEMPORAL. Kuruvadi, S., Aguilera Rangel, R., López Benítez, A.	116
RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN MAÍZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL. Robledo Torres, V., Kuruvadi, S., Oyervides García, A.	126
EFFECTOS COLATERALES DE LA APLICACIÓN DE INSECTICIDAS SOBRE POBLACIONES DE INSECTOS EN NOGAL. Aguirre Uribe, L.A., Corrales Reynaga, J., Flores Dávila, M., Villegas Salas, J.L.	138
RESPUESTA DEL GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ <i>Acrobasis nuxvorella</i> Neunzig A INSECTICIDAS DE DOS GRUPOS TOXICOLÓGICOS. Aguirre Uribe, L.A., Villegas Salas, J.L., Guerrero Rodríguez, E., Corrales Reynaga, J.	147
PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CALIDAD NUTRICIONAL DE BALICO ANUAL CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA. Torres Hernández, M.	157
ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN Y SUELO CON ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES EN UN PREDIO DEL SUR DE COAHUILA. Hernández Rojas, P., Díaz Solís, H., Rodríguez G. L.E , Aizpuru García, E., López Cervantes, R.	169
DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL PARA MANZANO EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA: UN ANÁLISIS METODOLÓGICO. Cortés Jiménez, J.M., Narro Farías, E.A.	180
EFFECTO DE COMPOSTA DE BASURAS URBANAS SOBRE CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE SUELO Y PLANTA. Briz Izaguirre, J.M., Requejo López, R., Bustamante García, L., Rubio Covarrubias, O.	197



## ANÁLISIS DIALÉLICO Y HETEROSIS PARA DIFERENTES CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EN SORGO FORRAJERO

Sathyanarayanaiah Kuruvadi<sup>1</sup>  
Bernardino Méndez Baldaneda<sup>2</sup>  
Luis Angel Muñoz Romero<sup>3</sup>

### RESUMEN

En esta investigación se evaluaron seis hembras, 13 machos y sus 78 cru-  
zas, bajo un diseño de bloques al azar con dos repeticiones, con el objetivo de  
identificar progenitores con alto valor de Aptitud Combinatoria General (ACG) y  
Aptitud Combinatoria Específica (ACE) en los híbridos, estudiar heterosis para fo-  
rraje y otras características agronómicas. El análisis de varianza indicó diferen-  
cias significativas para ACG, en las hembras y machos, en rendimiento de forra-  
je verde y seco, diámetro de tallo (excepto en hembras) número de hojas, altura  
de planta y área de hoja bandera, revelando acción de genes aditivos en la he-  
rencia de estas características. Las hembras produjeron más altos valores de ACG  
para la mayoría de las características estudiadas en comparación con los ma-  
chos.

Se identificaron las hembras 1, 3 y 4, y los machos 19, 14, 16 y 17 como  
combinadores sobresalientes para forraje y otras características cuantitativas. Se  
manifestó heterosis para forraje verde y seco sobre progenitor superior, en 35.9  
y 32.1% de las cruza estudiadas. Para rendimiento de forraje verde y seco la he-  
terosis varió entre -63 a 52.8% y -74.5 a 54.4% respectivamente, sobre progeni-  
tor superior.

**Palabras clave:** Sorgo, forraje, análisis dialélico, Aptitud Combinatoria Ge-  
neral (ACG) y Aptitud Combinatoria Específica (ACE)

---

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

## SUMMARY

In this investigation six females and 13 males and their 78 hybrids were evaluated using a randomized block design with two replications, with an object of identifying better parents with higher values of general combining ability (GCA), and crosses with higher values of specific combining ability (SCA) and to study the heterosis for fodder and other agronomic traits. The analysis of variance indicated significant differences for GCA in female and males for the yield of green and dry fodder, stem diameter (except in females), number of leaves per plant, plant height and flag leaf area, revealing the additive gene action in the inheritance of these traits. The females were manifested higher values of GCA for the majority of the characters studied on comparison with the males.

The females 1, 3 and 4, and males 19, 14, 16 and 17 were identified as superior combiners for fodder and other quantitative characters. Heterosis over better parent for green and dry fodder were recorded in 35.9 and 32.1% of the crosses studied respectively. The heterosis for green and dry fodder varied from -63 to 52.8% and -74.5 to 54.4% respectively over superior parent.

**Key words:** Sorghum, forage, diallelic analysis, General Combining Ability (GCA), Specific Combining Ability (SCA).

## INTRODUCCIÓN

La producción de forraje es una de las actividades primarias importantes en México porque ésta es la materia prima para producir alimentos altos en proteínas como carne, leche y sus productos. Una de las características del sorgo forrajero (*Sorghum vulgare* L. Moench) es que es un alimento valioso para la manutención de los animales rumiantes en sus diferentes etapas de crecimiento, puesto que generalmente contiene buen valor nutritivo cuando se corta o pastorea en épocas adecuadas, posee digestibilidad, contenido protéico aceptable, y energético de buena palatabilidad.

El mejoramiento en la calidad de forraje está relacionado con el genotipo de sorgo que cultive y la finalidad de su uso. En diversos países tales como: Nigeria, África, Estados Unidos de Norteamérica, India y Australia, se han obtenido líneas puras, líneas androestériles, líneas restauradoras e híbridos potenciales forrajeros, a través de estudios de aptitud combinatoria.

El estudio de análisis de aptitud combinatoria de diferentes características agronómicas del cultivo, influye y auxilia al fitomejoramiento para seleccionar a los mejores progenitores (Johnson y Hays, 1939) y para tener éxito en la producción de híbridos superiores, formación de sintéticos potenciales (Tysdal y Crandall, 1948), además de que permite obtener recombinaciones deseables en la generaciones tempranas y avanzadas (Lupton, 1960) en los cultivos.

Varios investigadores (Beil y Atkins, 1967; Dangi y Paroda, 1978 y Kambal y Webster, 1965) han estudiado la aptitud combinatoria general y específica para componentes de rendimiento y características agronómicas, en los sorgos de la especie de grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), pero tal información es escasa en los sorgos forrajeros. Por lo tanto, en esta investigación se plantearon los objetivos siguientes: identificar a las mejores líneas hembras y machos con altos valores de aptitud combinatoria general (ACG) y las mejores cruzas con alto valor de aptitud combinatoria específica (ACE), además de estudiar heterosis para forraje y otras características cuantitativas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los recursos genéticos consisten en líneas élite, formadas por seis hembras (At x 378A, At x 399A, At x 622A, At 624A, At x 3197A y 4T x A) androestériles, las cuales han sido seleccionadas por sus características deseables, tales como: grosor de tallo, número de hojas, precocidad, semienanos y resistencia a enfermedades. Los trece machos (78-1600, 1602, 1603, 1606, 1607, 1608, 1609, 1611, 1612, 1613, 1614, 1445 y 33) son líneas que contienen genes restauradores, seleccionadas en base a: alto rendimiento, altura de planta, número de hojas, grosor de tallo y características agronómicas debido a su diversidad geográfica, ya que provienen del International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) de la India y de la Universidad de Nebraska de Estados Unidos de Norteamérica.

Las hembras y machos se sembraron en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, de Saltillo, Coahuila, México, en dos fechas de siembra, con 15 días de diferencia para facilitar la sincronización de floración y para realizar máximo número de cruzas. Las cruzas se efectuaron con base al diseño II de Carolina del Norte (Comstock y Robinson, 1948). Las 97 poblaciones (6 mantenedores, 13 machos y 78 cruzas) se sembraron en el campo bajo un diseño de bloques al azar con dos repeticiones, en Anáhuac, Nuevo León. La distancia entre surco fue de 80 cm, la siembra se efectuó a chorrillo, manualmente y en tierra venida. La parcela experimental consistió en dos surcos de 5 m y la parcela útil de 1.92 m<sup>2</sup>.

Se proporcionó una dosis de fertilización de 120-60-00 por hectárea, al momento de siembra se aplicó la mitad de nitrógeno y el fósforo total, y la parte restante de nitrógeno se suministró en el primer aporque a los 40 días; se dio un riego de post siembra y tres de auxilio según las necesidades del cultivo. En la fase de desarrollo, con más de 50% de floración, se cosechó el forraje de la parcela útil.

Se tomaron datos sobre ocho características agronómicas y los promedios se utilizaron para estimación de varianza, según el diseño II de Carolina del Nor-

te, de Comstock y Robinson (1948); los efectos de ACG y ACE fueron estimados de acuerdo a la metodología propuesta por Jenkins y Brunson (1932). Se determinó el porcentaje de heterosis para diferentes características, mediante la fórmula de Sinha y Khanna (1975).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (Cuadro 1) para ACG en las hembras y machos, y para ACE en machos por hembras, indican diferencias significativas para rendimiento de forraje fresco y seco, y diámetro del tallo (excepto en las hembras), revelando que los efectos aditivos y no aditivos están involucrados en la herencia de estos rasgos. Sin embargo, la comparación de varianzas de ACG y ACE para forraje verde y seco, indicó el papel predominante de ACG sobre ACE, deduciéndose que estos rasgos están controlados por genes aditivos y se puede predecir su comportamiento en generaciones tempranas. Se encontraron diferencias altamente significativas para ACG en las hembras y machos para número de hojas por planta, altura de planta y área de hoja bandera, no así para las mismas características para ACE en machos por hembras. Esto indica que estos atributos están controlados mayormente por acción de genes aditivos, lo que sugiere que es posible obtener avance y mejorar estos componentes del rendimiento de forraje sorgo individualmente en el mejoramiento del cultivo. Los valores de ACG fueron muy altos en las hembras para rendimiento de forraje, número de hojas por planta y área de hoja bandera, comparados con los machos. Estos resultados confirman lo reportado por Chandra *et al.* (1974) para altura de planta, número de hojas por planta (Dangi y Paroda, 1978 y Saini y Paroda, 1975) y rendimiento de tallos y hojas en sorgo forrajero (Ross *et al.*, 1983).

Los machos produjeron 63.18% y 98.15% más forraje verde y seco respectivamente, en comparación con las hembras. Los machos 7, 16, 19 y 18, y las hembras 5, 4 y 3 produjeron altos rendimientos comparados con otros progenitores incluidos. Los híbridos 1x19, 6x19, 6x13, 3x14, 1x14, 1x15 y 1x16 manifestaron altos rendimientos de forraje.

Los efectos de ACG para las hembras y machos, se presentan en el (Cuadro 2). Las hembras 1x4 y los machos 14, 11, 16, 12, 10 y 19 expresaron valores positivos para ACG, para forraje verde y seco. La ACG está constituida por varianza aditiva y por la interacción de varianza aditiva x aditiva; por lo tanto, estos progenitores poseen acción de genes aditivos implicados, que pueden generar segregantes superiores para forraje en generaciones futuras.

Para el carácter diámetro de tallo, las hembras 2 y 3, y los machos 19, 14 y 7, produjeron valores altos y fueron combinadores superiores para grosor del tallo. Número de hojas es un componente muy importante pues contribuye en la producción de forraje verde y seco. En el programa de sorgo forrajero siempre

**Cuadro 1. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en sorgo forrajero.**

Fuente de variación	Grado de libertad	Cuadrados Medios						Área de hoja bandera
		Peso fresco de forraje	Peso seco de forraje	Diámetro de tallo	Número de hojas	Altura de planta		
Machos	12	4.512*	2.566**	0.028*	1.573**	0.199*	1966.446**	
Hembras	5	8.772**	5.922**	0.028NS	6.578**	0.177**	4469.408**	
Machos/hembras	60	3.681**	2.253**	0.024**	0.551NS	0.024NS	429.037NS	
Error	77	2.194	0.815	0.014	0.412	0.019	387.226	
C.V. (%)		21.19	41.26	10.29	7.08	7.00	2.52	

\* Significativo al 5% de probabilidad

\*\* Significativo al 1% de probabilidad

NS No Significativo

CV Coeficiente de Variación

**Cuadro 2. Efectos de aptitud combinatoria general para diferentes características agonomías en las hembras y machos en sorgo forrajero.**

Genotipo	Peso fresco de forraje	Peso seco de forraje	Diámetro de tallo	Número de hojas	Altura de planta	Área de hoja bandera
<b>Hembras</b>						
1	0.334	0.030	-0.060	-0.087	-0.013	2.390
2	0.212	-0.040	0.020	-0.217	-0.042	11.170
3	-0.015	-0.010	0.030	-0.087	-0.033	-3.480
4	0.159	0.100	-0.020	0.243	0.027	-5.710
5	-0.355	-0.060	-0.020	0.333	0.067	-6.060
6	-0.337	0.000	0.000	-0.217	-0.023	1.690
<b>Machos</b>						
7	-0.348	-0.200	0.020	0.053	0.057	8.820
8	-0.305	-0.057	0.010	0.173	-0.003	12.090
9	-0.447	-0.199	-0.070	0.073	0.037	4.070
10	0.237	0.131	-0.050	-0.127	-0.093	11.840
11	0.281	0.097	-0.050	-0.177	-0.073	-5.830
12	0.280	0.069	-0.020	-0.157	-0.073	-4.780
13	-0.320	0.595	-0.080	-0.247	-0.053	5.170
14	0.451	0.107	0.030	-0.187	-0.053	-5.570
15	-0.200	-0.014	0.010	0.203	0.027	-3.030
16	0.277	0.006	0.000	0.103	0.017	-1.450
17	0.051	-0.022	0.000	0.133	0.067	-4.190
18	-0.175	-0.008	-0.020	-0.057	-0.033	-5.180
19	0.212	-0.073	0.040	0.163	0.127	6.290

tienen que utilizarse los mejores combinadores tales como las hembras 4 y 5 y machos 15, 8 y 16, para obtener híbridos potenciales y recombinantes superiores.

La altura de planta es un carácter relacionado en la determinación del rendimiento de forraje del genotipo. La planta más alta produce más nudos, entrenudos, mayor número de hojas y, por consiguiente, produce mejor biomasa en comparación de los genotipos enanos.

En esta investigación las hembras produjeron bajos rendimientos de forraje debido a su baja estatura, mientras que los machos presentaron más por poseer porte alto. Las hembras 4 y 5, y los machos 19, 17, 7 y 9, fueron los combinadores superiores para desarrollar variedades con porte alto. Las hembras 2 y 3, y los machos 10, 11, 12, 13 y 14, manifestaron valores altos y negativos para altura de planta y fueron los mejores combinadores para desarrollar plantas con baja altura.

La hoja bandera es muy tierna en comparación con todas las hojas de la planta de sorgo, al tiempo de floración a madurez fisiológica, esta hoja, en su localización, está más cerca a la panoja y tiene una eficiente fotosíntesis si se compara con las hojas inferiores y los fotosintatos desarrollados se pueden trasladar a la panoja directamente.

La hoja bandera tiene un papel muy importante en el sorgo para grano; las hembras 5, 4 y 3, y los machos 11, 14, 18, 12 y 17, expresaron valores negativos y altos, por lo que se establece que estos tipos de combinadores producen hoja bandera pequeña con menos superficie pero, en programa de sorgo forrajero, es mejor seleccionar a los combinadores con valores positivos y mayores para área de hoja bandera. Se identificaron las hembras 2, 1 y 6 y los machos 8, 10, 7, 19, 13 y 9, como combinadores sobresalientes para producir más superficie de hoja bandera.

Al analizar simultáneamente los efectos de ACG, las hembras 1, 3 y 4 y los machos 19, 14, 16, 17 y 19, fueron los mejores, al presentar valores altos y positivos para rendimiento de forraje y otras características agronómicas. Por lo tanto, estos progenitores deben de incluirse en el programa de hibridación para desarrollar híbridos potenciales y para obtener recombinantes superiores en generaciones tempranas, ya que son de utilidad para formar líneas componentes en el desarrollo de sintéticos, poblaciones recurrentes y compuestos.

Es difícil enlistar un largo volumen de datos de efectos de ACE y heterosis para diferentes características en 78 híbridos, por lo tanto, sólo ciertas combinaciones serán discutidas en este artículo. Considerando la ACE para las cruzas 1x19, 3x19, 4x9, 5x18 y 6x19, presentaron altos valores para el rendimiento de forraje. La ACE constituye la varianza no aditiva (varianza de dominancia y la varianza de la interacción). Estas cruzas generalmente producen alta heterosis, por lo que hay que explotar el potencial en el nivel de la F<sub>1</sub>.

La heterosis es el producto de comparar las características de la generación F<sub>1</sub> con el promedio de ambos progenitores (heterosis) y con el promedio de progenitor superior (heterobeltiosis). El objetivo del mejoramiento genético, en cualquier cultivo, es desarrollar materiales altamente rendidores, ya sean líneas puras, híbridos potenciales o poblaciones sobresalientes que el progenitor superior. Por lo tanto, en este artículo se discuten sólo datos de heterobeltiosis.

Existe una gran variabilidad de un extremo a otro para heterosis en la F<sub>1</sub>. Para rendimiento de forraje verde y seco, la heterobeltiosis varió entre -63 a 52.8% y -74.5 a 54.4%, respectivamente. Karper y Quinby (1937) y Isakove (1972) reportaron 75% y 22 a 110% de heterosis, respectivamente, en rendimiento de forraje en los híbridos en sorgo comparando con sus respectivos padres. En el presente estudio 35.9 y 32.1% de cruzas manifestaron heterobeltiosis para forraje ver-

de y seco, respectivamente, y los híbridos 2x12 (52.8%), 1x11 (35.8%), 3x12 (28.2%) y 1x12 (21.8%) para forraje verde, mientras que las cruzas 1x19 (54.4%), 2x13 (54.3%), 4x12 (46.3%), 3x13 (44.8%) 3x8 (43.7%) y 3x9 (38.6%) para forraje seco, expresaron heterobeltiosis. Heterosis sobre progenitor superior fue registrado por 7.69, 28.2, 32.1 y 14.1% de las cruzas estudiadas, para las características: diámetro del tallo, número de hojas, altura de planta y área de hoja bandera, respectivamente.

En las cruzas antes citadas, produjeron valores superiores de heterobeltiosis positivas por los siguientes razonamientos: diversidad genética entre ambos progenitores en la craza, altos valores de ACG de ambos progenitores, altos valores de ACE de la craza, y una combinación de altos valores de ACG de los progenitores y altos valores de ACE de la craza.

### CONCLUSIONES

1. Existe una amplia gama de variabilidad para forraje verde, seco y diferentes características agronómicas en los recursos genéticos estudiados.
2. Se identificaron las hembras 1, 3 y 4, y los machos 19, 14, 16 y 17, como combinadores sobresalientes para forraje y otras características cuantitativas.
3. Las cruzas 1x19, 3x19, 4x9, 5x18 y 6x19 presentaron altos valores de ACE para el rendimiento de forraje.
4. Se manifestó heterosis para forraje verde y seco sobre progenitor superior, con 35.9 y 32.1% de las cruzas estudiadas.
5. Los híbridos 2x12, 1x11, 3x12 y 1x12 para forraje verde y las cruzas 1x19, 2x13, 4x12, 3x13, 3x8 y 3x9 para forraje seco, expresaron heterosis entre 21.8 a 54.4%, sobre progenitor superior.

### LITERATURA CITADA

- Beil, G.M., R.E. Atkins. 1967. Estimates of general and specific combining ability in F1 hybrids for grain yield and its components in grain sorghum (*Sorghum vulgare* Pers) Crop Sci. 7:225-228.
- Chandra, S., H.S. Pooni, y G.D. Sharma. 1974. Gene action governing days to flowering, plant height and stem girth in sorghum. Indian J. Agric. Sci. 43:429-530.

- Comstock, R.E. y H.F. Robinson. 1948. The components of genetic variance in population of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics*. 4:254-266.
- Dangi, O.P. y R.S. Paroda. 1978. Combining ability analysis for yield and its components in forage sorghum. *Indian J. Agric. Sci.* 48:287-290.
- Isakove, Y.I. 1972. Breeding and seed production in sorghum. *Kukuraze*. 6:30-31.
- Jenkins, M.T. y A.M. Brunson. 1932. Method of testing inbred lines of maize in cross breed combinations. *J. Am. Soc. Agron.* 24(7):523-530.
- Johnson. I.J. y H.K. Hays. 1939. The value of hybrid combinations of inbred lines of corn selected from single crosses by the pedigree method of breeding. *J. Am. Soc.*
- Kambal, A.F. y O.J. Webster. 1965. Estimates of general and specific combining ability in grain sorghum (*Sorghum vulgare Pers*). *Crop. Sci.* 5:521-523.
- Karper, R.E. y J.R. Quinby. 1937. Hybrid vigor in sorghums. *J. Heredity*. 28:82-91.
- Lupton, F.G.H. 1960. Assessment of the combining ability of winter wheat varieties in breeding for yield. *Heredity*. 14:458- 460.
- Ross, W.M., H.J. Gorz, G.H. Haskins, G.H. Hookstra, J.K. Rutto y K. Ritter. 1983. Combining ability effects for forage residue traits grain sorghum hybrids. *Crop Sci.* 23:97-101.
- Saini, M.L. y R.S. Paroda. 1975. Inheritance of forage quantitative attributes in species of Eu-sorghum. *Genet. Agron.* 29:371-378.
- Sinha, S.K. y R. Khanna. 1975. Physiological biochemical an genetic basis of heterosis. *Adv. Agron.* 27:123-171.
- Tysdal, H.M. y B.H. Crandall. 1984. The poly cross progeny performance as an index of the combining ability of alfalfa clones. *J. Am. Soc. Agron.* 40:293-306.

## AGRADECIMIENTO

Se reconoce y agradece la participación de: Hans Raj Chaudhary, Manuel Pánuco Valerio, Roberto Cárdenas Villarreal y Edgar Edmundo Guzmán Medrano que de una y otra forma ayudaron para que se llevara a cabo este trabajo.

## CARACTERIZACIÓN DEL APARATO ESTOMATAL EN CÁRTAMO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Sathyanarayanaiah Kuruvadi<sup>1</sup>

Alberto Madueño Molina<sup>2</sup>

Alfonso López Benítez<sup>3</sup>

Fernando Borrego Escalante<sup>4</sup>

### RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar el aparato estomatal, el haz y el envés de la hoja y estimar su heredabilidad en sentido amplio, se evaluaron 16 líneas de cártamo, en invernadero, bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones.

El análisis de varianza indicó diferencias significativas para densidad y longitud de estomas en ambos lados de la hoja y para anchura de estomas en el haz, lo que reveló una variabilidad considerable para estos rasgos en los recursos genéticos incluidos. La frecuencia de estomas en el haz varió de 26.6 a 36.5, con un promedio de 32.3 por campo microscópico, mientras que en el envés, el rango fue de 29.6 a 42.2 con una media de 36.2 estomas. En cártamo se exhibieron 12.1% más estomas en el envés que en el haz de la hoja. Se identificaron tres variedades: Saffire (28.95), Kino 76(30.3) y Noroeste VF 84 (30.3), con menor densidad de estomas. Las variedades Jerusalem CM 1136, Egipto CM 1239, Río 70, Aceitera, CVF 36, Kino 76, N 4055, Saffola 208 y Mante 81 mostraron un tamaño pequeño de estomas. En lo ancho las diferencias de los estomas no fueron apreciables entre los tratamientos. Se presentaron valores altos de heredabilidad en sentido amplio para frecuencia de estomas en el haz (79.8%) y en el envés (85.7%), con una longitud de estomas en el haz (55.6%) y en el envés (53.2%).

**Palabras clave:** Cártamo, descripción, frecuencia, tamaño y estomas

---

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

2. Tesista

## SUMMARY

Sixteen lines of safflower were evaluated in the greenhouse with and objective of characterizing the stomatal apparatus on the upper and lower surface of the leaf and to estimate broad sense heritability. A randomized block design was chosen with three replications.

The analysis of variance indicated significant differences for the stomatal frequency and its length on both the sides of the leaf and for stomatal width on the upper surface only, revealing considerable variability for these traits among the genetic resources studied. The stomatal frequency varied from 26.6 to 36.5 with a mean of 32.2 per microscopic field on the upper surface, meanwhile it ranged from 29.6 to 42.2 with a mean of 36.2 on the lower surface of the leaf. In safflower 12.1% more stomata were manifested on the lower surface when compared to the upper surface. The varieties saffire (28.95), Kino 76 (30.3) and Noroeste VF84 (30.3) were identified with lower stomatal density. The varieties Jerusalem 1136, Egipto CM 1239, Río 70, Aceitera, CVF 36, Kino 76, N.4055, Saffola 208 and Mante 81, contained smaller size stomata. The differences for stomatal width was not appreciable on the lower epidermis of the leaf. Higher values of broad-sense heritability was recorded for the stomatal frequency on the upper (79.8%), lower (85.7%), for stomatal length on the upper (55.6%) and lower (53.2%) epidermis of the leaf.

**Key words:** Safflower, description, frequency, size, stomata.

## INTRODUCCIÓN

Tres procesos fisiológicos importantes de la planta (transpiración, respiración y fotosíntesis) son influenciados por el comportamiento, densidad y tamaño de los estomas. Por lo menos el 90% de humedad absorbida por las plantas, se pierde a través de estomas de la superficie de la hoja (Katellarpar, 1963). Bajo condiciones de temporal, los estomas juegan un papel muy importante en la regulación del contenido de humedad en la planta, por lo tanto, para los cultivos, los estomas son determinantes de resistencia a la sequía (Kuruvadi *et al.* 1989). Normalmente las variedades con baja frecuencia de estomas transpiran menos humedad que las líneas con alta frecuencia estomatal (Dobrenz *et al.* 1969 y Kuruvadi, 1989a). Hopeman (1971) reportó que el comportamiento de estomas es más importante que su dimensión. Los estomas responden a gran número de signos internos y externos de la planta para abrir y cerrar los ostiolos de los estomas (Zeigar, 1983). El objetivo de la presente investigación es la caracterización del aparato estomatal y estimar heredabilidad en sentido amplio, bajo condiciones de invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante el período comprendido de junio a septiembre de 1989.

Se evaluaron 16 líneas del cártamo con una amplia gama de variabilidad genética para diferentes características agronómicas. Estos materiales fueron proporcionados como líneas sobresalientes bajo condiciones de temporal y riego por el Programa de Oleaginosas de la UAAAN y Campo Experimental Forestal y Agropecuario de Ebano, San Luis Potosí. Estos recursos provienen de los siguientes países: México, Estados Unidos, Israel, Pakistán y Egipto. Estas líneas se sembraron en bolsas de polietileno de color negro de 120 cm de longitud y 30 cm de diámetro. El suelo dentro de la bolsa se colocó hasta una altura de 100 cm dejando libres para la aplicación del riego. Antes de la siembra se aplicó un riego hasta capacidad del campo y 35 días después se dio un riego ligero, debido a que las plantas mostraron síntomas de marchitez en las hojas. Estos genotipos se sembraron bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones.

Cuando las plantas entraron en estado de floración (60 días después de la siembra), se llevó a cabo un muestreo con la recopilación de dos hojas localizadas en la cuarta rama (estrato medio) de cada planta. En las tres repeticiones las muestras fueron colectadas simultáneamente a las 9:00 a.m., hora fijada, debido a observaciones previas, como la adecuada para encontrar a los estomas completamente abiertos. Las hojas de cada tratamiento por repetición, fueron inmediatamente introducidas a frascos con la solución fijadora formaldehído-alcohol-ácido acético (FAA), cuya función fue la de fijar el estado fisiológico estomatal. La solución FAA se preparó de la forma siguiente: alcohol etílico al 70% (90cc), ácido acético glacial (5cc) y formaldehído 36-40%(5cc).

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio donde se les dejó reposar durante 24 horas y, después, se les cambió la solución fijadora por otra de alcohol al 70%, con la finalidad de facilitar el manejo de los materiales. Posteriormente, se procedió a tomar las siguientes observaciones: frecuencia de estomas en el haz y envés de la hoja por campo microscópico (400X), longitud y anchura de estomas en ambos lados de la hoja.

De la parte central del folíolo se desprendió una fracción de la epidermis en ambos lados de la hoja (haz y envés) y se colocó un portaobjetos donde se le aplicó una gota de agua y se montó el cubreobjetos. La preparación fue observada con el objetivo 40x y ocular 10x de un microscopio compuesto. Para la frecuencia de estomas se realizaron conteos en cinco campos diferentes por hoja individual y se calculó el promedio para cada genotipo por repetición. El estudio de tamaño de estomas comprendió mediciones de longitud y anchura de cinco de ellos tomados al azar y se obtuvo el promedio por tratamiento y repetición. Las mediciones fueron hechas a través de un micrómetro.

Los promedios de las diferentes características estudiadas se usaron para la realización de los análisis de varianza y cálculo de heredabilidad en sentido amplio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (Cuadro 1) indicó diferencias significativas para densidad y longitud de estomas en ambos lados de la hoja y para anchura de estomas en el haz. Esto revela que existe una variabilidad considerable para estas características en los genotipos estudiados y que, por lo tanto, es factible identificar materiales con baja frecuencia y de reducido tamaño de estomas, dentro de un programa de mejoramiento en cártamo para resistencia a sequía. El coeficiente de variación presentó valores muy bajos de 3.51 a 6.81% por lo que, la conducción del experimento y los resultados obtenidos son muy confiables. Kuruvadi (1989a) estudió la frecuencia y tamaño de estomas en cultivares de trigo harinero y encontró diferencias altamente significativas para densidad y longitud de estomas en ambos lados de la hoja, mientras que para anchura no encontró significancia estadística; estos mismos resultados fueron obtenidos por Tanzarella *et al.* (1984) al estimar la frecuencia y tamaño de estomas en cultivares de *Vicia faba* L.

Los promedios para densidad, longitud y anchura de estomas de los genotipos estudiados se muestran en el Cuadro 2.

La frecuencia de estomas en el haz varió de 26.6 (Saffire) a 36.5 [N-4055 (14-12)] con un promedio de 32.3 estomas por campo microscópico (400x),

**Cuadro 1. Análisis de varianza para frecuencia y tamaño de estomas en el haz y envés de la hoja en cártamo bajo invernadero.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios					
		Frecuencia		Longitud		Anchura	
		Haz	Envés	Haz	Envés	Haz	Envés
Bloques	2	10.517	4.463	0.187	1.445	1.762	0.178
Tratamientos	15	22.639**	42.159**	4.280*	4.439*	1.285*	0.668
Error	30	4.639	6.070	1.902	2.075	0.492	0.510
C.V. (%)		6.68	6.81	5.04	5.27	3.51	3.68

\* Significancia al 5%

\*\* Significancia al 1%

C.V. Coeficiente de Variación

**Cuadro 2. Promedio de longitud, anchura (micras) y frecuencia de estomas por campo microscópico en el haz y envés de la hoja de cártamo bajo invernadero.**

Genotipos	Frecuencia		Promedio		Promedio		Anchura	
	Haz	Envés	Haz	Envés	Haz	Envés	Haz	Envés
Kino-76	28.9	31.7	30.30	27.2	26.4	26.80	20.0	19.8
Gila	33.2	37.3	35.25	26.9	28.5	27.70	19.0	19.9
Alhuey	31.0	29.6	30.30	29.1	28.8	28.95	19.5	19.25
Noroeste-VF84	33.1	37.1	35.10	29.8	30.1	29.95	21.3	20.0
Mante-81	33.0	36.3	34.65	26.9	26.9	26.90	19.0	18.9
CVF-36	28.4	34.2	31.30	26.2	27.2	26.70	20.2	19.0
N-40055(14-21)	36.5	41.3	38.90	26.6	27.0	26.80	19.0	19.4
Washington	31.4	33.1	32.25	28.2	28.5	28.35	20.6	20.3
Egipto-CM-1239	30.4	37.5	33.95	27.2	25.4	26.30	19.7	19.0
Saffola-208	31.3	40.5	35.90	26.6	27.0	26.80	20.2	19.0
Humaya-65	33.2	36.9	35.05	27.4	26.7	27.05	20.0	18.7
Río-70	35.5	40.5	38.00	26.7	26.2	26.45	20.3	19.7
Acetiera	32.9	33.6	33.25	26.9	26.4	26.65	20.2	19.0
Saffire	26.6	31.3	28.95	29.0	27.5	28.25	20.8	19.7
Jerusalem-CM-1136	34.7	35.9	35.30	25.1	26.1	25.60	20.5	19.7
Pakistan-CM-799	35.5	42.2	38.85	28.2	28.3	28.25	19.5	19.0
Media General	32.3	36.2	34.21	27.4	27.3	27.34	20.0	19.4
Tukey (0.05)	6.5	7.4		4.2	4.3		2.1	2.2

mientras que en el envés la variación fue de 29.6 (Alhuey) a 42.2 (Pakistán-CM-799) con una media de 36.2 estomas. Al examinar la densidad de estomas en ambos lados de la hoja se encontraron las variedades Saffire (28.95), Kino-76 y Noroeste-VF84 (30.30) con los valores más bajos, por lo que estos materiales probablemente pueden perder poca agua por transpiración.

La extensa variabilidad de los caracteres morfológicos en el aparato estomatal de las especies cultivadas es de primordial importancia, dado el papel esencial de los estomas en la regulación del intercambio gaseoso por las hojas (Hsiao, 1973 y Quarrie y Jones, 1977). Esta variación puede ser usada por modificar el uso del agua y la fotosíntesis en los cultivos a través del mejoramiento y selección (Tanzarella *et al.* 1984). La frecuencia, tamaño y grado de apertura de los estomas afectan la tasa de transpiración y fotosíntesis, la intensidad de intercambio de agua y gases entre la planta y atmósfera y, al mismo tiempo, constituyen un eficiente mecanismo de control para la pérdida de agua, principalmente cuando se presenta el estrés de sequía (Chia y Brun, 1975 y Sapra *et al.*, 1975). Por lo tanto, una reducción en el número y dimensión de los estomas puede usarse para crear genotipos con resistencia a sequía, lo cual es un importante objetivo de los programas de mejoramiento de plantas para regiones con climas calientes y secos (Tanzarella *et al.* 1984).

En forma general se observó que en cártamo se exhibieron 12.1% más estomas en el envés que en el haz de la hoja. Esta misma tendencia fue observada en variedades de haba (Tanzarella *et al.* 1984) y en frijol común (Kuruvadi *et al.* 1989). En cambio, en cultivares de diferentes especies de trigo se han encontrado una mayor frecuencia de estomas en el haz que en el envés (Teare *et al.* 1971 y Kuruvadi, 1989a).

La comparación entre variedades para rendimiento biológico y frecuencia de estomas mostró que los genotipos de más alta producción de materia seca tuvieron una densidad estomática por abajo de la media general, excepto N-4055 (14-21) que manifestó el alto número de estomas por campo microscópico, lo que demuestra que, generalmente, las variedades tolerantes a sequía poseen menor densidad de estomas que las susceptibles. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en trigo por Kuruvadi (1989a).

En la longitud de estomas en ambos lados de la hoja presentó diferencias ligeras pero significativas. Considerando el promedio global, las variedades Jerusalem-CM-1136, Egipto-CM-1239, Río-70, Aceitera, CVF-36, Kino-76, N-4055 (14-21), Saffola-208 y Mante 81 mostraron valores bajos, menores a la media general y por lo tanto, pueden ser considerados como recursos genéticos con pequeño tamaño de estomas en los programas de mejoramiento. Krushid y Mohamad (1967) indicaron que las variedades con tamaño pequeño de estomas fueron más resistentes a sequía que con variedades con estomas grandes.

En anchura de estomas, las diferencias no fueron apreciables entre los tratamientos, sin embargo, se observó que el haz produjo estomas 3.1% más anchos que el envés.

Knecht y O'Leary (1972) en frijol común y Chia y Brun (1975) en soya, demostraron que la alta luminosidad, temperatura y estrés de humedad incrementaron la frecuencia estomatal al tiempo que se reducía el área de la hoja, manteniendo igual el número de hojas. Por su parte Quarrie y Jones (1977) y Kuruvadi (1989b) observaron en trigo una reducción del número de estomas por hoja como consecuencia del estrés de agua.

Kuruvadi (1989b) indicó que la densidad, longitud y anchura de estomas y ostiolos pueden manifestar variaciones dependiendo de la especie, variedad, posición de la hoja en la planta, lado de la hoja, crecimiento de la hoja en la luz o sombra, intensidad de la luz, altura de planta, condiciones de cultivo e interacción genotipo-ambiente.

La heredabilidad para las características estomáticas consideradas en el experimento presentaron valores altos: 79.8 y 85.7% para frecuencia de estomas en el haz y envés; 55.6 y 53.2% para longitud en el haz y envés, respectivamente, y 61.7% para anchura de estomas en el haz de la hoja.

Estas características son, por lo general, altamente heredables y pueden manipularse con los métodos de mejoramiento genético (Kuruvadi, 1989b).

## CONCLUSIONES

1. Existen diferencias considerables para densidad, longitud de estomas en ambos lados de las hojas y para anchura de estomas en el haz, en los recursos genéticos estudiados.
2. Se identificaron las variedades Saffire, Kino 76 y Noroeste VF 84 con menor densidad de estomas.
3. Las variedades Jerusalem CM 1136, Egipto CM 1239, Río 70, Aceitera, CVF 36, Kino 76, N 4055, Saffola 208, y Mante 81, mostraron estomas de tamaño pequeño.
4. Se presentaron valores altos de heredabilidad en sentido amplio para frecuencia y tamaño de estomas en el haz y envés de la hoja.

LITERATURA CITADA

- Chia, A.J. and W.A. Brun. 1975. Stomatal size and frequency in soybeans. *Crop Sci.* 15:309-313.
- Dobrenz, A.K., L. Neal Wright, M.A. Massangale and W.R. Kineebone. 1969. Water use efficiency and its association with several characteristics of blue panic grass (*Panicum antidotale* Retz.) *Crop Sci.* 9:213-215.
- Hopeman, P.A.M. 1971. Rhythms in stomatal operation of bean leaves. *Meded Landbouwhoges. Mageningen.* 71:3-86.
- Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24:510-570.
- Katellarper, N.J. 1963. Stomatal physiology. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 14:249-270.
- Knecht, G.N. and J.W. O'Leary. 1972. The effect of light intensity on stomata number and density of *Phaseolus vulgaris* L. leaves. *Bot. Gaz.* 133:132-134.
- Khurshid, A. and Y. Mohammad. 1976. Stomatal in relation to drought resistance of wheat varieties. *Pakistan J. Sci. Res.* 19:171-179.
- Kuruvadi, S. 1989a. Stomatal frequency in bread wheat under irrigated and rain-fed conditions. *Rachis.* 8(2):22-23.
- Kuruvadi, S. 1989b. Stomatal frequency in cultivars of *Triticum* and related species. *Rachis* 8(1):15-17.
- Kuruvadi, S., G.A. Castillo, A.G., Cierra y O.J. Molina. 1989. Frecuencia y tamaño de estomas en ambientes de riego y temporal en frijol común. *Agraria.* 5(1):14-18.
- Quarrie, S.A. and H.G. Jones. 1977. Effects of abscisic acid and water stress on development and morphology of wheat. *J. Exp. Bot.* 28:192-203.
- Sapra, V.T., J.L. Hughes and G.C., Sharma. 1975. Frequency, size and distribution of stomata in triticale leaves. *Crop Sci.* 15:356-358.
- Tanzarella, O.A. Depace and A. Filippetti. 1984. Stomatal frequency and size in *Vicia faba* L. *Crop Sci.* 24:1070-1076.
- Teare, I.D., C.J., Peterson and A.G. Law. 1971. Size and frequency of leaf stomata in cultivars of *Triticum aestivum* and other *Triticum* species. *Crop Sci.* 11:496-498.
- Zeigler, E. 1983. The biology of stomatal guard cells. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 34:441-475.

## COEFICIENTE DE SENDERO PARA ACEITE Y SUS COMPONENTES ASOCIADOS EN CÁRTAMO BAJO AMBIENTES DE RIEGO Y TEMPORAL\*

Sathyanarayanaiah Kuruvadi<sup>1</sup>

Ricardo Aguilera Rangel<sup>2</sup>

Alfonso López Benítez<sup>3</sup>

### RESUMEN

En esta investigación se evaluaron 24 y 23 genotipos de cártamo bajo condiciones de riego y temporal, respectivamente. Se utilizó un diseño de bloques al azar con el objetivo de estudiar los efectos directos e indirectos de las características biométricas que influyen en el contenido de aceite en cártamo.

El análisis de varianza mostró una variabilidad marcada para rendimiento, porcentaje de aceite, capítulos por planta, semillas por capítulo, peso de 250 semillas, altura y ramas primarias por planta, bajo condiciones de riego y temporal, simultáneamente. Existe una correlación positiva y significativa entre el rendimiento por hectárea con rendimiento por planta, porcentaje de aceite bajo riego y temporal, pero en este último, también se observó una asociación de semillas por capítulo.

Respecto al contenido de aceite, el análisis de sendero bajo riego determinó efectos directos a través del peso de 250 semillas, número de semillas por capítulo, rendimiento por planta y altura de planta. Por otro lado, en ambiente de temporal, el contenido de aceite estuvo influenciado directamente a través del rendimiento por planta, altura de planta y número de capítulos por planta.

**Palabras clave:** Cártamo, correlaciones, efectos directos, rendimiento y aceite.

---

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

## SUMMARY

In this investigation 24 and 23 genotypes of safflower were evaluated under irrigated and dryland conditions respectively using a randomized block design with an objective of studying the direct and indirect effects of different biometrical characters influencing the oil content in safflower.

The analysis of variance indicated substantial variability for seed yield, percent oil, heads/plant, seed weight, plant height, primary branches/plant under irrigated and dryland conditions simultaneously. Exists a positive and significant correlation between seed yield/ha with yield/plant and percent oil under irrigated and drought conditions. An association was observed between yield and seeds/head under drought conditions. The analysis of path coefficient for oil content in safflower under irrigated condition indicated the influence of direct effects from seed weight, seeds/head, yield/plant and plant height. The oil content under drought condition was influenced directly from yield/plant, plant height and number of heads per plant.

**Key words:** Safflower, correlations, direct effects, yield, oil.

## INTRODUCCIÓN

La producción potencial de aceite en cártamo *Carthamus tinctorius* L. es una característica extremadamente compleja y es el resultado de múltiples funciones del crecimiento y desarrollo, que están controladas por el genotipo, ambiente y su interacción. Guzmán, *et al.*, (1988) indicaron que la producción potencial biológica de aceite de los genotipos, se complementa por dos factores: el rendimiento de semilla y el porcentaje de aceite, por lo cual el fitomejorador debe dar la máxima importancia al mejoramiento conjunto de ambas características, buscando como objetivo incrementar la producción total de aceite de los genotipos no pueden ser visibles en el campo, por lo tanto, el fitomejorador tiene que utilizar algunas características visibles de la planta para seleccionar los genotipos sobresalientes en la producción de aceite (Kuruvadi, 1991)

El estudio del análisis de coeficiente de sendero determina la naturaleza de la interrelación entre los diferentes componentes de rendimiento y características del desarrollo. También indica cuáles son las características que están relacionadas directa o indirectamente al rendimiento y clasifica cuáles características son o no útiles en el programa de selección para mejorar más rápidamente el carácter en consideración. Existen varios trabajos (Abel, 1976; Patil, 1985; y Sengupta y Bhattachary, 1979) que han estimado las correlaciones entre rendimiento y otras características biométricas, pero son pocos los estudios de coeficiente de sendero hacia el contenido de aceite en cártamo, bajo ambientes de riego y temporal. Por lo tanto, el propósito de esta investigación es estudiar las asociaciones y el coeficiente de sendero para el contenido de aceite en cártamo bajo ambientes de riego y temporal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en el Campo Experimental de Buenavista, Saltillo, Coahuila, bajo la dependencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el período de enero a septiembre de 1988.

Se evaluaron 24 y 23 variedades de cártamo con una amplia gama de variabilidad, bajo condiciones de riego y temporal, respectivamente. Los recursos genéticos están constituídos por materiales provenientes de diferentes países, a saber: 13 líneas de México (C70-15-OY, POI-5-66-5-1- POI-6-16-1-1, 10VF75-2-3-5-2, C547-1-6-0Y, 38VF75-53-1-1-2, Torito, C228-5-0Y, T-1, T-3, T-10, T-19, T-15), dos de Egipto (CM-1276, CM-1239) y dos de Israel (CM-1125, Jerusalem CM-1136), una de Jordán (CM-1098), Kuwait (CM-1107), Líbano (CM-1082) y con cuatro testigos (Saffola 208, Noreste 84, Gila, y Mante 81), los cuales se siembran a gran escala, a nivel comercial, en diferentes partes de México. Estos genotipos poseen una variabilidad considerable para el rendimiento y sus componentes, tales como: número de capítulos por planta, número de semillas por capítulo, peso de 250 semillas, altura de planta, días a floración, número de ramas y porcentaje de aceite. Además, poseen una considerable diversidad genética y geográfica en los genotipos.

La semilla de los genotipos fue sembrada en dos ambientes, bajo riego y temporal, utilizando un diseño de bloques al azar con cuatro y tres repeticiones, respectivamente. La parcela experimental para cada genotipo se constituyó en tres surcos de 0.80 m y entre planta de 0.10 m dentro del surco, con el fin de obtener una densidad de 125,000 plantas por hectárea.

El experimento bajo estrés hídrico se desarrolló estrictamente en condiciones de temporal desde la siembra a la cosecha, mientras que, bajo riego se aplicó uno de pre-siembra y otro de post-siembra, además de seis riegos para obtener mejor crecimiento y potencial biológico de rendimiento. Se aplicó fertilizante en un sola ocasión, en dosis de 80:60:0 y 40:30:0 NPK/kg/ha, antes de efectuar la siembra bajo condiciones de riego y temporal, respectivamente. Durante el período de desarrollo del cultivo no se detectaron plagas o enfermedades, por lo que no se aplicó ningún producto químico.

En cada parcela de las distintas repeticiones, en los diferentes ambientes, se muestrearon cinco plantas individuales aleatoriamente para tomar datos sobre diversas características biométricas (Cuadro 1). El rendimiento de aceite por hectárea fue calculado a través del producto entre el valor medio del porcentaje de aceite con el rendimiento por hectárea, para cada uno de los genotipos considerados. Para cada variable estudiada, se llevó a cabo un análisis de varianza en cada uno de los ambientes, y el análisis de senderos se calculó de acuerdo a lo señalado por Wright (1923) y Dewey y Lu (1959).

**Cuadro 1. Análisis de senderos para los valores genotípicos de siete caracteres en relación a porcentaje de aceite en cártamo bajo riego (R) y temporal (T).**

Carácter	Riego o temporal	Días a floración G1	Número de ramas G2	Altura (cm) G3	Peso de 250 semillas (g) G4	Semillas/capítulo G5	Capítulo/planta G6	Rendimiento/planta G7	Aceite <sup>1</sup> (%)
Días a floración	R	0.2920	-0.0350	-0.1742	-0.2898	0.2637	0.0152	0.0257	0.0977
	T	0.2290	0.0505	-0.2764	0.0537	-0.0193	0.1366	-0.1293	0.0448
Número de ramas	R	0.0571	-0.1790	-0.1224	0.0740	0.0989	0.0503	0.1139	0.0928
	T	0.0512	0.2260	-0.1676	0.0545	-0.0244	-0.0372	0.3581	0.4608
Altura	R	0.1433	-0.0617	-0.3550	-0.1873	0.0413	0.0206	0.1475	-0.2510
	T	0.1571	0.4030	-0.4030	0.0247	-0.0102	0.0581	0.2443	0.1652
Peso de 250 Semillas	R	0.1309	0.0204	-0.1030	-0.6460	0.3667	0.0172	-0.0080	-0.2220
	T	-0.1142	-0.1141	0.0924	-0.1080	0.0492	0.0119	0.0668	-0.1156
Semillas/Capítulo	R	-0.1841	0.1424	0.0351	0.5667	-0.4180	-0.0706	-0.0307	-0.0591
	T	0.0691	0.0862	-0.0646	0.0831	-0.0640	0.0559	0.3279	0.4936
Capítulos/Planta	R	0.0475	-0.0969	-0.0788	-0.1195	0.3177	0.0930	0.1362	0.2990
	T	-0.0806	0.0218	0.0604	0.0033	0.0092	-0.3880	0.5655	0.1920
Rendimiento	R	0.0199	-0.0543	-0.1397	0.0141	0.0342	0.0337	0.3750	0.2829
	T	-0.0302	0.0826	-0.1005	-0.0070	-0.0214	-0.2241	-0.9890	0.6785

Factor residual = 0.7729 (riego) y 0.6180 (temporal).

Los valores en diagonal representan los efectos directos  
<sup>1</sup> Corrección genotípica con porcentaje de aceite.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza (no se presenta el cuadro) bajo riego y temporal indicaron diferencias significativas para todas las características estudiadas, tales como: rendimiento por planta, hectárea y aceite, número de capítulos por planta, número de semillas por capítulo, peso de 250 semillas, altura de planta, número de ramas primarias, días a floración y madurez, porcentaje de aceite, lo cual reveló que existe una amplia gama de variabilidad para todas las características estudiadas entre los genotipos incluidos en el estudio. Estos recursos genéticos son muy útiles y promisorios para desarrollar variedades altamente rendidoras en el mejoramiento genético del cártamo bajo riego y temporal.

En el análisis de sendero para los valores genotípicos (Cuadro 1, Figura 1) en relación al porcentaje de aceite bajo riego, señala que el carácter días a floración tuvo un efecto directo positivo (0.2920), sin embargo, su correlación con rendimiento por hectárea fue positiva y casi nula; esto es debido, quizá, a los efectos indirectos negativos y positivos a través del peso de 250 semillas, altura de planta y número de semillas por capítulo. El carácter número de ramas por planta tuvo un efecto directo negativo (-0.1790) hacia el porcentaje de aceite, pero su correlación con el mismo fue positiva y casi nula, quizá por la influencia indirecta positiva de todos los caracteres, a excepción de la altura de planta.

El carácter de altura de planta mostró un efecto directo negativo hacia el porcentaje de aceite y la correlación entre ellos fue negativa, debido quizá, a los efectos indirectos positivos a través del rendimiento por planta y días a floración, con 0.1475 y 0.1433, respectivamente. Además de la influencia indirecta negativa (-0.1873) a través del peso de 250 semillas, se observó que el peso de 250 semillas presentó una correlación negativa con el porcentaje de aceite, ya que su efecto hacia este último fue directo y negativo. La causa de la baja correlación es debido, quizá, a efectos indirectos positivos a través de número de semillas por capítulo y días a floración, respectivamente. El carácter número de semillas por capítulo tuvo un efecto directo negativo (-0.4180), en cambio, la correlación entre ambos caracteres fue casi nula (-0.0591), quizá debido a una influencia directa positiva y grande (0.5667) a través del peso de 250 semillas. El carácter número de capítulos por planta mostró un efecto directo casi nulo (0.0930) por lo que parece ser que la correlación entre dicho carácter y el porcentaje de aceite obedece principalmente a un efecto indirecto positivo a través de número de semillas por capítulo. En relación al carácter rendimiento por planta, éste tuvo una correlación positiva con el porcentaje de aceite (0.2829), ya que su efecto directo hacia el porcentaje de aceite fue positivo y mayor que los efectos indirectos (el efecto indirecto negativo más alto fue altura de planta). El valor residual se presentó relativamente alto (0.7729), lo que posiblemente señala que los materiales de cártamo evaluados, tienen más caracteres con efectos de mayor importancia sobre el porcentaje de aceite, que no fueron considerados en el presente trabajo. Por otro lado, los resultados obtenidos en este análisis con relación al porcen-

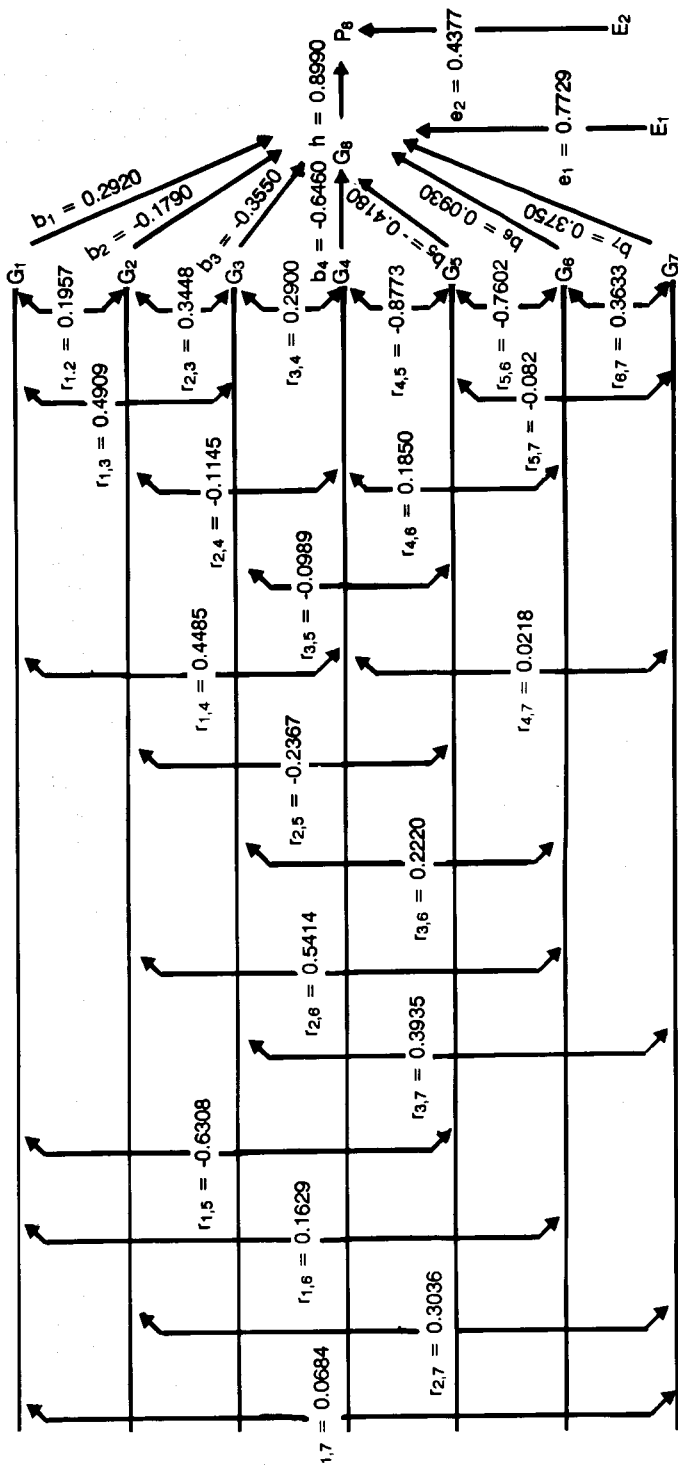


Figura 1. Diagrama causal y cuantificación de las vías de influencia entre los valores genotípicos para siete caracteres agronómicos con relación a porcentaje de aceite bajo riego.

taje de aceite, indican valores bajos de correlación, contribuidos, como se señaló anteriormente, a factores ambientales desfavorables. Por lo tanto, se observó que los caracteres con efectos directos que influyen en el contenido de aceite son: peso de 250 semillas, número de semillas por capítulo, rendimiento por planta y altura de planta. Ranga y Ramachandran (1977), en un estudio de análisis de sendero de 215 variedades de cártamo, encontraron que el contenido de aceite está influido por los efectos directos de tres componentes: el porcentaje de cáscara, el rendimiento por planta y el número de capítulos por planta.

El análisis de coeficientes de sendero relacionados al porcentaje de aceite en ambiente de temporal (Cuadro 1, Figura 2), señala que el carácter días a floración tuvo un efecto directo (0.2290) hacia el porcentaje de aceite, su correlación entre ambos fue casi nula, esto es debido, quizá, a los efectos indirectos negativos (-0.2764), (-0.1293) y uno positivo (0.1366) a través de los caracteres altura de planta, rendimiento por planta y número de capítulos por planta, respectivamente. El carácter número de ramas por planta mostró un efecto positivo (0.2260), en cambio, la correlación con el porcentaje de aceite fue (0.4609) debido, probablemente a un efecto indirecto positivo a través de rendimiento por planta (0.3581) y otro negativo (-1676) determinado por altura de planta. Con respecto al carácter altura de planta, presentó una influencia negativa (-0.4030), sin embargo, su correlación con porcentaje de aceite fue positiva (0.1652) a causa, quizá, de que todos los efectos indirectos fueron positivos, a excepción de número de semillas por capítulo. Peso de 250 semillas tuvo una correlación negativa con porcentaje de aceite (-0.1156) ya que su efecto directo hacia el porcentaje de aceite fue negativo (0.1080). En relación al carácter semillas por capítulo mostró un efecto directo negativo casi nulo, por lo que, la correlación positiva entre dicho carácter y el porcentaje de aceite obedece, principalmente, a un efecto indirecto positivo grande a través de rendimiento por planta, junto con otros efectos positivos menores, a excepción de altura de planta. El carácter número de capítulos por planta mostró un efecto directo negativo hacia el porcentaje de aceite, su correlación con el mismo fue positiva (0.1920). Tal vez la causa de esto sea la gran influencia indirecta positiva (0.5655) a través del rendimiento por planta. Se observó que el rendimiento por planta tuvo un efecto positivo alto (0.9790) por lo que su correlación entre ambos caracteres fue positiva (0.6785), aunque un poco menor, quizá debido a factores indirectos negativos de (0.2241) y (-0.1005) a través de los caracteres número de capítulos por planta y altura de planta, respectivamente. El coeficiente de sendero para el factor residual resultó ser relativamente bajo (0.6180), la cual nos muestra el alto grado de determinación de las variables estudiadas. Por tanto, las variables de efectos directos sobre el contenido de aceite son rendimiento por planta (0.979), altura de planta (-0.4030) y número de capítulo por planta (0.388) bajo condiciones de temporal. Estos resultados coinciden, en general, con lo encontrado por Ranga y Ramachandran (1977), asimismo, Calixto *et al.*, (1976) en un análisis de tres métodos de selección indirecta en trigo, infiere respecto a los coeficientes de sendero, que una correlación genotípica de alta magnitud y altamente significativa, puede ser

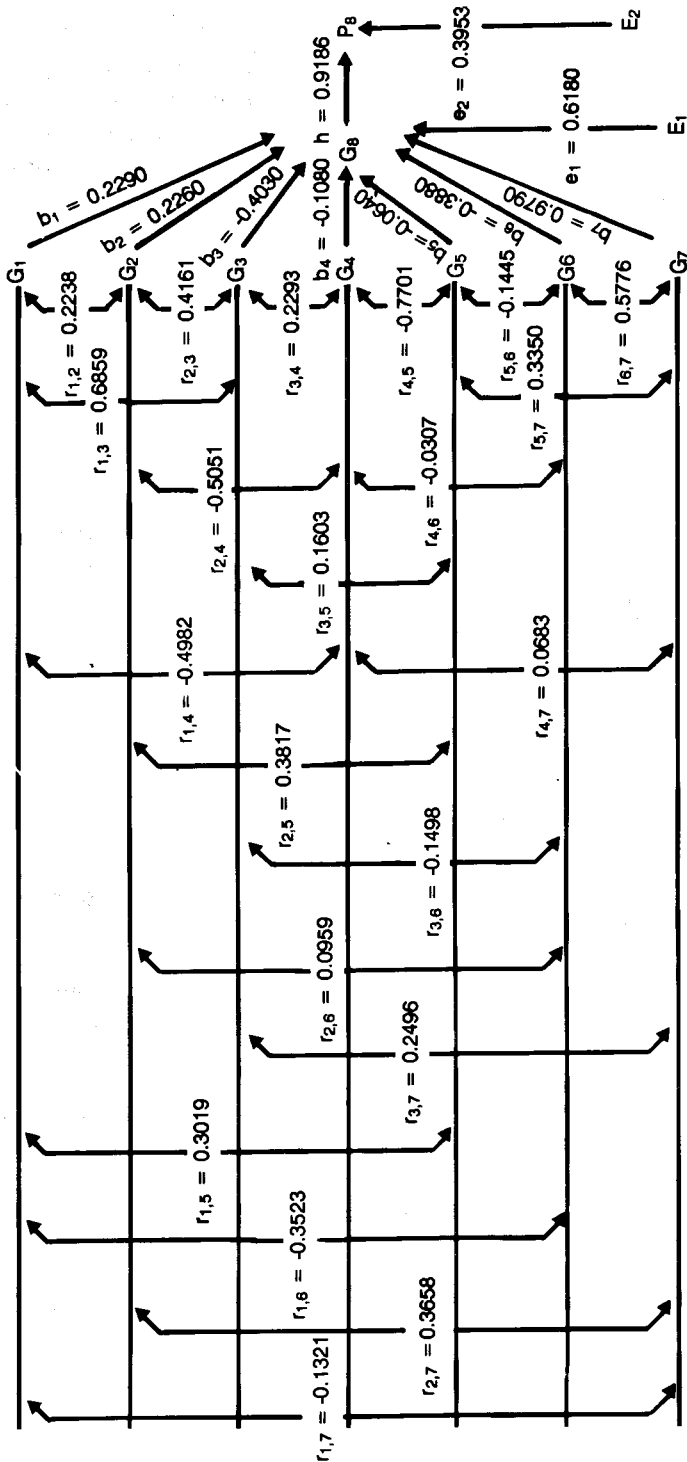


Figura 2. Diagrama causal y cuantificación de las vías de influencia entre valores genotípicos para siete caracteres agronómicos con relación a porcentaje de aceite bajo temporal.

la resultante aditiva de varios efectos indirectos de pequeña magnitud y deduce que el carácter longitud de espiga contribuye más al rendimiento, Castillo (1988), en un estudio de estabilidad del rendimiento e interrelaciones genotípicas entre caracteres en girasol; indica además, que el análisis de sendero proporciona información sobre las relaciones existentes entre variables genotípicas que representan componentes de rendimiento y sugiere la utilización de índices de selección, los que pueden ser construídos con las variables identificadas en el análisis de sendero.

## CONCLUSIONES

Existe una amplia gama de variabilidad para rendimiento, sus componentes, porcentaje y producción de aceite, en los recursos de cártamo, bajo riego y temporal.

El análisis de sendero bajo riego para el contenido de aceite determinó efectos directos a través de peso de 250 semillas, número de semillas por capítulo, rendimiento por planta y altura de planta.

En el ambiente de temporal el contenido de aceite estuvo influenciado directamente a través de rendimiento por planta, altura de planta y número de capítulos por planta.

## LITERATURA CITADA

- Abel, G.H. 1976. Inheritance of stem length and its components in safflower. *Crop. Sci.* 16(3):374-376.
- Calixto, C.N., J. Molina y A. Hernández. 1976. Detección de caracteres determinantes del rendimiento de grano en trigo, mediante índices de selección y sendero. *Agrociencia.* 24:95-113.
- Castillo, G.A. 1988. Estabilidad de rendimiento e interrelaciones genotípicas entre caracteres en girasol. Tesis M.C. UAAAN. Saltillo, Coah. p. 97.
- Dewey, D.R. and K.H. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. *Agron. J.* 49:419-423.
- Guzmán, M., E.E., S. Kuruvadi e I. Ramos, G. 1988. Variabilidad en rendimiento y características cuantitativas en genotipos introducidos de girasol. *Agraria* 4(1):1-13.

- Kuruvadi, S., Aguilera, R., R. 1991. Análisis de componentes del rendimiento en cártamo bajo condiciones de temporal. Xilonen (en imprenta).
- Patil, F.B. 1985. Correlation of some yield components in safflower. Journal of Maharashtra Agricultural University. India. 10(1):82-83.
- Ranga, R.V. and Ramachandran. 1977. An analysis of association of components of yield on oil in safflower. Theor. Appl. Genet. 50:185-191.
- Sengupta, K. and B. Bhattachary. 1979. Variability in safflower. Indian Journal of Agriculture. India. 23(3):173-178.
- Wright, S. 1923. The theory of path coefficients. A reply to Niles criticism. Genetics. 8:239-255.

## RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN MAÍZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL

Valentín Robledo Torres<sup>1</sup>  
Sathyanarayanaiah Kuruvadi<sup>2</sup>  
Arnoldo Oyervides García<sup>3</sup>

### RESUMEN

En este estudio se evaluaron 12 genotipos de maíz con amplia diversidad genética, con los objetivos de estudiar la relación entre rendimiento y sus componentes, y estimar correlaciones entre diferentes pares de variables.

El análisis de varianza mostró diferencias significativas para todas las variables estudiadas, tales como: rendimiento, prolificidad, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de olote, número de hileras, peso de mil semillas, peso de olote, porcentaje de grano, profundidad de grano, hojas sobre la mazorca y altura de planta.

El rendimiento máximo fue producido por el genotipo Michoacán 21, con 5 275.5 kg/ha; el híbrido AN-310 y el criollo regional produjeron rendimientos más o menos semejantes.

El rendimiento de grano estuvo correlacionado positiva y significativamente con prolificidad, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de olote, peso de semilla, peso de olote, porcentaje de grano, profundidad de grano y altura de planta. La selección para estas características, individual o conjuntamente, pueden aumentar los rendimientos en maíz.

**Palabras clave:** Maíz, rendimiento, componentes, correlaciones, temporal.

---

1. Tesista

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

## SUMMARY

In this study twelve genotypes of maize were evaluated with main objective of studying the relation between yield and its components and to estimate correlations for different pairs of variables.

The analysis of variance showed significant differences for all the characters studied such as: grain yield, prolificity, cob length, cob diameter, grain depth, 1 000 grain weight, grain percentage, plant height and number of leaves over the cob.

The maximum grain yield produced by the genotype Michoacan 21 was 5 275.5 kg/ha, the hybrid AN310 and land race of this region produced more or less similar yields.

The grain yield was correlated positively and significantly with prolificity, cob length, cob diameter, seed weight, grain percentage, grain depth and plant height. Selection for these characters individually or combinly would increase total yield in maize.

**Key words:** maize, yield, components, correlations, drought.

## INTRODUCCIÓN

El déficit hídrico, o sequía, es uno de los factores que en mayor grado limitan la producción de los cultivos. El maíz, aun cuando es uno de los cultivos más tolerantes a los déficit hídricos, también es afectado por éstos, de ahí que, año con año, se presenten desde ligeros decrementos hasta pérdidas totales en la producción de grano; esto depende de la intensidad y duración de la sequía y de la etapa fenológica del cultivo. Sin embargo, el maíz es el cultivo más importante a nivel nacional; en primer lugar, por ser el principal componente de la dieta alimenticia del pueblo mexicano y la más importante fuente de carbohidratos.

En lo económico, la producción nacional representa más del 20% del valor conjunto de todos los cultivos y, en superficie sembrada, es el cultivo más importante, con 7 420 623 ha; de éstas aproximadamente el 87.5% son sembradas bajo condiciones de temporal según el Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI, 1986).

Breth (1986), menciona que después de la siembra la planta de maíz es particularmente vulnerable a la escasez de agua, dado que las semillas, al germinar, no pueden extraer suficiente agua del suelo, dos semanas antes y después de la floración.

Bolaños y Edmeades (1988) concluyen que la sequía afecta el rendimiento de maíz tropical, al reducir el número de granos y mazorcas por planta, debido a un retraso en el intervalo de la floración y a la pérdida de la viabilidad de los estigmas.

En este experimento se evaluaron 12 genotipos de maíz, con amplia diversidad genética y bajo condiciones de temporal, con los objetivos de estudiar la relación entre rendimiento y sus componentes, y estimar correlaciones entre diferentes pares de variables.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante el período comprendido de junio a noviembre de 1988, en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Los recursos genéticos utilizados en esta investigación, consistieron en un grupo de 12 genotipos, cuya característica principal fue la amplia variabilidad genética en relación a la resistencia a la sequía. Este grupo estuvo formado por dos líneas (AN<sub>2</sub> y AN<sub>20</sub>), cuatro híbridos (la cruza simple AN<sub>2</sub> x AN<sub>20</sub>, AN-430R, AN-447 y AN310), dos compuestos balanceados (Compuesto Nepo y Compuesto Norteño), tres variedades de polinización libre (Colección Michoacán 21, Zacatecas 58 y el Criollo regional) y una variedad sintética (VS-201 M), ver Cuadro 1.

**Cuadro 1. Material genético utilizado en la presente investigación.**

Genotipo	Descripción
Compuesto Nepo	Mezcla genética para valles altos
AN <sub>2</sub>	Línea endogámica a nivel S <sub>7</sub>
Criollo	Criollo regional
AN-430R	Híbrido doble para el Bajío Mexicano
AN <sub>2</sub> x AN <sub>20</sub>	Cruza simple (♀ del AN-310)
Zacatecas 58	Colección de maíz tolerante a sequía
Compuesto Norteño	Mezcla genética de maíces precoces del Norte de México.
AN-310	Híbrido no convencional con excelente comportamiento en temporal (VS-201 M x AN <sub>2</sub> x AN <sub>20</sub> )
AN-447	Híbrido triple con excelente comportamiento en el Bajío Mexicano
VS-201 M	Varietal mejorada precoz (♂ del AN-310)
Michoacán 21	Colección de maíz tolerante a sequía
AN <sub>20</sub>	Línea endogámica a nivel de S <sub>7</sub>

Los materiales difieren ampliamente en otras características como: rendimiento, prolificidad, peso de semilla, tamaño de mazorca, número de hojas, área foliar, ángulo foliar, altura de planta, peso de masa de raíces, además de la diversidad geográfica, ya que proceden de diferentes regiones de la República Mexicana.

Las actividades de campo se iniciaron con el barbecho, nivelación y surcado del terreno. Debido a la falta de precipitación, se aplicó un riego de presiembra para posteriormente depositar tres semillas por mata, con una separación de 30 cm entre éstas. Los tratamientos consistieron en 5 surcos de 12 m de longitud y separados a 80 cm.

En la primera fertilización se aplicó un 33% del nitrógeno y el 100% del fósforo, con base a la recomendación 100-70-00; el resto del nitrógeno fue aplicado al momento de la primera labor.

Treinta días después de la siembra se realizó un aclareo, y se dejó una planta por punto, para tener una densidad de población de aproximadamente 40 000 plantas por hectárea. El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con tres repeticiones.

Durante el ciclo del cultivo se aplicaron tres fumigaciones de insecticida, la primera a base de Cloropyrifosdietil <sup>1</sup> en una dosis de 600 cc/ en 300 lt de agua/ha; la segunda fue de Carbaryl <sup>2</sup>, en una dosis de 2 kg/ en 300 lt. de agua/ha; y la tercera fue de clorpyrifos-dietil en una dosis de 1.5 lt en 300 lt de agua/ha; además se utilizó hierbester en una dosis de 1 lt en 300/lt de agua/ha. Después de la tercera aplicación de insecticida, la incidencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) disminuyó marcadamente, por lo que no fue necesaria ninguna aplicación adicional para su control.

Se tomaron datos sobre 12 características agronómicas, (Cuadro 2). Los promedios de cada variable fueron utilizados para realizar análisis de varianza y estimar las correlaciones fenotípicas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para diferentes características agronómicas en maíz (Cuadro 2) indica diferencias altamente significativas para todas las características estudiadas tales como el rendimiento de grano.

Las diferencias encontradas son debidas a la diversidad genética de los materiales utilizados.

<sup>1</sup> Lorsban 480E. <sup>2</sup> Servin 80 ph.

**Cuadro 2. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en maíz bajo temporal.**

<b>Cuadrados medios</b>							
Fuente de variación	Grados de libertad	Rendimiento	Prolificidad	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de otote	
Bloques	2	0.80	22.56	6.91	0.17	0.05	
Tratamientos	11	9.38**	331.90**	28.86**	1.24**	0.38**	
Error	22	0.44	100.63	1.05	0.04	0.02	
C.V. (%)		16.32	9.10	9.02	4.85	5.65	

<b>Cuadrados Medios</b>							
Fuente de variación	Número de hileras	Peso de 100 semillas	Peso de otote	Porcentaje de grano	Profundidad de grano	Hojas S/ mazorca	Altura planta
Bloques	0.36	704.12	24110.50	11.98	0.010	0.108	292.06
Tratamientos	7.04**	10113.02**	178301.27**	93.04**	0.131**	0.449**	6148.10**
Error	0.40	350.14	5807.64	5.77	0.006	0.021	91.08
C.V. (%)	4.85	7.41	13.86	14.39	9.78	3.33	4.85

\*\* Significativo al .01 de probabilidad  
C.V. Coeficiente de variación

En relación a los coeficientes de variación, el rango fue de 3.33 a 16.32%, éstos se consideran bajos e indican que la conducción del experimento y los resultados son confiables. Reyes (1985a) menciona que un bajo porcentaje en el coeficiente de variación indica un buen manejo de las unidades experimentales.

El rendimiento en este estudio varió de 342.3 a 5 275.5, con una media de 4 083.7 kg/ha, (Cuadro 3). Las líneas presentaron los menores rendimientos, debido a su bajo vigor, mientras que la mayor producción correspondió al genotipo Michoacán 21. En relación a este carácter, Kuruvadi y Cortinas (1986) indican que es un complejo, controlado por sistemas poligénicos del núcleo, genes del citoplasma y una cadena de eventos interrelacionados e interacciones con el medio ambiente.

Al realizar la comparación de medios de rendimiento, mediante la prueba de diferencia mínima significativa, se observó que nueve genotipos fueron estadísticamente iguales, aunque los tres que presentaron los máximos beneficios fueron: Michoacán 21, AN-310 y el criollo.

La alta producción lograda por el genotipo Michoacán 21, puede ser debido a su potencial de rendimiento, así como a la hipersensibilidad estomática que este material exhibe que lo hace más tolerante a la sequía (Muñoz, 1964).

En el caso del híbrido AN-310, es un material que bajo condiciones de humedad limitada ha mostrado buen comportamiento, sin embargo, se desconocen los mecanismos que contribuyen a esta habilidad, de ahí que se haya incluido para estudiar su comportamiento en relación a sus progenitores (el híbrido AN<sub>2</sub> x AN<sub>20</sub> y VS-201M), los cuales presentaron valores inferiores; el híbrido AN-310 manifestó sobredominancia en relación a los dos progenitores. El buen comportamiento del criollo en condiciones de temporal puede deberse a que dichos materiales son el producto de la selección natural como del agricultor, y manifiesta plasticidad en condiciones de estrés.

En cultivos como el maíz, el rendimiento de grano es la característica económicamente más importante, sobre todo cuando se siembra para producción de grano, en lugar de forraje. Pero dado que este carácter es de herencia poligénica y fuertemente influenciado por el ambiente, la determinación de los valores genotípicos de la expresión fenotípica no son precisos y las estrategias de mejoramiento frecuentemente se basan en bajas heredabilidades (Stuber *et. al.*, 1985).

En esta investigación se midieron prolificidad y peso de semilla, además de otras características que de alguna forma están relacionadas con el rendimiento. La prolificidad varió de 91.11 a 127.78% con una media de 110.18. El material criollo mostró el máximo valor con (127.78%) y fue estadísticamente igual a los híbridos AN-447 (124.44%), AN-430R (117.78%), al Compuesto Norteño (116.67)

**Cuadro 3. Promedio para diferentes características agronómicas en maíz bajo temporal.**

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)	Prolificidad (%)	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Diámetro de olote (cm)	Número de hileras
Comp. Nepo	4909.9	104.44	13.38	4.29	2.47	13.40
AN <sub>2</sub>	997.4	101.11	7.27	3.24	2.29	12.27
Criollo	5218.4	127.78	12.74	4.17	2.17	12.80
AN-430 R	4646.3	117.78	13.90	4.72	2.97	14.00
AN <sub>2</sub> X AN <sub>20</sub>	4864.7	104.44	13.45	4.18	2.75	12.07
Zacatecas 58	2480.7	101.11	9.10	3.95	2.02	13.40
Comp. Norteño	5109.1	116.67	12.29	4.06	2.25	12.80
AN-310	5268.8	112.22	12.18	4.33	2.65	12.44
AN-447	5113.1	124.44	13.97	4.37	2.72	13.73
V.S. 201M	4778.0	112.22	11.12	4.41	2.52	12.93
Michoacán 21	5275.5	108.89	13.07	4.42	2.44	16.87
AN <sub>20</sub>	342.3	91.11	3.88	2.35	1.67	10.30
X	4083.7	110.18	11.36	4.03	2.41	13.08
DMS 5%	1129	16.987	0.837	0.332	0.231	1.074

Genotipo	Peso de 1000 semillas (g)	Peso de olote (g)	Porcentaje de grano	Profundidad de grano (cm)	Hojas s/ mazorca No.	Altura (cm)
Comp. Nepo	322.76	635.27	85.36	0.91	4.52	200.63
AN <sub>2</sub>	189.38	264.00	73.95	0.47	4.02	114.47
Criollo	297.25	640.63	85.90	1.00	4.12	238.27
AN-430 R	228.00	890.37	79.64	0.87	4.60	232.37
AN <sub>2</sub> XAN <sub>20</sub>	234.43	718.67	83.25	0.71	4.60	194.93
Zacatecas 58	296.16	200.67	90.21	0.96	3.50	160.90
Comp. Norteño	274.37	577.53	86.97	0.90	4.48	214.40
AN-310	285.67	674.27	85.39	0.84	4.73	203.97
AN-447	220.10	811.97	82.51	0.82	4.92	236.53
V.S. 201M	328.79	518.13	87.36	0.94	4.37	194.90
Michoacán 21	220.11	567.83	87.43	0.99	4.00	252.17
AN <sub>20</sub>	134.91	98.34	71.89	0.34	4.40	116.40
X	252.66	549.81	83.32	0.81	4.36	196.66
DMS 5%	31.687	129.051	4.066	0.135	0.245	16.161

a la variedad sintética 201M y al Híbrido AN-310 que registraron más o menos el mismo valor (112.22%). Tanaka y Yamaguchi (1984) mencionan que el número de mazorcas por planta es mayor a distancias amplias de siembra.

El tamaño de mazorca, longitud y diámetro, es un carácter importante en la determinación del rendimiento, ya que al tener mayor longitud se puede aumentar el número de granos por hilera, y al incrementar el diámetro se incrementa el número de hileras o ancho de grano; de ahí su relación directa con el rendimiento. La longitud de la mazorca fue de 3.88 a 13.97 y una media de 11.36 cm, y el diámetro presentó un valor mínimo de 2.35 y un máximo de 4.72 con una media de 4.03 cm. El híbrido AN-447 manifestó la mayor longitud, seguido por el Híbrido AN-430R (14.67 cm) y AN<sub>2</sub> x AN<sub>20</sub> (14.27 cm) y del Compuesto Nepo (13.38 cm) que fueron estadísticamente iguales. Estos datos coinciden con los observados en campo con los híbridos en comparación con las variedades criollas o mejoradas, donde los híbridos presentan una mazorca de mayor tamaño, posiblemente como resultado del vigor híbrido o bien debido a que los progenitores son seleccionados para mayor volumen de mazorca.

El genotipo AN-430R presentó el mayor diámetro (4.72 cm), y fue estadísticamente igual a Michoacán 21 con 4.42 cm y a VS-201M con 4.41 cm. El diámetro de mazorca también es una variable muy relacionada con la longitud de mazorca y es común que sea una resultante de los mismos factores que la longitud de mazorca, aunque es posible encontrar criollos que manifiestan grandes diámetros. Reyes (1985b) indica que la magnitud de la mazorca y su número son de mayor importancia por ser componentes correlativos con el rendimiento, tales como: longitud, número de hileras, peso de grano y número de mazorcas por planta.

En el caso del número de hileras por mazorca, el genotipo Michoacán 21 presentó el mayor valor medio (16.8%) y resultó estadísticamente diferente de los genotipos que tuvieron en orden descendiente, los valores más altos (AN-430R, 14.0 y AN-447, 13.73). El número de hileras es poco afectado por el ambiente, por lo que es más común que en condiciones limitantes de humedad, se disminuya el número de granos, como consecuencia de una menor cantidad de óvulos fecundados, debido a una alta absorción del polen; esto influye en los rendimientos finales de grano. Otro factor que también influye es el llenado de grano, el cual bajo condiciones limitantes de humedad se ve restringido como consecuencia de una reducida síntesis y traslocación de fotosintatos. El criollo presentó la mayor longitud de grano (1 cm) seguido de Michoacán 21 (0.99 cm), Compuesto Norteño (.90 cm) y AN-430R (0.87 cm) y fueron estadísticamente iguales. La variable longitud de grano está relacionada con el peso de grano, ya que mayor longitud indica mayor acumulación de materia seca y, por lo tanto, mayor peso. El peso de semilla fue un carácter muy variable, cuyo valor máximo correspondió al genotipo VS-201M (328.79 g), seguido por el Compuesto Nepo y el criollo, los cuales fueron estadísticamente iguales. La línea AN<sub>20</sub> presentó el peso más bajo alcanzado 134.91 g (Cuadro 3).

En este estudio se encontró que la variable peso de olote está relacionada con diámetro de olote y, a la vez, con porcentaje de grano, ya que este último se considera como el peso de grano sobre el peso de la mazorca por 100. La variable peso de olote fue máxima para el híbrido AN-430R (890.37 g), seguido del híbrido AN-447 (811.97 g) los cuales fueron estadísticamente iguales.

El genotipo AN-430R manifestó el mayor diámetro de olote (2.97 cm) y fue estadísticamente igual a genotipo AN<sub>2</sub> x AN<sub>20</sub>. Los híbridos alcanzaron los mayores valores para este rasgo debido posiblemente, a que durante el proceso de mejoramiento es frecuente seleccionar progenitores visualmente con base al tamaño de la mazorca, debido a los altos valores de longitud y diámetro, además del vigor híbrido resultante de la cruce de líneas altamente endogámicas.

Con respecto al porcentaje de grano, que es una relación entre dos características (peso de grano/peso de mazorca x 100), es frecuente que los criollos presenten un alto porcentaje de grano en relación al peso total de la mazorca, en el presente caso no fue la excepción, ya que el genotipo Zacatecas 58, fue el que exhibió el máximo porcentaje de grano, seguido por Michoacán 21, ambos materiales son colectas derivadas de poblaciones criollas de polinización libre. En tercer lugar quedó al VS-201M y en cuarto el Compuesto Norteño; la línea AN<sub>20</sub> presentó el menor porcentaje de grano. El porcentaje de grano en relación al peso total de la mazorca obtenido en este trabajo, coincide con los resultados publicados por Reyes (1985b).

Las hojas tienen una función importante como aportadores de fotosintatos para el desarrollo de los diferentes órganos de la planta. Las hojas superiores a la mazorca son los principales aportadores al rendimiento de grano.

La alta producción lograda por el genotipo Michoacán 21 puede ser debido a su mayor tolerancia a la sequía, por la hipersensibilidad estomática que este material exhibe. En el caso del híbrido AN-310, es un material que bajo condiciones de humedad limitada ha mostrado buen comportamiento; sin embargo, se desconocen los mecanismos que contribuyen a dicha habilidad, de ahí que se haya incluido a fin de estudiar su comportamiento en relación a sus progenitores (el híbrido AN<sub>2</sub> x AN<sub>20</sub> y VS-201M), los cuales presentaron valores inferiores. El buen comportamiento del criollo en condiciones de temporal puede ser debido a que estos materiales son el producto tanto de la selección natural como del agricultor y manifiesta plasticidad en condiciones de estrés.

El híbrido AN-447 fue el que presentó el mayor número de hojas sobre la mazorca; sin embargo, fue estadísticamente igual al híbrido AN-310. Los genotipos Zacatecas 58 y Michoacán 21, presentaron el menor número de hojas; en el caso de Zacatecas 58, presenta además hojas angostas, lo cual permite una reducida transpiración y, a la vez, una área fotosintética reducida con un rendimiento bajo, caso contrario al Michoacán 21, el cual tiene hojas amplias y, a la vez,

presenta hipersensibilidad estomática, lo cual le permite hacer un uso eficiente del agua absorbida y producción de rendimientos aceptables en siembra bajo condiciones de temporal.

Se encontró una correlación positiva y significativa entre rendimiento, con las siguientes características: prolificidad, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de olote, peso de semilla, peso de olote, porcentaje de grano, profundidad de grano y altura de planta (Cuadro 4). Las variables longitud de mazorca, diámetro de mazorca peso de olote, profundidad de grano y altura de planta, presentaron correlaciones más fuertes con rendimiento, que la prolificidad y peso de semilla, que son considerados componentes importantes del rendimiento.

Las altas correlaciones de longitud de mazorca y diámetro de mazorca con rendimiento de grano, pueden ser debidas a que estas variables influyen directamente en el número de granos por mazorca, considerando como componente del rendimiento, además de prolificidad y peso de semilla.

El rendimiento es un carácter complejo y no es posible cuantificar visiblemente en campo, por lo tanto muchos fitomejoradores utilizan algunas variables correlacionadas con rendimiento, tales como: prolificidad, peso de semilla, altura de planta y tamaño de mazorca entre otros, como indicadores indirectos en la selección de genotipos superiores, tanto en riego como en temporal.

La altura de planta correlacionó con la mayoría de las variables (Cuadro 4). Esto permite deducir que al seleccionar para mayor altura de planta, indirectamente se selecciona para mayor prolificidad, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de olote, número de hileras, peso de olote, porcentaje de grano y profundidad de grano, también indirectamente se incrementa el rendimiento. De esta misma forma es posible interpretar las demás correlaciones positivas.

El número de hojas sobre la mazorca sólo correlacionó positiva y significativamente con peso de olote, el cual correlacionó con rendimiento. La falta de correlación del número de hojas sobre la mazorca con rendimiento, indica que esta variable es poco importante, en comparación con el área y eficiencia foliar en la producción de fotosintatos destinados a la producción de grano.

## CONCLUSIONES

1. Existe una variabilidad considerable para rendimiento, sus componentes y otras características agronómicas, en los genotipos estudiados.
2. Los genotipos Michoacán 21, AN-310R y criollo fueron los más sobresalientes, en la mayoría de las características analizadas.

**Cuadro 4. Correlaciones fenotípicas entre diferentes pares de características agronómicas en maíz bajo temporal.**

Caracter	Prolifricidad	Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Diámetro de olole	Número de hileras	Peso de 1000 semillas	Peso de olole	Porcentaje de grano	Profundidad de grano	Hojas s/ mazorca	Altura de planta
Rendimiento	0.745**	0.944**	0.894**	0.674*	0.540	0.609*	0.859**	0.702*	0.808**	0.425	0.923**
Prolifricidad	-	0.731**	0.689*	0.489	0.364	0.397	0.751**	0.412	0.637*	0.347	0.805**
Longitud de mazorca	-	-	0.934**	0.799**	0.598*	0.521	0.925**	0.607*	0.761**	0.412	0.901**
Diámetro de mazorca	-	-	-	0.799**	0.671*	0.650*	0.826**	0.714**	0.860**	0.233	0.843**
Diámetro de olole	-	-	-	-	0.412	0.235	0.879**	0.210	0.381	0.572	0.595*
Número de hileras	-	-	-	-	-	0.220	0.408	0.536	0.682*	-0.196	0.694*
Peso de 1000 semillas	-	-	-	-	-	-	0.307	0.825**	0.795**	-0.082	0.407
Peso de olole	-	-	-	-	-	-	-	0.312	0.530	0.661*	0.833**
Porcentaje de olole	-	-	-	-	-	-	-	-	0.919**	-0.212	0.610*
Profundidad de grano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.115	0.801**
Hojas s/ mazorca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.321

\* Significativo al .05 de probabilidad

\*\* Significativo al .01 de probabilidad

3. Los genotipos criollo, AN-447 y AN-430R, resultaron ser los más prolíficos de todos los materiales evaluados.
4. El rendimiento de grano estuvo positiva y significativamente correlacionado con: longitud de mazorca, altura de planta, diámetro de mazorca, peso de olate, profundidad de grano, prolificidad, porcentaje de grano, diámetro de olate y peso de semilla. La selección para estas características, individual o conjuntamente pueden aumentar los rendimientos en maíz.

### LITERATURA CITADA

- Bolaños, J. y G.O. Edmeades. 1988. La importancia del intervalo de la floración en el mejoramiento para la resistencia a sequía en maíz tropical. Trabajo presentado en la XXXV Reunión Anual del PCCMCA. San Pedro Sula. Abril 2-9, 1989.
- Breth, S., B. 1986. Principales corrientes de la investigación CIMMYT: una Retrospectiva. México. CIMMYT. p. 18-19.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1986. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. p. 477.
- Kuruvadi, S. y H.M. Cortinas, E. 1986. Papel de componentes de rendimiento en el mejoramiento genético del frijol común. Comunna UAAAN. 123:9.
- Reyes, C., P. 1985a. Diseño de experimentos aplicados. 2ed. México. Trillas. 103 p.
- \_\_\_\_\_. 1985b. Fitogenotecnia básica y aplicada. México. AGR. Editor, S.A. p. 329.
- Stuber, C.W., M.D. Edwards and J.F. Wendel. 1985. Molecular marker facilitated investigations of quantitative traits loci in maize. II. Factors influencing yield and its component traits. 27(4):639-648.
- Tanaka, A. y J. Yamaguchi. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento de grano en maíz. 3ed. México. Colegio de Post-graduados. 120 p.

## EFFECTOS COLATERALES DE LA APLICACIÓN DE INSECTICIDAS SOBRE POBLACIONES DE INSECTOS EN NOGAL

Luis A. Aguirre U. <sup>1</sup>  
Jorge Corrales R. <sup>2</sup>  
Mariano Flores D. <sup>3</sup>  
José L. Villegas S. <sup>4</sup>

### RESUMEN

Se probaron los efectos secundarios de insecticidas piretroides sobre poblaciones de insectos benéficos, así como sobre las plagas secundarias, al ser aplicados para el control del barrenador de la nuez y barrenador del ruezno en Estancias y Parras de la Fuente, Coahuila, respectivamente. Los resultados muestran que los productos afectaron las poblaciones de *Chrysopa*, sin afectar fuertemente su recuperación con relación a las plagas; controlaron eficientemente al pulgón amarillo, salivazo y chinches del nogal y no causaron un resurgimiento repentino de los anteriores al afectar la fauna benéfica.

**Palabras clave:** *Carya illinoensis*, insecticidas, insectos benéficos, plagas secundarias

### SUMMARY

The adverse effect of piretroid insecticides over natural enemies and the possible outbreak of secondary pests when applied to control pecan nut casebearer and hickory shuckworm were tested at Estancias and Parras Coahuila respectively. Results showed that the chemicals affected *Chrysopa* sp population without affecting its resurgence when compared with the pests population; they efficiently controlled yellow aphid, pecan spittlebug and chinch bugs and did not enhance their outbreak by affecting beneficials.

**Key words:** *Carya illinoensis*, insecticides, beneficial insects, secondary pests.

---

1. Ph. D., 2, 3 y 4. Ing., M.C. Maestros-Investigadores del Depto. de Parasitología. Div. de Agronomía. UAAAN.

## INTRODUCCIÓN

El centro de origen del nogal pecanero *Carya illinoensis* Koch se localiza en el Noreste de México y Sureste de los Estados Unidos de América; a pesar de esto, hasta hace aproximadamente 50 años se inicia su explotación en México, que en la actualidad ocupa el segundo lugar en la producción mundial de nuez (SARH, 1984).

En México, el nogal se encuentra ubicado principalmente en los Estados de Chihuahua, Coahuila y Nuevo León; sin embargo, se le puede encontrar, aunque en menor cantidad, en los Estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Oaxaca (SARH, 1983; Flores, 1988).

El barrenador de la nuez, *Acrobasis nuxvorella* Neunzig y el barrenador del ruezno, *Cydia caryana* (Fitch), son los principales insectos que afectan al nogal en Coahuila (Sánchez y Aguirre, 1982); y es sobre estos que se dirigen las aplicaciones de insecticidas, ya que causan pérdidas que pueden llegar hasta el 80% de la producción (Tucuch y Aguirre, 1982; Aguirre *et al.*, 1984; Aguirre y Corrales, 1988).

El uso de sustancias químicas con un amplio rango de control, ha tenido consecuencias en el complejo de insectos presentes en un cultivo, lo que puede ocasionar que otros insectos, hacia los cuales no estaba dirigido el control, se conviertan en plaga (NAS, 1969), como en algunas poblaciones de organismos benéficos, en donde huertas bajo fuertes tratamientos de insecticidas se han convertido en los llamados "desiertos biológicos" (Van den Bosch and Stern, 1962); en ese sentido, el objetivo de este trabajo consistió en probar el efecto sobre poblaciones de insectos del nogal de insecticidas piretroides al ser aplicados para el control del gusano barrenador del ruezno y de la nuez en dos áreas nogaleras, en donde las anteriores plagas causaron fuerte daño económico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento consistió en evaluar algunos efectos secundarios ocasionados por la aplicación de insecticidas, que fueron probados para el control del gusano barrenador de la nuez y el gusano barrenador del ruezno. Para llevar a cabo lo anterior, se seleccionaron las dosis más eficientes para el control de las plagas mencionadas y determinadas por Corrales *et al.* (1988), que se muestran en el Cuadro 1, y se aplicaron dirigidas al barrenador de la nuez en la huerta "La Carolina" localizada en Estancias, Coah., a 4 km al norte de la población en la carretera 57, y al barrenador del ruezno en la huerta "La Gloria Escondida" localizada en Parras de la Fuente, Coah., que se ubica al sur del Estado por la carretera Saltillo-Torreón, a 1.5 km. al noreste de la ciudad.

**Cuadro 1. Tratamientos para la evaluación de efectos secundarios en el control de *Acrobasis nuxvorella* y *Cydia caryana*.**

Plaga (Localidad)	Tratamiento	Dosis gr. IA/ha
<i>A. nuxvorella</i> (Estancias, Coah.,)	Permetrina	300
	Cypermtrina	100
	Cyhalotrina	33
	Azinfosmetil	400
<i>C. caryana</i> (Parras, Coah.,)	Cypermtrina	100
	Cyhalotrina	33
	Azinfosmetil	400
Testigo	Agua	675 l.

Ambas localidades son representativas de las zonas productoras del Estado, donde se cultivan principalmente las variedades Western y Wichita, además de tener antecedentes de alta incidencia de *A. nuxvorella* la primera localidad y de *C. caryana* la segunda, lo que aseguraría el control de la plaga por un lado, pero ayudaría a evaluar los efectos de los productos en las especies de insectos presentes en ese momento y hacia los cuales no estaba dirigido el control.

El criterio de aplicación para determinar el momento oportuno de hacerlo, en el caso del barrenador de la nuez, fue utilizando el modelo de predicción en base a la acumulación de unidades calor (Tucuch y Aguirre, 1982; Aguirre, 1985; Aguirre y Harris, 1986), que fue el día 10 de mayo. Para el caso del barrenador del ruezno, la aplicación se realizó el 13 de agosto, en el momento en que empezó a endurecer la cáscara y que es cuando los adultos ovipositan sobre las nueces, de acuerdo a SARH (1983), apoyándose además con trampas de feromona (Aguirre y Corrales, 1988), de inspecciones visuales y disecciones de nueces para detectar su presencia.

El experimento consistió en la evaluación de los tratamientos citados en el Cuadro 1, con tres repeticiones, tomando un árbol como unidad experimental. La aplicación consistió en asperjar, a punto de goteo, tres árboles por tratamiento, en árboles de aproximadamente 12 años de edad en Estancias, Coah., y de 18 años en Parras, para lo cual se utilizó una aspersora de alto volumen, equipada con bomba centrífuga, motor de combustión interna y pistola para aspersión a frutales.

Inmediatamente antes de la aplicación, se realizó una inspección, y posteriormente se realizaron muestreos semanales durante seis semanas, tomándose

los siguientes parámetros de comparación en base a las especies encontradas en el muestreo pre-tratamiento: presencia de *Chrysopa* sp, pulgón amarillo *Monelia caryella*, cuya población se evaluó mediante la inspección y conteo de 25 hojas compuestas, por repetición, tomadas al azar; salivazo del nogal, *Clastoptera* sp. que se evaluó tomando 15 brotes al azar en cada repetición, y chinches del nogal (Hemiptera: Coreidae y Pentatomidae) cuyo daño se evaluó tomando una muestra de 199 nueces en cada repetición al momento de la cosecha, las cuales fueron peladas para la observación directa de la almendra que queda manchada al alimentarse de ésta.

Adicionalmente, aun cuando no estaba contemplado originalmente, se tomaron datos de posible fitotoxicidad de los productos evaluados ya que, al menos los piretroides, su uso no había sido autorizado en el nogal, por lo que podría esperarse algún efecto de este tipo, tomándose para su evaluación una muestra de 25 hojas compuestas por tratamiento/repetición, para observación de algún efecto fitotóxico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de haber realizado las inspecciones posteriores a la aplicación de los productos, se observó que ninguno de los tratamientos mostró síntomas de fitotoxicidad, lo que indica que la utilización de los mismos, a las dosis usadas, no representa riesgo sobre el cultivo al ser aplicados para el control de las plagas del nogal.

Los depredadores observados en las huertas donde se realizó el estudio fueron *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae), *Hippodamia convergens* y *Olla abdominalis* (Coleoptera: Coccinellidae) y algunos hemípteros de las familias Reduviidae y Anthocoridae; sin embargo, *Chrysopa* se encontró con más frecuencia, y el resto sólo se colectaron ocasionalmente, por lo que fue en esta especie en la que se logró detectar cambios poblacionales bajo la acción de los insecticidas probados; de este modo, el Cuadro 2 muestra el número promedio de insectos en 25 hojas por tratamiento, tanto en el muestreo previo como en los seis posteriores a la aplicación.

Como puede observarse, los productos probados tienen un fuerte efecto en la reducción de insectos benéficos, ya que la población permanece baja, y empieza a recuperarse seis semanas después de la aplicación; sin embargo, no existió diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo, por lo que pudiera asumirse, por un lado, que los cambios poblacionales fueron debidos a una fluctuación poblacional normal en la que los productos no tuvieron ningún efecto, o, por otro lado, que en estas fechas había una alta población de huevecillos que se cuantificaron junto con los otros estadios de desarrollo del insecto, enmascarando el efecto real sobre larvas y adultos de la especie.

**Cuadro 2. Efecto de insecticidas piretroides sobre la población de *Chrysopa* sp. al aplicarlos para el control de los gusanos barrenador de la nuez y del ruezno.**

Localidad Tratamiento	Población inicial	Semanas después de la aplicación					
		1	2	3	4	5	6
Estancias, Coah.							
Permetrina	2.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0
Cypermctrina	2.3	0.3	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0
Cyhalotrina	2.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.0	0.3
Azinfosmetil	2.3	1.0	0.0	0.3	0.3	0.6	0.0
Testigo *	2.3	2.3	1.3	1.0	1.0	0.3	0.3
Parras, Coah.							
Cypermctrina	21.3	21.6	11.6	9.0	2.0	1.3	5.3
Cyhalotrina	18.7	12.3	18.3	11.7	1.3	1.0	4.6
Azinfosmetil	16.3	19.3	13.0	7.3	4.6	2.0	9.0
Testigo *	19.3	25.0	12.3	8.0	9.0	6.0	13.0

\* Diferencia significativa con respecto al testigo. t-student 95%

**Cuadro 3. Población del complejo de pulgones amarillos después de la aplicación de insecticidas sobre el gusano barrenador del ruezno y de la nuez.**

Localidad	Tratamiento	Población inicial	Semanas después de la aplicación					
			1	2	3	4	5	6
Estancias Coah.	Permetrina	8.3	1.3	1.6	2.6	8.6	12.0	28.0
	Cypermctrina	9.6	2.0	1.6	2.3	9.3	13.3	27.3
	Cyhalotrina	8.6	2.3	1.3	1.6	10.6	14.6	25.6
	Azinfosmetil	12.6	0.6	2.3	2.3	11.6	13.6	23.3
	Testigo <sup>N.S</sup>	10.3	17.3	8.6	8.6	16.3	32.3	53.6
Parras Coah.	Cypermctrina	150.0	4.3	0.0	6.6	7.0	6.3	56.7
	Cyhalotrina	135.0	7.0	0.3	2.3	2.7	50.3	57.0
	Azinfosmetil	169.0	34.6	17.0	46.3	59.6	55.0	89.6
	Testigo <sup>N.S</sup>	170.0	41.0	18.3	47.3	42.0	102.0	192.6

N.S Diferencia no significativa. t-student 95%.

En lo que se refiere al pulgón amarillo, en el Cuadro 3 se observa que los productos piretroides mantienen un control eficiente de la plaga, la cual se empieza a recuperar aproximadamente a la cuarta semana posterior a la aplicación; sin embargo, es también notorio que, en los tratamientos con piretroides, la recuperación es más lenta que con el fosforado.

Se observa además que, con respecto al testigo, una semana posterior a la aplicación existió una reducción en la población hasta de un 84.2% respecto a la población inicial. Adicionalmente, la población encontrada en los cuatro tratamientos, seis semanas después de la aspersión, representa hasta el 48.6% menos con respecto al testigo sin aplicación, lo que indica su efecto secundario deseable de los insecticidas probados, tanto en la reducción inicial como en la tendencia a retardar la recuperación de la misma, sin causar, hasta el momento, un repunte en la población al reducir con los tratamientos las poblaciones de insectos benéficos.

Aun cuando estadísticamente, en la prueba de "t-student", no hubo diferencia entre los tratamientos y el testigo, ni entre los productos piretroides y el fosforado, si se toma en cuenta que el umbral económico para el caso de pulgón amarillo es cuando la población alcanza alrededor de 20 insectos/hoja, por lo que en la localidad de Estancias, en el testigo se hubiese requerido control cinco semanas después de la aplicación (32.3 pulgones / hoja) mientras que en los tratamientos se hubiera requerido una semana después (a la sexta semana después de la aplicación). Sin embargo, en el área de Parras, donde las poblaciones de pulgón son muy altas, el umbral económico se alcanza a la quinta semana posterior a la aplicación de Cyhalotrina y a la sexta semana en Cypermetrina, mientras que con el Azinfosmetil habría que repetir la aplicación tres semanas después de la primera (46.3 pulgones/hoja); es decir, en este caso, la recuperación es más rápida, lo cual probablemente se deba a que el pulgón amarillo ha estado expuesto por varios años a los productos fosforados. Aún más, tanto en el tratamiento con Azinfosmetil como en el testigo, a excepción de la segunda semana posterior a los tratamientos, en todo momento la población se mantuvo arriba del umbral económico.

Para el caso del salivazo *Clastoptera* sp. al realizar la aplicación de los tratamientos para el control del barrenador de la nuez, en Estancias, Coah., se observó que en promedio, el 30.3% de los brotes estaban infestados con ninfas de salivazo, y se observó una reducción notable en la población en los tres tratamientos piretroides con respecto al testigo y al Azinfosmetil (Cuadro 4). Esta reducción de salivazo se mantiene prácticamente hasta las seis semanas posteriores al tratamiento, lo cual no ocurrió con el Azinfosmetil, en que la población del insecto se mantiene en forma similar a la del testigo. En la tercera semana después de la aplicación, se detectó la presencia de salivazo en todos los tratamientos, al mismo tiempo que una reducción del mismo en el testigo y el Azinfosmetil, posiblemente debido a que se inicia la emergencia de adultos no dando tiempo a la recuperación del insecto, por lo que se puede asumir que los productos piretroides no causan un efecto secundario negativo en el resurgimiento repentino del salivazo, sino que logran su control indirectamente al momento de controlar al barrenador de la nuez.

**Cuadro 4. Brotes de nogal infestados con *Clastoptera* sp. hasta seis semanas posteriores a la aplicación dirigida al control del barrenador de la nuez. Estancias, Coah.**

Tratamiento	Población inicial <sup>a</sup>	Semanas después de la aplicación					
		1	2	3	4	5	6
Permetrina	4.6*	0.3	0.0	0.3	0.3	0.6	0.0
Cypermtrina	5.0*	0.0	0.0	0.3	0.6	0.3	1.0
Cyhalotrina	4.3*	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.6
Azinfosmetil	4.6 N.S	4.6	4.0	2.3	2.6	2.6	2.6
Testigo	4.3	4.6	4.0	2.3	2.6	3.6	3.6

a. Promedio de 15 brotes/repeticón/tratamiento.

\* Diferencia significativa con respecto a Azinfosmetil y testigo. t-student 95%

N.S. No significativo

**Cuadro 5. Porcentaje de nueces dañadas por el complejo de chinches del nogal (Hemiptera: Pentatomidae y Coreidae) después de la aplicación de insecticidas para el control de *C. caryana*.**

Tratamiento	dosis gr/IA/ha	% de nueces dañadas
Cypermtrina	100	5.0
Cyhalotrina	33	7.0
Azinfosmetil	400	13.2
Testigo	Agua	20.8

Como resultado de la aplicación de los productos para el control del barrenador del ruezno en Parras, Coah., al inicio de la cosecha se realizó una evaluación del daño por chinches a la almendra en los diferentes tratamientos y se encontró (Cuadro 5), un 20.8% de almendra con daño, a diferencia de 13.2, 7.0 y 5.0% de daño en los tratamientos con Azinfosmetil, Cyhalotrina y Cypermtrina respectivamente, con una reducción en la incidencia de daño del 76 y 66% en los dos últimos con respecto al testigo. Es claro, en base a lo anterior, un efecto secundario positivo en el control de chinches al dirigir el control al barrenador del ruezno. En este caso, un efecto de resurgimiento repentino de la población de chinches ya no representaría un problema económico, debido que ocurriría cuando ya las nueces hayan sido cosechadas.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento se puede concluir lo siguiente:

1. Que los productos usados causan una reducción poblacional de insectos benéficos como *Chrysopa* sp., sin embargo, no parece afectar su recuperación con respecto a las poblaciones de las plagas del nogal.
2. Los productos probados no causaron el resurgimiento de plagas secundarias cuando fueron aplicados para el control del barrenador del ruezno y de la nuez, por el contrario, afectaron a las mismas en algunos casos hasta seis semanas posteriores a su aplicación.
3. Permetrina, Cypermctrina y Cyhalotrina, fueron más eficientes que el Azinfosmetil, tanto en el control como en retardar la recuperación de plagas secundarias del nogal.
4. Ninguno de los productos probados mostró síntomas de fitotoxicidad en el cultivo a las dosis utilizadas.

## LITERATURA CITADA

- Aguirre, L.A. 1985. Uso de un modelo de unidades calor para la predicción de eventos biológicos del gusano barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella* en Coahuila (1981-1983). XXII Congreso Nal. de Entomol. Resúmenes. Soc. Mex. de Entomol. pp 48-50.
- Aguirre, L.A. y J. Corrales. 1988. Trampeo de *Cydia caryana* (Fitch) (Lepidoptera: Olethreutidae) con feromona sexual. XXIII Congreso Nal. de Entomol. Resúmenes. Soc. Mex. de Entomol. p. 261.
- Aguirre, L.A. and M.K. Harris. 1986. Predicting biological events of the pecan nut casebearer using a degree-day model in Coahuila, México. Southwestern Entomologist. 11(4): 263-268.
- Aguirre, L.A., F. Cabezas y E. Espinoza. 1984. Presencia de plagas del nogal *Carya illinoensis* en relación al desarrollo fenológico del cultivo en Coahuila. XIX Congreso Nal. de Entomol. Resúmenes. Soc. Mex. de Entomol. p 144.
- Corrales, J., L.A. Aguirre y E. Guerrero. 1988. Control químico de *Cydia caryana* (Fitch) en nogal. Algunos efectos colaterales. XXIII Congreso Nal. de Entomol. Resúmenes. Soc. Mex. de Entomol. p. 304.

- Flores, A.M. 1988. Evaluación de ocho insecticidas para el control del barrenador del ruezno *Laspeyresia caryana* (Lepidoptera: Olethreutidae) en la región de Delicias, Chihuahua. XXIV. Congreso Nal. de Entomol. Resúmenes. Soc. Mex. de Entomol. p 365.
- National Academy of Sciences (NAS). 1969. Insect pest management and control. Pub. 1965. Washington, D.C. 521 pp.
- Sánchez, F. y L.A. Aguirre. 1982. Estudio preliminar de la presencia de plagas del nogal relacionadas a la fenología del árbol. Folia Entomol. Mex. 54: 30-32.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1983 Principales plagas del nogal. Dirección General de Sanidad Vegetal. 33 pp.
- \_\_\_\_\_. 1984. Guía para la asistencia técnica agrícola de la comarca lagunera. INIA-CIAN-CAELALA. p. 15.
- Tucuch, F.M. y L.A. Aguirre. 1982. Detección del gusano barrenador del nogal *Acrobasis nuxvorella* en base a acumulación de unidades calor-día en el área de San Buenaventura, Coah. Folia Entomol. Mex. 54: 17-19.
- Van den Bosch, R., and V.M. Stern. 1962. The integration of chemical and biological control in arthropod pests. Ann. Rev. Entomol. 7: 367-386.

**RESPUESTA DEL GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ *Acrobasis nuxvorella* Neunzig A INSECTICIDAS DE DOS GRUPOS TOXICOLÓGICOS**

Luis A. Aguirre Uribe <sup>1</sup>  
José L. Villegas Salas <sup>2</sup>  
Eugenio Guerrero Rodríguez <sup>3</sup>  
Jorge Corrales Reynaga <sup>4</sup>

**RESUMEN**

El presente trabajo tuvo como objetivo principal, determinar la susceptibilidad de *Acrobasis nuxvorella* Neunzig, a insecticidas de distintos grupos toxicológicos bajo condiciones de laboratorio, mediante el método de película residual con larvas colectadas en campo. Así, se establecieron líneas de respuesta concentración- mortalidad para obtener las CL<sub>50</sub> y CL<sub>95</sub> correspondientes en partes por millón (ppm), resultando que *A. nuxvorella* de la localidad de Zaragoza, Coah., fue más tolerante en 1.01 veces al carbarilo y 1.96 veces a azinfos metílico, comparada la población con respecto a la de Saltillo, Coah. utilizada como testigo por ser nulo el combate químico que sobre este insecto se ejerce.

**Palabras Clave:** Bioensayo, *Carya illinoensis*, susceptibilidad, resistencia, barrenador de la nuez.

**SUMMARY**

The susceptibility of *Acrobasis nuxvorella* Neunzig to insecticides of different toxicological groups under laboratory conditions was tested using the residual film, technique with field collected larvae. Dosage-mortality lines were determinate to obtain CL<sub>50</sub> and CL<sub>95</sub> in ppm. *A. nuxvorella* from Zaragoza, Coah., was

---

1. Ph.D.; 2, y 4 M.C.; 3. Dr. Maestros Investigadores. Depto. de Parasitología, Div. de Agronomía, UAAAN.

1.01 times more tolerant to carbaryl and 1.96 times to azinphosmethyl than the population from Saltillo, Coah. used as check on which no chemicals are used over it.

**Key words:** Bioassay, *Carya illinoensis*, susceptibility, resistance, pecan nut casebearer.

## INTRODUCCIÓN

El estado de Coahuila ocupa el segundo lugar como productor de variedades mejoradas de nuez en México, cultivándose en su mayoría variedades mejoradas, particularmente en el municipio de Zaragoza de donde proviene la mayor producción para exportación (Zamudio, 1981). Si se considera que los beneficios son del orden de los N\$100,000.00 pesos y que la fuente de trabajo que genera es superior a los 230,000 jornales por ciclo (Villegas, 1988), es indiscutible la importancia económica y social que representa el cultivo para esta entidad federativa.

El gusano barrenador de la nuez: *Acrobasis nuxvorella* Neunzig (Lepidoptera: Pyralidae) está reportada como plaga primaria en el cultivo de nogal (*Carya illinoensis*) para el estado de Coahuila, especialmente en la región centro y norte (Tucuch y Aguirre, 1982). Su potencial de daño varía cuando no se le controla, pudiéndose perder la totalidad de la cosecha. (Van Cleave, 1981; Sánchez y Aguirre, 1982; Harris, 1983; Corrales y Aguirre, 1987).

En el área de Zaragoza, se realizan de 6 a 8 aplicaciones anuales para el control de este problema (Tucuch, 1983; Aguirre y Harris, 1987; Villegas, 1988); lo que hace suponer una disminución de la susceptibilidad a los insecticidas aplicados, dado el excesivo número de aplicaciones que se llevan a cabo y a que sólo son utilizados productos organofosforados (azinfos metílico principalmente); con lo que se ha sometido a este insecto a una fuerte presión de selección, de acuerdo a Brown, (1968) y Alava, (1976).

Lo anterior hace necesario la realización de estudios frecuentes en la población plaga, para detectar a tiempo la manifestación de la resistencia y así poder tomar las medidas pertinentes para evitarla, por lo que el objetivo del presente trabajo fue: determinar el nivel de susceptibilidad del gusano barrenador de la nuez *A. nuxvorella* a los insecticidas azinfos metílico y carbarilo (grupo organofosforado y carbámico).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Departamento de Parasitología de la UAAAN, utilizando dos poblaciones del gusano ba-

renador de la nuez, una de Zaragoza, Coah., sujeta a presión de selección por la aplicación de insecticidas (azinfos metílico y carbarilo), y otra de Saltillo, Coah, sin este tipo de selección (testigo).

A finales de febrero de 1988 fueron colocadas bandas de cartón corrugado en ramas y troncos de nogales, en la huerta del Campo Agrícola Experimental de Zaragoza (CAEZAR) y en nogales criollos de Buenavista, Saltillo, con objeto de capturar larvas invernantes y posteriormente seguir el ciclo biológico en campo, mediante la técnica de acumulación de unidades calor, descrita por Aguirre, (1985) y Aguirre y Harris, (1986), con la cual se detectó el momento de eclosión de las larvas y penetración a la nuez (primer generación del año).

Los racimos de pequeñas nueces recién dañadas fueron colectadas y depositadas en recipientes de plástico donde el pedúnculo estuvo en contacto con el agua, manteniéndolas así frescas por más de cuatro días, con lo que se aseguró el desarrollo de las larvas en laboratorio; con un fotoperíodo de 14 hr luz, una temperatura de  $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y humedad ambiental de 75%.

Los bioensayos se realizaron al día siguiente de ingresado el material biológico al laboratorio, para lo cual se disectó las nueces y así extraer las larvas, seleccionándose aquéllas con un peso promedio de  $15 \pm 3$  mg y de 8 a 10 mm de longitud.

Se evaluaron los insecticidas en material técnico: azinfos metílico, organofosforado de mayor uso en el área de estudio; y el carbarilo, con varios años de no ser utilizado. Mediante la técnica de película residual (Plapp, 1971) se aplicaron concentraciones en partes por millón (ppm) desde 10 hasta 10 000 a intervalos necesarios para detectar el 0 y 100% de mortalidad (bioensayo preliminar). Para establecer las líneas de respuesta se seleccionaron las correspondientes a 100 y sus múltiplos de 10, hasta 1000 ppm. Así, se tuvo diez tratamientos con 20 larvas cada uno, más un testigo a base de acetona con igual número de larvas.

La mortalidad fue estimada a las 24 hr de aplicado el tratamiento, considerando muerta aquella larva con lesiones severas y que no manifestó movilidad al tocarla. La mortalidad se corrigió mediante la fórmula de Abbot (1925) cuando en el testigo fue superior al 5%. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante la transformación de probit (Finney, 1971), cuyos parámetros se estimaron por el método de máxima verosimilitud (Infante y Calderón, 1980), para obtener estimadores con mínima varianza.

Bajo dicha metodología, se estimaron las concentraciones letales 50 y 95 (CL<sub>50</sub> y CL<sub>95</sub>) con probabilidad del 95 %, para ser representadas gráficamente en escala logarítmica y obtener las líneas de concentración-mortalidad, cuya pendiente permitió inferir sobre la susceptibilidad de *A. nuxvorella*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos con larvas del gusano barrenador de la nuez para las regiones de Zaragoza y Saltillo, Coah., en la Figura 1 se indican las líneas de regresión concentración- mortalidad, límites fiduciaros y la ecuación de predicción del azinfos metílico, en donde por la posición y pendiente de las líneas, es notorio que las larvas de la localidad de Saltillo fueron más susceptibles que las procedentes de Zaragoza, ya que estas últimas requirieron concentraciones más altas para alcanzar el mismo nivel de mortalidad (CL<sub>50</sub>), lo cual indica una mayor habilidad de las poblaciones de esta área para soportar mayores cantidades de tóxico.

En el Cuadro 1 se corrobora lo dicho al observar que la concentración letal de azinfos metílico necesaria para la CL<sub>50</sub>, estadísticamente es diferente entre las poblaciones de ambas localidades, dado que para los inmaduros de Saltillo se requirieron 340 ppm, en tanto que en los de Zaragoza fue necesario aplicar casi el doble (675 ppm). Cabe señalar que estadísticamente estos resultados son notoriamente diferentes, toda vez que los límites fiduciales se encuentran ampliamente separados (Brito, 1966).

En lo que respecta al CL<sub>95</sub>, para la población de Saltillo fue de 921 ppm, mientras que para la de Zaragoza fue de 1181 ppm, lo que representa un incremento del 22% de ingrediente activo, lo que explica que en Zaragoza bajo condiciones de campo, actualmente se estén aplicando dosis mayores para obtener resultados satisfactorios sobre el gusano barrenador de la nuez. Sin embargo, a este nivel la diferencia entre ambas poblaciones (menor en relación al CL<sub>50</sub>), tiende a reducirse notoriamente arriba del 98% de mortalidad (Figura 1); por lo que se asume que en dicha área nogalera la presión de selección no ha sido exhaustiva, toda vez que tiende a ser igual a la población larval de Saltillo (testigo).

Al analizar los valores de proporción de resistencia y su incremento equivalente (Cuadro 2), se estableció que las poblaciones de Zaragoza son 1.98 veces más tolerantes al azinfos metílico que las procedentes de Saltillo, siendo la diferencia de 335 ppm; tal pérdida de susceptibilidad puede considerarse como resistencia, ya que sólo por centésimas no se llega al valor de 2x, límite inferior en el que se define como tal al utilizar la fórmula de proporción de resistencia.

Lo anterior se puede explicar si se toma en cuenta que en Saltillo no se realizan aplicaciones de insecticidas para el combate de esta plaga, por lo que no ha sido sometida a presión de selección y en consecuencia exprese mayor mortalidad a concentraciones menores que en Zaragoza, donde el uso del azinfos metílico es común desde hace muchos años, suficientes para que el nivel de resistencia fuera más elevado de lo expresado en el presente estudio.

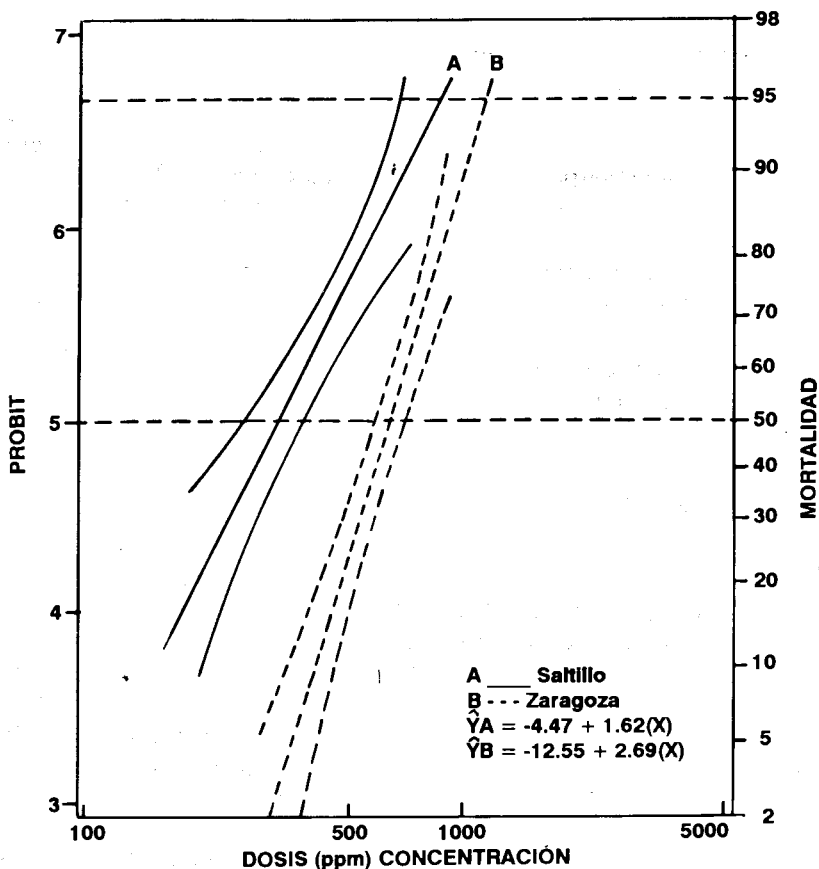


Figura 1. Líneas de regresión concentración-mortalidad, límites fiduciaros y ecuación de predicción del insecticida azinfos metílico en *Acrobasis nuxvorella* Neunzig, procedente de Saltillo (testigo) y Zaragoza, Coah. UAAAN, 1993.

Cuadro 1. Concentraciones letales obtenidas en larvas de *Acrobasis nuxvorella* Neunzig procedentes de dos localidades de Coahuila. 1993.

Insecticidas	PPM			
	CL 50	(* LF 95%)	CL95	(* LF 95%)
<b>Saltillo</b>				
Azinfos metílico	340	(314 - 364)	921	(819 - 1073)
Carbarilo	362	(335 - 388)	1193	(1049 - 1399)
<b>Zaragoza</b>				
Azinfos metílico	675	(650 - 701)	1181	(1101 - 1291)
Carbarilo	398	(375 - 420)	909	(824 - 1029)

\* Límites fiduciales al 95% de confianza-

**Cuadro 2. Valor proporcional de resistencia y su incremento equivalente en larvas de *Acrobasis nuxvorella* Neunzig procedentes de dos localidades de Coahuila. 1993.**

Localidad	Insecticida	* Proporción de resistencia	Incremento en ppm
Saltillo	azinfos metílico	---	---
	carbarilo	---	---
Zaragoza	azinfos metílico	1.98x	335
	carbarilo	1.09x	36

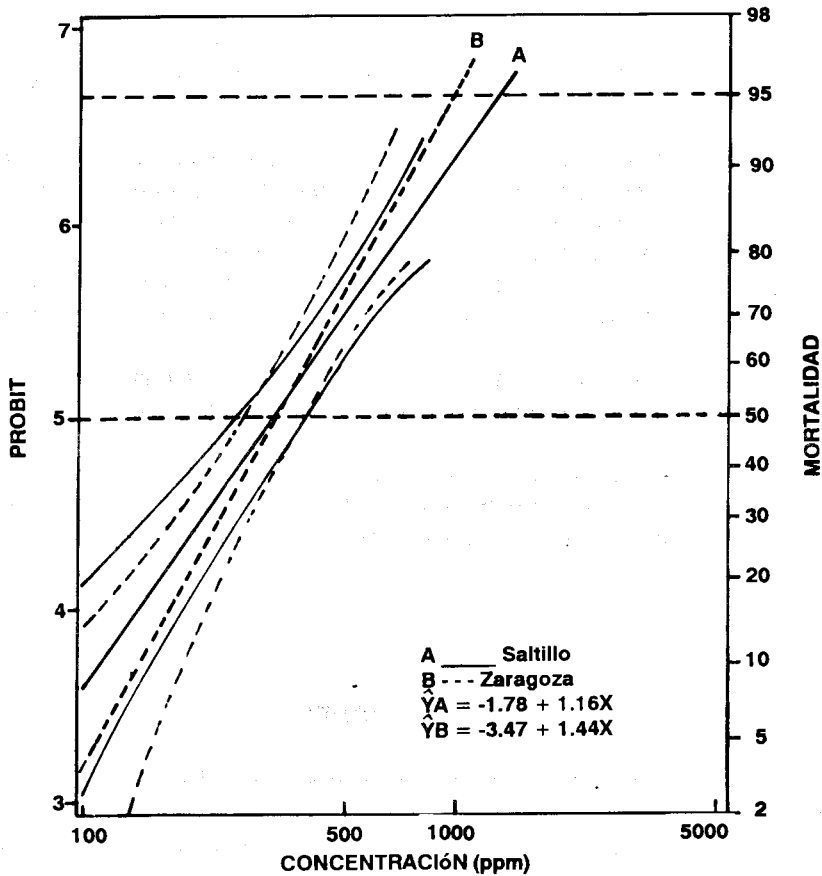
CL 50 Zaragoza  
 \*PR = -----  
 CL 50 Saltillo

La lentitud con que se está haciendo presente este fenómeno, puede deberse a la gran población de nogales criollos que en forma silvestre se desarrollan cerca de las áreas en explotación comercial de nogal mejorado, donde se aplica inmoderadamente el azinfos metílico. Lo anterior, de acuerdo a Georghiou y Taylor, (1977), ha permitido que la resistencia se diluya por efecto de la combinación genética entre la población sometida a presión de selección, y aquélla que se encuentra en nogales criollos, intrínsecamente susceptibles.

En lo que respecta al carbarilo, la línea de regresión para Saltillo, Coah. presentó una pendiente con mayor tendencia hacia lo horizontal, lo cual puede deberse a una mayor heterogeneidad de respuesta de la población del barrenador de la nuez a este insecticida, que las poblaciones provenientes de Zaragoza, Coah.

Sin embargo, el fuerte traslape en los cinturones de confianza significa que estadísticamente los resultados entre ambas localidades son iguales (Brito, 1966), y que la pequeña diferencia en la posición de las líneas puede ser debido a la colecta al azar, lo que implica haber utilizado en los bioensayos larvas con diferencia en vigor natural (Figura 2). Así, se tiene que para larvas de Saltillo el CL<sub>50</sub> se obtiene a 362 ppm, mientras que en Zaragoza a 398 ppm (Cuadro 1). El efecto por cuestión de azar, se refleja en la pequeña diferencia en la posición de las líneas a nivel del CL<sub>95</sub>.

Lo anterior queda demostrado al observar en el Cuadro 2, que el valor de proporción de resistencia fue sólo de 1.18, lo cual indica que ésta no existe, sino que las poblaciones de ambas localidades manifiestan una respuesta seme-



**Figura 2.** Líneas de concentración-mortalidad, límites fiduciaros y ecuación de predicción del insecticida carbarilo en *Acrobasis nuxvorella* Neunzig, procedente de Saltillo (testigo) y Zaragoza, Coah. UAAAN, 1993.

jante al tóxico; puesto que en Saltillo no se realizan aplicaciones de carbarilo contra *A. nuxvorella*, tal semejanza con las larvas provenientes de Zaragoza, significa que éstas siguen siendo susceptibles a dicho insecticida.

Si bien hasta el momento el gusano barrenador de la nuez sigue manifestando susceptibilidad al carbarilo, es indispensable que en la localidad de Zaragoza se tomen las medidas necesarias para evitar que el problema de la resistencia se manifieste, o cuando menos se retarde, sobre todo que ya existe la tendencia hacia dicho fenómeno, tal como se demostró en el presente estudio con el azifos metílico.

Algunas prácticas para lograr lo anterior son comunes en el manejo agronómico del cultivo; por ejemplo, la poda de los brotes del ciclo anterior, y la incorporación al suelo o la quema de los ruznos al final de la temporada, permiten disminuir la población larval invernante.

Dicha disminución larval será más significativa si la aplicación de insecticidas se efectúa cuando la mayor parte de la población se encuentra en el estado fisiológico más susceptible (larvas de 1er estadio), lo cual se logra mediante el conteo de las horas calor acumuladas por *A. nuxvorella*. Este tipo de muestreo permite el uso racional de insecticidas, el control con menos aplicaciones, y sobre todo con un menor riesgo de inducir resistencia (Aguirre y Harris, 1986).

La rotación de insecticidas es primordial, debiéndose alternar productos fosforados con diferente arreglo molecular, como el azinfos metílico (heterocíclico) y paratión metílico (fenílico), así como del monocrotofos y malatión (alifáticos). Además, es factible alternarlos con algunos piretroides que han dado buenos resultados como la permetrina, cyhalotrina o la cypermetrina (Corrales y Aguirre, 1987); incluyendo al carbámico carbarilo puesto que sigue siendo efectivo.

## CONCLUSIONES

El gusano barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella* Neunzig proveniente de Zaragoza, Coah., resultó resistente al azinfos metil en 1.98x, requiriéndose un aumento de 332 ppm para obtener el CL<sub>50</sub>, en relación a la población testigo; mientras que el carbarilo resultó ser susceptible.

## LITERATURA CITADA

- Abbot, W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18:265-267.
- Aguirre, U., L.A. 1985. Uso de un modelo de unidades calor para la predicción de eventos biológicos del gusano barrenador de la nuez en Coahuila (1981-1983). E: Resúmenes del XXII Congreso Nacional de Entomología. Soc. Mex. Entomol. pp. 48-50.
- Aguirre, U. L.A., and M.K. Harris. 1986. Predicting biological events of the pecan nut casebearer using a degree day model in Coahuila, Mex. Southwestern Entomol. 11(4):263-268.

- Alava, W.J. 1976. Resistencia cruzada a varios tipos de insecticidas después de producir resistencia a paratión metílico en *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. p 96.
- Brown, A.W.A. 1968. Insecticide resistance comes of age. Bull. Entomol. Soc. Amer. 14: 3-6.
- Corrales, R., J. y L.A. Aguirre, U. 1987. Evaluación de insecticidas piretroides como alternativas rotacionales en el control del barrenador de la nuez (Lepidoptera: Pyralidae) y del barrenador del ruezno (Lepidoptera: Olethreutidae) en nogal. En: Resúmenes del XXII Congreso Nacional de Entomología: Soc. Mex. Entomol. Cd. Juárez, Mex. pp. 138-139.
- Finney, D.J. 1971. Probit analysis. -th. ed. Cambridge University Press London. 450 p.
- Georghiou, G.P. and C.E. Taylor. 1977. Genetic and Biological influences in the evolution of insecticide resistance. J. Econ. Entomol. 70:653-658.
- Harris, M.K. 1983. Integrated pest management of pecans. Ann. Rev. Entomol. 28:291-318.
- Infante, G.S. y L.C. Calderón, A. 1980. Manual del análisis probit. Chapingo. Mex. Colegio de Post-graduados. 105 p.
- Plapp, F.W. 1971. Insecticide resistance in *Heliothis*. Tolerance in larvae of *H. virescens* (Fab) as compared with *H. zea* (Boddie) to organophosphorus. J. Econ. Entomol. 64:999-1002.
- Sánchez, V., V.M. y L.A. Aguirre, U. 1982. Estudio preliminar de la presencia de plagas del nogal relacionadas con la fenología del árbol. Folia Entomol. Mex. 54:28-32.
- Tucuch, C., F.M. 1983. Estudio de los eventos biológicos del barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella* Neunzig, para la formación del modelo de predicción en base a unidades calor acumuladas. Tesis Licenciatura. Buena Vista, Saltillo, Coah. Méx. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 67 p.
- Tucuch, C., F.M. y L.A. Aguirre, U. 1982. Detección del gusano barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella* en base a la acumulación de unidades calor día en el área de San Buenaventura, Coah. Folia Entomol. Mex. 54:17-19.

Van Cleave, H.W. 1981. Plagas de la nuez y su control. Memorias del Ciclo de Conferencias Internacionales sobre el cultivo del nogal. Confed. Nac. Agro. Secc. Nte. de Coahuila, Mex. pp. 222- 241.

Villegas, S., J.L. 1988. Resistencia en plagas del nogal. Técnicas comunes para su detección. En: Lozoya, S., A. (Ed). Monografías en Parasitología Agrícola. Saltillo, Coah. Mex. Programa de Graduados. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 12-36.

Zamudio, G.V. 1981. Organización de los núcleos humanos en la producción nogalera, condición esencial para el mejor aprovechamiento de los recursos técnicos y económicos. En: Memorias del Ciclo de Conferencias Internacionales sobre el Cultivo del Nogal. Confed. Nac. Agronómica Secc. Norte de Coah. p.2-6.

## PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CALIDAD NUTRICIONAL DE BALLICO ANUAL CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA

Manuel Torres Hernández<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se evaluó la respuesta de tres variedades de Ballico anual a la fertilización con estiércol caprino, nitrógeno y fósforo, solos y mezclados en dos cortes sucesivos y el total de ambos. Las variedades Golfo y Común fueron mejores ( $P < 0.05$ ) a Barspectra en rendimiento de forraje seco/ha. Los mejores tratamientos de fertilización fueron aquéllos que recibieron nitrógeno químico ( $P < 0.05$ ); el contenido de proteína cruda y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca fueron similares entre variedades ( $P > 0.05$ ). Los tratamientos con N (nitrógeno) químico alcanzaron valores más altos en proteína cruda que aquéllos de estiércol solo, y estiércol fósforo, pero la digestibilidad de la materia seca no se vio afectada por los tratamientos de fertilización. El primer corte superó notablemente al segundo ( $P < 0.05$ ) en rendimiento de forraje verde y seco/ha.

**Palabras clave:** Ballico, fertilización, rendimiento, proteína cruda, digestibilidad.

### SUMMARY

The effect of fertilization with goat dung, nitrogen, phosphorus and the three components mixed together were evaluated to find the influence on the forage yield and nutritive value of three ryegrass varieties. The dry forage yield of Gulf and Common varieties was higher ( $P < 0.05$ ) than Barspectra with 6.8, 6.7 and 6.0 ton/ha in two cuts. Crude protein and, dry matter digestibility were similar in both cuts for the three varieties with half values of 13 and 54% the best fertilization treatments were those that received nitrogen. The first cut was higher than the second in forage yield.

---

1. Ing. Maestro-Investigador. Depto. Producción Animal. Div. de Ciencia Animal. UAAAN.

These results indicated that the application of goat dung for the implantation of ryegrass is possible although more investigation on this topic is necessary.

**Key words:** Ballico, fertilization, crude protein, digestibility.

## INTRODUCCIÓN

El pasto Ballico italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) difiere del género perenne en su hábito de crecimiento (Hitchcock, 1971); la variedad Golfo anual es la más popular para invierno en el sureste de Texas (Riewe, 1978) dado que es una gramínea valiosa para pastoreo (Covarrubias, 1980) de gran valor para regiones con inviernos suaves (Flores, 1983); es un pasto rico en proteína cruda y deficiente en energía (Lake *et al.*, 1973).

Su respuesta a la fertilización ha sido ampliamente evaluada (Reid y Castle, 1970; Lizarraga *et al.*, 1976; Treviño y Nava, 1980; Cárdenas, 1982; Gamboa, 1983) y se señalan mayores rendimientos de forraje a medida que se incrementa la cantidad de N/ha. Asimismo, la cantidad de proteína cruda se ve afectada por el nivel de fertilización aplicado, no así la digestibilidad de la materia seca (Lizarraga *et al.*, 1980; Cárdenas, 1982). El abono animal mejora la labranza de la tierra, proporciona alimento a las bacterias del suelo y el N contenido forma compuestos orgánicos que se degradan lentamente a formas simples de fácil asimilación para las plantas (National Plant Food Institute, 1984), de tal manera que la adición de estiércol animal al suelo puede aumentar la producción de forraje (Castellanos, 1983).

## OBJETIVOS

1. Evaluar el rendimiento de forraje verde, forraje seco y calidad nutricional del pasto ballico anual o ballico italiano, durante el periodo invernal en la región de Irapuato, Gto.
2. Determinar el efecto de la aplicación de estiércol de cabra solo o mezclado con fertilizantes químicos (nitrógeno y fósforo), sobre el rendimiento y la composición química y la digestibilidad *in vitro* de tres variedades de ballico anual.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la U. de Guanajuato en Irapuato, Gto., donde el clima es templado y se presentan lluvias en verano (García, 1973); el promedio de precipitación anual es de 750 mm, con temperatura media anual máxima de 24°C y media mínima de 15°C. El suelo del área experimental es de color café oscuro del grupo migajón-limoso con pH de 7.9 y textura media (Ortiz, 1977).

Se barbechó en forma cruzada a una profundidad de 30 cm; y se fertilizó con una dosis de 50 kg de N y 60 kg de P/ha; después de cada corte se aplicó otra porción igual de N en las parcelas con los tratamientos de nitrógeno-fósforo, estiércol- nitrógeno y estiércol-nitrógeno-fósforo. Se aplicó estiércol de cabra completamente seco, a razón de 20 ton/ha. Para el establecimiento de pasto ballico se sembró a chorrillo en surcos a 30 cm, a una densidad de 30 kg de semilla pura viva/ha. Después de la siembra se dió un riego pesado, 40 días después se dió un segundo riego y 27 días después el tercero.

En el estudio se evaluaron los parámetros siguientes:

- Producción de forraje verde (FV)
- Producción de forraje seco (FS)
- Composición química del forraje seco (proteína cruda PC, materia seca MS, fibra cruda FC) con el método Association of Official Analytical Chemist (AOAC) (1975).
- Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), determinada con el método de Tilley y Terry modificado por Barnes (Harris, 1970).

El diseño experimental consistió en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial combinatoria 3x5 y cuatro repeticiones por tratamiento. Se analizaron los datos conforme a la metodología indicada por Snedecor (1966).

Se trabajó con las variedades Golfo, Común y Barspectra de Ballico anual, además de los tratamientos de fertilización siguientes:

Tratamientos de Fertilización	Cantidad Total/ha (kg)
1. Nitrógeno + Fósforo (N-P)	150 + 60
2. Estiércol solo (Est-solo)	20,000
3. Estiércol + Nitrógeno (Est-N)	20,000 + 150
4. Estiércol + Fósforo (Est-P)	20,000 + 60
5. Estiércol + Nitrógeno + Fósforo (Est-N-P)	20,000 + 150 + 60

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis del primer corte

#### Rendimiento de forraje verde por variedad y por nivel de fertilización (FV/ha)

Las variedades Golfo y Común fueron iguales entre sí ( $P > 0.05$ ), pero superiores ( $P < 0.05$ ) a Barspectra (Cuadro 1) con rendimientos de 26.1, 24.8 y 21.6 ton de FV/ha, lo que significó una superioridad de 4.5 ton de Golfo sobre Barspectra.

**Cuadro 1. Rendimiento de forraje verde (FV), forraje seco (FS), materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca por variedad de Ballico anual en los cortes uno (C1) y dos (C2).**

Variedad	FV ton/ha		FS ton/ha		% MS		% PC		% FC		DIVMS	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
B. Común	a	a	a	a								
	24.8	13.5	4.4	2.1	17.9	16.7	14.9	11.2	20.8	19.1	54.6	52.2
B. Golfo	a	a	a	a								
	26.1	13.2	4.7	2.1	18.0	16.6	14.3	10.3	21.9	20.0	54.9	53.5
B. Barspectra	b	a	b	a								
	21.6	14.0	3.7	2.3	17.2	16.5	15.6	11.6	19.2	19.0	54.9	53.7
$\bar{X}$	24.2	13.6	4.3	2.3	17.7	16.6	14.9	11.0	20.6	19.4	54.8	53.1

Cifras con la misma lateral son estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ )

Los tratamientos de fertilización (Cuadro 2) fueron diferentes ( $P < 0.05$ ), resultando superiores los que recibieron N químico con rendimiento de 27.2, 26.1 y 24.3 ton/ha para Est-NP, Est-N y NP respectivamente, es decir, 76.6 ton (63.9%), e inferiores los tratamientos Est-solo y Est-P con 22.0 y 21.2 ton de FV/ha (36.1%). No se manifestó interacción variedad/fertilización ( $P < 0.05$ ) lo que significa que no hubo dependencia de un aspecto con el otro.

### **Rendimiento de Forraje Seco (FS/ha)**

Las variedades Golfo y Común (Cuadro 1) con 4.7 y 4.4 ton/ha fueron superiores a Barspectra cuyo rendimiento fue de 3.7 ton ( $P < 0.05$ ); es decir, las variedades con mayor rendimiento de FV fueron también las de mayor rendimiento de FS. El porcentaje de MS fue muy similar entre las tres variedades con valores de 17.9, 17.9 y 127.3% para Ballico comun, Golfo y Barspectra, respectivamente, (Cuadro 1). Entre tratamientos de fertilización (Cuadro 2) la diferencia fue significativa ( $P < 0.05$ ) con el valor más alto para Est-NP (4.8 ton/ha) y el más bajo para Est-P (3.9 ton/ha). El porcentaje de materia seca fluctuó de 16.8% en el tratamiento NP hasta 18.4% en el tratamiento Est-P, valores muy similares entre sí ( $P > 0.05$ ).

### **Calidad nutricional del forraje**

El contenido de PC (Cuadro 1) fue similar con 15.6, 14.9 y 14.3% para Barspectra, Común y Golfo. Para tratamientos de fertilización (Cuadro 2) el mayor porcentaje de PC fue para NP (17.1%) y el menor para Est-P (13.0%). El contenido de fibra cruda fue similar entre variedades y entre tratamientos de fertilización. La DIVMS fue de 52.2, 53.5 y 53.7% para Común, Golfo y Barspectra y entre tratamientos de fertilización el menor valor correspondió a Est-solo (48.5%) y el mayor a Est-N (56.7%) en este factor.

## **Análisis del segundo corte**

### **Rendimiento de forraje verde (FV/ha)**

En el segundo corte entre variedades (Cuadro 1) no hubo diferencia ( $P > 0.05$ ), siendo los rendimientos de 13.5, 13.2 y 14.0 ton/ha de FV para Común, Golfo y Barspectra respectivamente. Para niveles de fertilización (Cuadro 2) los tratamientos sin nitrógeno químico (Est-Solo y Est-P) fueron bastante reducidos ( $P < 0.05$ ) con relación a los tratamientos NP, Est-N y Est-NP con 18.9, 16.1 y 17.3 ton de FV/ha no habiendo interacción significativa entre variedades y niveles de fertilización ( $P > 0.05$ ).

### **Rendimiento de forraje seco (FS/ha)**

Entre variedades (Cuadro 1) hubo similitud ( $P > 0.05$ ) en rendimiento con 2.1, 2.1 y 2.3 ton de FS/ha para Común, Golfo y Barspectra; asimismo, el porcen-

**Cuadro 2. Comportamiento de los niveles de fertilización sobre el rendimiento de forraje verde, forraje seco, materia seca, proteína cruda, fibra cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de tres variedades de Ballico anual en los cortes uno (C1) y dos (C2).**

Tratamiento	FV ton/ha		FS ton/ha		% MS		% PC		% FC		DIVMS		
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	
NP	abc	a	b	a	2.8	16.8	15.0	17.1	15.7	20.0	20.1	54.0	52.7
	24.3	18.9	4.1	2.8	16.8	15.0	17.1	15.7	20.0	20.1	54.0	52.7	
Est-Solo	bc	c	b	c	1.5	18.3	18.2	14.5	9.8	19.9	18.4	48.5	54.8
	22.0	8.1	4.0	1.5	18.3	18.2	14.5	9.8	19.9	18.4	48.5	54.8	
Est-N	ab	b	ab	b	2.5	17.3	15.3	15.4	7.6	20.8	19.9	56.7	53.8
	26.1	16.1	4.5	2.5	17.3	15.3	15.4	7.6	20.8	19.9	56.7	53.8	
Est-P	bc	c	b	c	1.4	18.4	19.6	13.0	9.1	20.8	18.0	54.7	52.3
	21.2	7.4	3.9	1.4	18.4	19.6	19.6	13.0	9.1	20.8	18.0	54.7	52.3
Est-NP	a	ab	a	ab	2.6	17.7	14.9	14.8	12.0	21.7	20.4	53.3	52.1
	27.2	17.3	4.8	2.6	17.7	14.9	14.9	14.8	12.0	21.7	20.4	53.3	52.1
$\bar{X}$	24.2	13.6	4.3	2.2	17.7	16.6	15.0	10.8	20.6	20.6	19.4		

Cifras con la misma literal son estadísticamente iguales (P > 0.05)

taje de materia seca siguió un comportamiento similar al del primer corte. Entre niveles de fertilización (Cuadro 2) los mejores tratamientos fueron aquéllos que se fertilizaron con N químico ( $P < 0.05$ ) con relación a los tratamientos Est-Solo y Est-P, cuyos rendimientos fueron de 1.5 y 1.4 ton de FS/ha; sin embargo, el porcentaje de MS mostró un comportamiento parecido al del primer corte.

### Calidad nutricional del forraje

El contenido de PC (Cuadro 1) fue similar entre variedades con 11.2, 10.3 y 11.6% para Común, Golfo y Barspectra; de la misma manera, el contenido de FC fluctuó entre 19 y 20% para las tres variedades. Para niveles de fertilización (Cuadro 2) los porcentajes más altos de PC correspondieron a los tratamientos NP (15.7%) y Est-NP (12.0%), en tanto que los tratamientos de Est-Solo, Est-N y Est-P alcanzaron 9.8, 7.6 y 9.1% de PC; es importante hacer notar que el tratamiento Est-N fue el más bajo en contenido de PC en este segundo corte, en tanto que en el primer corte lo fue el tratamiento Est-P. La fibra cruda (FC) fluctuó entre 18 a 20% en los tratamientos de fertilización aplicada. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca no mostró diferencia entre variedades ni entre niveles de fertilización, alcanzando valores similares a los del primer corte (50%).

### Análisis del rendimiento total (2 cortes)

Entre variedades (Cuadro 3) los rendimientos fueron de 38.2, 39.3 y 35.6 ton de FV/ha para Común, Golfo y Barspectra respectivamente ( $P < 0.05$ ), asimismo, Común y Golfo, con rendimientos de 6.8 y 6.7 ton de FS/ha, fueron superiores a Barspectra ( $P < 0.05$ ) que produjo 6.0 ton de FS/ha. El porcentaje de MS fue similar para las tres variedades; sin embargo, el mayor porcentaje correspondió a Barspectra variedad con menor rendimiento de FV y FS/ha.

Entre tratamientos de fertilización (Cuadro 4) Est-NP, NP y Est-N alcanzaron rendimientos de 44.4, 43.2 y 42.2 ton de FV/ha, superiores ( $P < 0.01$ ) a Est-Solo (30.1) y Est-P (28.6 ton de FV/ha). La diferencia en rendimiento entre Est-

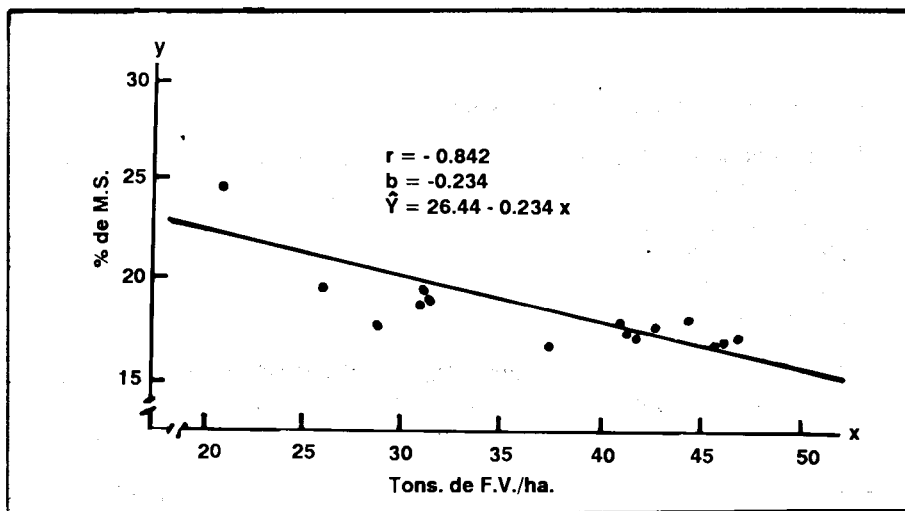
**Cuadro 3. Rendimiento total por variedad en Ballico anual de FV, FS, MS, PC, FC y DIVMS.**

Variedad	FV ton/ha	FS ton/ha	MS %	PC %	FC %	DIVMS %
B. Común	38.2	6.7	17.4	13.1	19.9	51.4
B. Golfo	39.3	6.8	17.4	12.3	21.0	54.2
B. Barspectra	35.6	6.0	18.2	13.7	19.1	54.3

Cifras con distinta literal son estadísticamente diferentes ( $P < .05$ )

**Cuadro 4. Rendimiento total por nivel de fertilización en Ballico anual en FV, FS, MS, PC, FC y DIVMS.**

Tratamiento	FV ton/ha	FS ton/ha	MS %	PC %	FC %	DIVMS %
N-P	a 43.2	a 6.9	16.0	14.9	20.1	53.4
Est-solo	b 30.1	b 5.5	18.2	12.1	19.2	51.6
Est-N	a 42.2	a 7.0	16.6	11.5	20.3	55.3
Est-P	b 28.6	b 5.6	19.6	11.1	19.4	53.5
Est-NP	a 44.4	a 7.4	16.7	13.4	21.1	52.7



**Figura 1. Línea de regresión del efecto del rendimiento de F.V. sobre el % de M.S.**

NP y Est-P fue del orden de 15.8 ton (21.66%). Los porcentajes de MS fueron de 19.5 y 18.2% para Est-P y Est-Solo, ligeramente mayores que Est-NP, Est-N y N-P con valores de 16.7, 16.6 y 16.0% respectivamente. En general, el porcentaje de materia seca mostró una tendencia inversa con relación al rendimiento de FV y FS; es decir, que los mayores porcentajes de MS no correspondieron a los tratamientos con mayor rendimiento de FV y FS (Figura 1).

## Calidad nutricional del forraje

El contenido de PC fue similar entre variedades (Cuadro 3) con valores de 13.1, 12.3 y 13.7% para Común, Golfo y Barspectra, cuyo contenido de FC fue también similar con una media de 20%. Asimismo, la DIVMS alcanzó una media de 53% para las variedades que fueron prácticamente iguales y reducidas en este aspecto. En los tratamientos de fertilización (Cuadro 4) la PC fue ligeramente más alta en los tratamientos NP (14.9%), Est-NP (13.4%) y más reducida en Est-P (11.1%). Los valores de FC fluctuaron de 19.2% en Est-solo hasta 21% en Est-NP. La DIVMS alcanzó el valor más alto en Est-N (55.3%) y el más bajo en Est-solo (51.6%) valores que no fueron significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ).

Los resultados logrados en rendimiento de FV y FS fueron menores a los obtenidos por otros investigadores (Hernández *et al.*, 1984), pero similares a los señalados por Treviño *et al.* (1984), trabajando en clima tropical seco. El rendimiento de forraje verde en el primer corte fue marcadamente superior al segundo corte, en total las tres variedades alcanzaron un rendimiento de 72.5 ton de FV/ha, contra 40.7 del segundo corte (Cuadro 1), lo que arroja una diferencia entre cortes de 31.8 ton de FV/ha (64%), aunque en ambos cortes las tres variedades evaluadas mostraron un comportamiento similar en rendimiento de FV y FS.

En el primer corte, el total de FV producido por los cinco tratamientos de fertilización fue de 120.8 ton (Cuadro 2) de las cuales 77.6 (64.2%) correspondieron a los tratamientos con N químico y 43 ton (35.8%) a los tratamientos de Est-Solo y Est-P. En el segundo corte el rendimiento total de FV se redujo a 67.8 ton de las cuales los tratamientos con N químico aportaron el 77%, en tanto que los tratamientos de Est-Solo y Est-P sólo aportaron el 23%. La reducción mostrada en los tratamientos sin N químico puede ser atribuible a la falta de nutrientes adecuados para la planta en el suelo, específicamente N, lo que concuerda con lo señalado por Lizárraga *et al.* (1976) y Treviño y Nava (1980), Gamboa (1983). Asimismo la reducción tan marcada en el segundo corte con relación al primero, específicamente en los tratamientos de Est-solo y Est-P corrobora lo señalado por Sánchez (1972).

La calidad nutricional del forraje en las variedades se vió afectada por la deficiencia de nutrientes en el suelo, puesto que de un contenido medio de 14.9% en el primer corte, pasó a sólo 11% en el corte dos (Cuadro 1), lo que se tradujo en un promedio general de PC de 13%. Sin embargo, la DIVMS, no varió de manera notable entre variedades en ambos cortes, misma que fue de 55 y 53% en el corte uno y dos respectivamente.

Entre tratamientos de fertilización la PC varió de 15% en el primer corte a 11% en el segundo (Cuadro 2), siendo en general más reducida en los tratamientos que no se fertilizaron con N químico, lo que concuerda con lo señalado por Lizárraga (1976) y Cárdenas (1982). La fluctuación en los niveles de DIVMS fue

muy similar en ambos cortes entre tratamientos de fertilización con una media de 53%, confirmando lo señalado por Dent y Aldrich (1968), quien asevera que la fertilización afecta de manera muy relativa la digestibilidad de los pastos de clima templado.

### CONCLUSIONES

1. Las diferencias entre variedades de pasto Ballico anual, tanto en producción de forraje como en calidad nutricional, fueron bastante reducidas, lo que indica que cualesquiera de ellas puede ser utilizada en la zona del Bajío de Guanajuato o en áreas similares.
2. Quedó plenamente evidenciado que la aplicación de fertilizante químico, básicamente N, es una práctica necesaria para incrementar la cantidad y calidad del forraje producido por unidad de superficie en pasto Ballico anual.
3. El uso de estiércol caprino como abono orgánico para la producción de forraje con Ballico anual puede ser una buena opción para un primer corte; sin embargo, en los cortes subsecuentes quizá sea necesario aplicar fertilizante químico para mantener una buena producción y calidad del forraje.

### LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1975. Official methods of analysis. 12 th. ed. Washington, D.C., USA.
- Cárdenas, E., J.R. 1982. Efecto de diferentes dosis de nitrógeno y períodos de corte en la producción y digestibilidad del Ballico Italiano (*Lolium multiflorum* L.) en Ocampo, Coah., Tesis Licenciatura. Saltillo, Coah. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 39 p.
- Castellanos, Z., J. 1983. Estudio sobre el uso de estiércol para la producción de forraje en las unidades agropecuarias. Aguascalientes, Ags. Resúmenes XVII Reunión de AMPA. 10 p.
- Covarrubias, M., M.C. 1980. Efecto del método y fecha de siembra en la producción de forraje de seis especies de clima templado bajo condiciones de riego y fertilización, en Irapuato, Gto. Tesis Licenciatura. Esc. Agron. y Zootecnia. U. de Guanajuato. 117 p.
- Dent, J.W., and D.T. Aldrich. 1968. Systematic testing of quality in grass varieties. 2. Effect on cutting date, season and environment. Jour. Brit. Grassland Soc. 23:13.

- Flores, M., J.A. 1983. Bromatología Animal. 3a. Ed. México. Limusa p. 38.
- Gamboa, M., J.R. 1983. Efecto de época de corte y dosis de fertilización en el rendimiento y calidad del pasto Ballico (*Lolium multiflorum* Lam.) Memorias XII Reunión Anual. Asoc. Mex. Prod. Anim. Aguascalientes, Ags. p. 6.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía. UNAM. 246. pp.
- Harris, L.E. 1970. Nutrition research techniques for domestic and wild animals. 1:5051-3.
- Hernández, G., F., J. Eguiarte y J. Zamora. 1984. Rendimiento de diferentes cultivos forrajeros de invierno en el Valle de Alvaro Obregón, Mich. México, D.F. Memoria de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. p. 100.
- Hitchcock, S.A. 1971. Manual of the grasses of the United States. Second ed. revised by Agnes Chase. New York Dover Publications, Inc. 2:274.
- Lake, R.P., D.C. Clanton, R.L. Hildebrand y L.E. Jones. 1973. Energy supplementation of yearling steer. 1973. Nebraska. Beef Cattle Report. University of Nebraska. EC. 73-218. p 3.
- Lizárraga, G., A. Aguayo, R. Garza, F.J. Penunuri. 1980. Comparación de la producción de forraje de Ballico italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) y cebada forrajera (*Hordeum vulgare* L.) solos y asociados. Tec. Pec. Mex. 39:17-24.
- Lizárraga, G., P. Márquez, R. Garza y A. Aguayo. 1976. Efecto de la densidad de siembra y niveles de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad del forraje de ballico italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) Tec. Pec. Mex. 31:12.
- National Plant Food Institute (NPMI). 1984. Manual de Fertilizantes. 2a. edición. México. Ed. Limusa p. 132-146.
- Ortiz, V., B. 1977. Edafología. Chapingo, México. Ediciones Patena, A.C.
- Reid, D. and M.E. Castle. 1970. A comparison of the effects of anhydrous ammonia and a solid ammonium nitrate fertilizer on herbage production from a perennial ryegrass sward. Jour. Agric. Sci. 75:347-353.
- Riewe, M.E. 1978. Principles of grazing management. Texas A&M University. Agricultural Research Sta. at. Agleton Circ. s/n. p. 1-34.

- Sánchez, C. 1972. Comportamiento forrajero de un pastizal mediano abierto en la Sierra de Chihuahua, bajo fertilización de nitrógeno y fósforo. Boletín Pastizales. INIP-SAG.
- Snedecor, W.G. 1966. Métodos estadísticos. CECSA. México. 626 p.
- Treviño, M.N. y G. Nava. 1980. Determinación de la dosis de fertilización nitrogenada inicial y densidad de siembra para el establecimiento de una pradera de Ballico italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) Saltillo, Coah. Memorias XIV. Reunión Asoc. Mex. Prod. Animal. UAAAN p. 78.
- Treviño, T.R., M. González, R. Garza y J. Monroy. 1984. Evaluación de ocho variedades de Ballico italiano (*Lolium multiflorum* L.) en clima tropical seco. México, D.F. Memoria de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. p. 101.

## ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN Y SUELO CON ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES EN UN PREDIO DEL SUR DE COAHUILA

Pedro Hernández Rojas<sup>1</sup>  
Heriberto Díaz Solís<sup>2</sup>  
Lucio E. Rodríguez G.<sup>3</sup>  
Eduardo Aizpuru García<sup>4</sup>  
Rubén López Cervantes<sup>5</sup>

### RESUMEN

Con el fin de analizar las relaciones de especies y medio ambiente, delimitar y caracterizar unidades de manejo (UM), y determinar su utilidad práctica a nivel predio, se realizó este estudio en el rancho Los Angeles, en 1990. Se muestrearon 83 estaciones y se evaluaron, por estación, 25 especies y cinco variables de ambiente. La matriz, formada por variables, se analizó por componentes principales (CP). Tres componentes explicaron el 38 % de la variación de los datos. Se retuvieron 17 variables, que evidenciaron al primer componente como herbáceo- arbustivo, al segundo arbustivo-herbáceo y al tercero como de ambiente. No hubo relación entre variables de vegetación y de ambiente. Se definieron cuatro UM, de las cuales la 3ª y la 4ª fueron las de mayor potencial. La relación sólo se dio dentro de modalidad de variables. Se determinaron y caracterizaron cuatro UM con las que se puede hacer un mejor uso del pastizal.

**Palabras clave:** Unidades de manejo, componentes principales, ambiente, vegetación y suelo.

### SUMMARY

This work was conducted at Los Angeles Ranch during 1990 in order to study the relationship between plant species and environment, to delimitate and characterize management unities (MU), and to determinate its practical application on a rangeland level. Accordingly, 25 plant species and five environment varia-

---

1. Tesista

2 y 3 M.C., 4. Ph.D Maestros-Investigadores del Depto. de Recursos Naturales Renovables, División Ciencia Animal. UAAAN.

5. M.C. Maestro-Investigador del Depto. de Suelos. UAAAN. División de Ingeniería.

bles were evaluated in each one of 83 sampling stations. The matrix constituted by 30 variables and 83 stations was analyzed using main components (MC). Three components explain 38 percent of total data variability. Furthermore, 17 of 30 variables were retained which evidenced the first component like herbaceous-shrubbery, the second like shrubbery-herbaceous, and the third like becoming to environment. There was not relationship between variables of vegetation and environment, but it was within variables only. Four MU were delimited and characterized, where III and IV had the highest yield potential, from which a better use of range-land can be made.

**Key words:** Management unities, main components, environment, vegetation and soil.

## INTRODUCCIÓN

Debido a su mal manejo, los pastizales en el mundo se encuentran en algún estado de sucesión secundaria. El manejador de pastizales ha realizado algunas clasificaciones de la vegetación, para su mejor uso. Parece ser que la delimitación de unidades de manejo y/o agrupación de áreas comunes en vegetación actual, suelo y topografía, son una base ecológica para generar alternativas de manejo, criterios para extrapolar resultados de investigación y normas del manejo potencial en ambientes áridos y semiáridos (Aldon y García, 1971). En México, los estudios con este enfoque son pocos, por involucrar una gran cantidad de variables en el análisis. En tal situación, la técnica de análisis de componentes principales es una alternativa viable, ya que es ideal en áreas homogéneas, pues ordena y clasifica variables bióticas y abióticas (Kershaw, 1968), examina relaciones entre especies durante un tiempo, en diferentes localidades (Swaine y Greig-Smith, 1980), agrupa e interpreta líneas y variedades de plantas (Fariás *et al.*, 1983) e interpreta experimentos de mezclas de especies forrajeras bajo condiciones de riego (Díaz y Gutiérrez, 1991); es decir, agrupa y reduce variables, lo cual facilita la interpretación de resultados. Por tal motivo, los objetivos del presente trabajo son: analizar relaciones entre especies con algunas características físico-químicas del sitio de muestreo; delimitar y caracterizar unidades de manejo (UM), además de determinar la utilidad práctica de definir UM a nivel predio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en otoño de 1990 en el rancho Los Angeles, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se localiza a 48 km al sur de Saltillo, Coah., entre las coordenadas 101°58'07" y 101°04'14" Latitud Norte y 25°02'12" y 25°08'51" Longitud Oeste y a una altura de 2,100 msnm (DE-TENAL, 1970).

En ocho líneas imaginarias con dirección W-E, del valle, al pie de monte (Figura 1), se muestrearon 83 estaciones, seleccionadas al observar un cambio combinado en topografía, suelo y vegetación actual.

En cada estación se determinó la pendiente (%) con el uso de un clisómetro, y la profundidad efectiva del suelo, mediante una barrena holandesa. Se obtuvieron muestras de suelo de 1 kg, de los primeros 30 cm, para su análisis físico-químico.

Se evaluó la densidad y la frecuencia de especies herbáceas y arbustivas, con el método de distancias "Cuadrante de punto central" (Dix, 1961). Previo al muestreo, se determinó un tamaño de muestra de 100 puntos por estación, con 20% de precisión y un  $\alpha \leq 0.05$  (Laycock, 1965).

El muestreo (puntos) fue sistemático: 10 líneas paralelas con separación de 10 m entre líneas y entre puntos, cada uno de los cuales se dividió en cuatro cuadrantes y se anotó la planta más cercana al punto. Se registró la especie y su distancia.

Para el análisis, se usó el valor de importancia relativa (VIR) que resulta de multiplicar por 0.5 la suma de la frecuencia y la densidad relativas (Díaz *et al.*, 1986). Sólo se consideró a las especies presentes, al menos en 41 de las 83 estaciones muestreadas y aun dentro de éstas, que presentaron un VIR medio mayor o igual a 0.05.

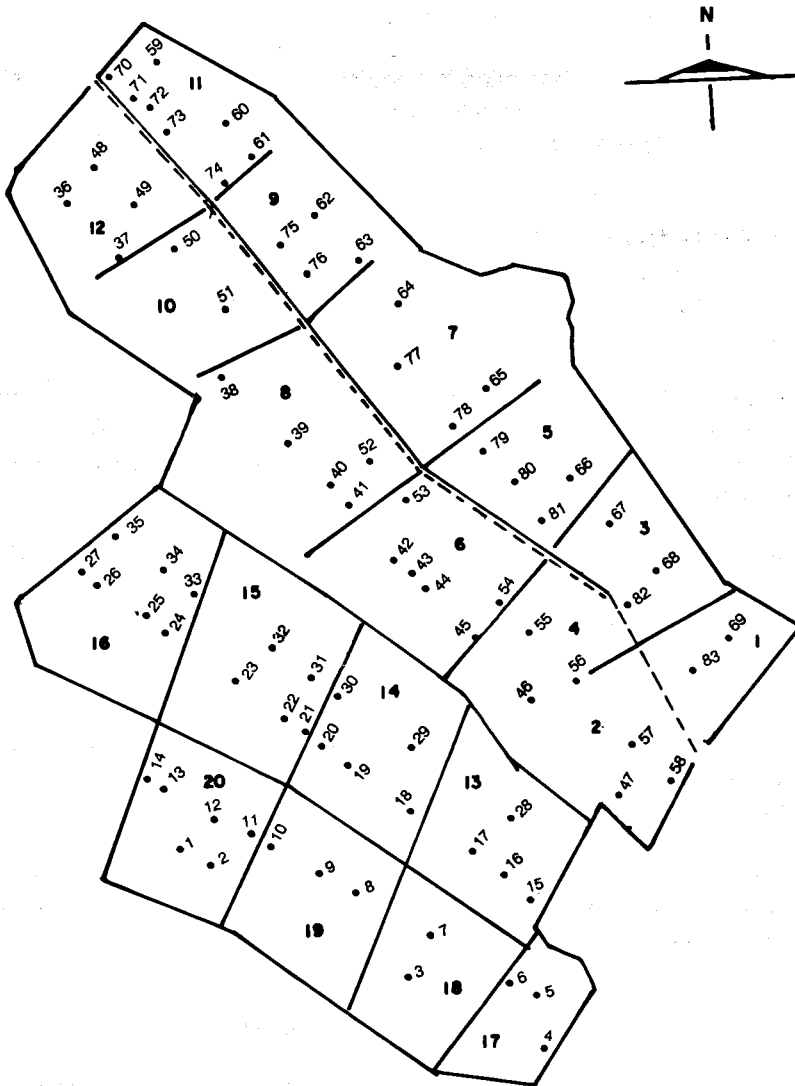
De la muestra de suelo obtenida en campo, se determinaron los porcentajes de textura, materia orgánica, y capacidad de intercambio catiónico (meq/100 gr) con los métodos de Black *et al.* (1965).

La matriz de 82 estaciones de muestreo y 30 variables (25 bióticas y cinco abióticas), se analizó por computadora, con la técnica de componentes principales, utilizando el paquete estadístico desarrollado por Hintze (1985).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros tres componentes principales (CP), explicaron el 38.08% de la variación total de los datos (Cuadro 1). De acuerdo al valor encontrado por Kershaw en 1968 (52%) con los primeros tres componentes se puede afirmar que la aplicación de la técnica de CP en estudios de naturaleza similar no es muy adecuada.

Las únicas variables retenidas por CP (Cuadro 1) fueron las de  $r > 0.50$ , lo cual indica la utilidad de la técnica en la reducción del número de variables compuestas de máxima variabilidad y ortogonalidad.



1....20 Potreros  
● Estaciones de muestra  
Esc. 1:70,000

**Figura 1. Representación de 83 estaciones de muestreo en el área de estudio. 1990.**

**Cuadro 1. Coeficientes de correlación de las variables de los tres primeros componentes.**

Variables	CP <sub>1</sub>	CP <sub>2</sub>	CP <sub>3</sub>	h <sup>2</sup>
Factores físicos del sitio				
Pendiente (Pend)	-0.16	+0.18	+0.75*	.62
Factores físico-químicos del suelo				
Profundidad (Prof)	+0.05	-0.05	-0.76*	.58
Arcilla (Arci)	+0.17	+0.00	-0.87*	.78
Materia orgánica (Maor)	-0.03	-0.01	+0.48	.32
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)	-0.04	+0.02	-0.55*	.30
Vegetación				
<i>Bouteloua gracilis</i> (Bogr)	+0.37	+0.61*	+0.05	.51
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Bocu)	-0.56*	+0.09	-0.19	.36
<i>Bouteloua uniflora</i> (Boun)	-0.49	-0.22	-0.05	.29
<i>Buchloe dactyloides</i> (Buda)	+0.53*	+0.44	-0.07	.48
<i>Aristida wrightii</i> (Arwr)	-0.74*	-0.07	-0.17	.58
<i>Aristida curvifolia</i> (Arcu)	-0.74*	-0.19	-0.04	.59
<i>Aristida havardi</i> (Arha)	+0.46	-0.58*	+0.02	.55
<i>Muhlenbergia arenicola</i> (Muar)	+0.47	+0.24	-0.02	.28
<i>Muhlenbergia repens</i> (Mure)	+0.71*	-0.15	+0.07	.53
<i>Erioneuron avenaceum</i> (Erav)	-0.01	-0.36	+0.19	.16
<i>Lycurus phleoides</i> (Lyph)	-0.67*	-0.17	+0.05	.48
<i>Lesquerella fendleri</i> (Lefe)	+0.31	+0.15	+0.05	.12
<i>Brickellia laciniata</i> (Brla)	+0.34	-0.10	-0.02	.13
<i>Brickellia veronicaefolia</i> (Brve)	-0.61*	+0.01	+0.02	.37
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Gygl)	+0.22	+0.43	+0.06	.24
<i>Gutierrezia sarothrae</i> (Gusa)	+0.12	+0.04	-0.25	.08
<i>Flourensia cernua</i> (Fice)	+0.33	+0.68*	-0.13	.59
<i>Opuntia rastrera</i> (Opra)	+0.45	-0.42	-0.05	.38
<i>Buddleja scordioides</i> (Busc)	+0.48	-0.45	+0.12	.45
<i>Mimosa texana</i> (Mite)	-0.27	-0.12	-0.20	.13
<i>Opuntia imbricata</i> (Opim)	+0.40	-0.64*	+0.16	.59
<i>Parthenium incanum</i> (Pain)	+0.00	+0.63*	+0.00	.40
<i>Agave asperrima</i> (Agas)	-0.47	-0.12	+0.11	.25
<i>Ephedra aspera</i> (Epas)	-0.51*	-0.14	-0.17	.31
<i>Eysenhardtia texana</i> (Eyte)	-0.47	-0.19	-0.02	.26
Eigenvalor	5.77	3.25	2.79	
% de la varianza total	18.62	10.47	8.99	
% acumulado	18.62	29.09	38.08	

\*: variables retenidas

En cuanto al porcentaje de explicación de la variación de los datos y la relación significativa de las variables respecto a cada componente (Cuadro 1), su orden de importancia es:  $CP_1 > CP_2 > CP_3$ , evidenciados como herbáceo-arbustivo, arbustivo-hebáceo y de ambiente, respectivamente.

En el  $CP_1$ , Bocu, Arwr, Arcu, Lyph y Brve se relacionan entre sí (Cuadro 1), pero en forma negativa con el componente, y con Mure y Buda en forma positiva. Esto muestra que Bocu se incrementa en lugares con disturbio, por la compatibilidad que guarda con Lyph y Brve (indicadoras de disturbio), si las áreas no son dominadas por Mure y Buda.

En el  $CP_2$ , se encontró que Bogr, Fice y Pain presentan relación positiva entre sí y relación negativa con Arha y Opim. La relación negativa de Bogr y Opim, da idea de la factibilidad de erradicar Opim en las áreas donde existe, sin afectar la producción de la gramínea, que quizá se incrementa, como lo reportan Pieper *et al.* (1974).

En el mismo Cuadro 1 se observa que arcilla, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y profundidad del suelo guardan relación negativa con el componente y con la pendiente, pero positiva entre sí. De acuerdo a esto, se puede decir que los sitios y/o áreas con mayor potencial son las de menor pendiente.

La falta de relación entre especies y variables abióticas, puede ser debido a la compatibilidad entre especies o al disturbio, como lo reporta Walker y Wehrhahn (1971) y Roberts (1980).

En la Figura 2, se puede apreciar la distribución tridimensional de las estaciones de muestreo, que fue debido a las variables relacionadas significativamente con los componentes y, que, a su vez, caracterizan a cada estación o grupo de estaciones. El acercamiento entre estaciones se dio básicamente por especies dominantes y no por variables de ambiente, aunque estas últimas coadyuvaban a una mejor interpretación de los resultados, tal y como lo reporta Austin (1968) al encontrar resultados similares.

### **Delimitación y Caracterización de Unidades de Manejo (UM)**

La UM I se caracteriza por integrar al G I, III y IV, que en conjunto representan un área dominada por Lyph, Arcu, Arwr, Mure, Bocu, Bogr, Fice y Pain, suelos muy someros (M.S.) altos en pendiente y baja capacidad de intercambio catiónico (CIC). Se puede decir que la UM I es un lugar de bajo potencial ecológico (Figura 3). Por otro lado, de acuerdo a la relación positiva de Bocu con Lyph, Arwr, Arcu, Brve y Epas, se considera que Bocu se incrementa en lugares con disturbio por sobrepastoreo (potreros 1, 2, 3). Lyph y Brve, son especies catalogadas por Beetle (1983) como indicadoras de disturbio. La UM se localiza en la periferia del rancho, en el pie de monte (potreros 1, 2, 3, 7, 9, 11, 12, 16, 17, 18, 19 y 20), en el valle (potrero 10) y cerca de la majada (potreros 14 y 15). La UM representa una superficie que no es significativa (Figura 3).

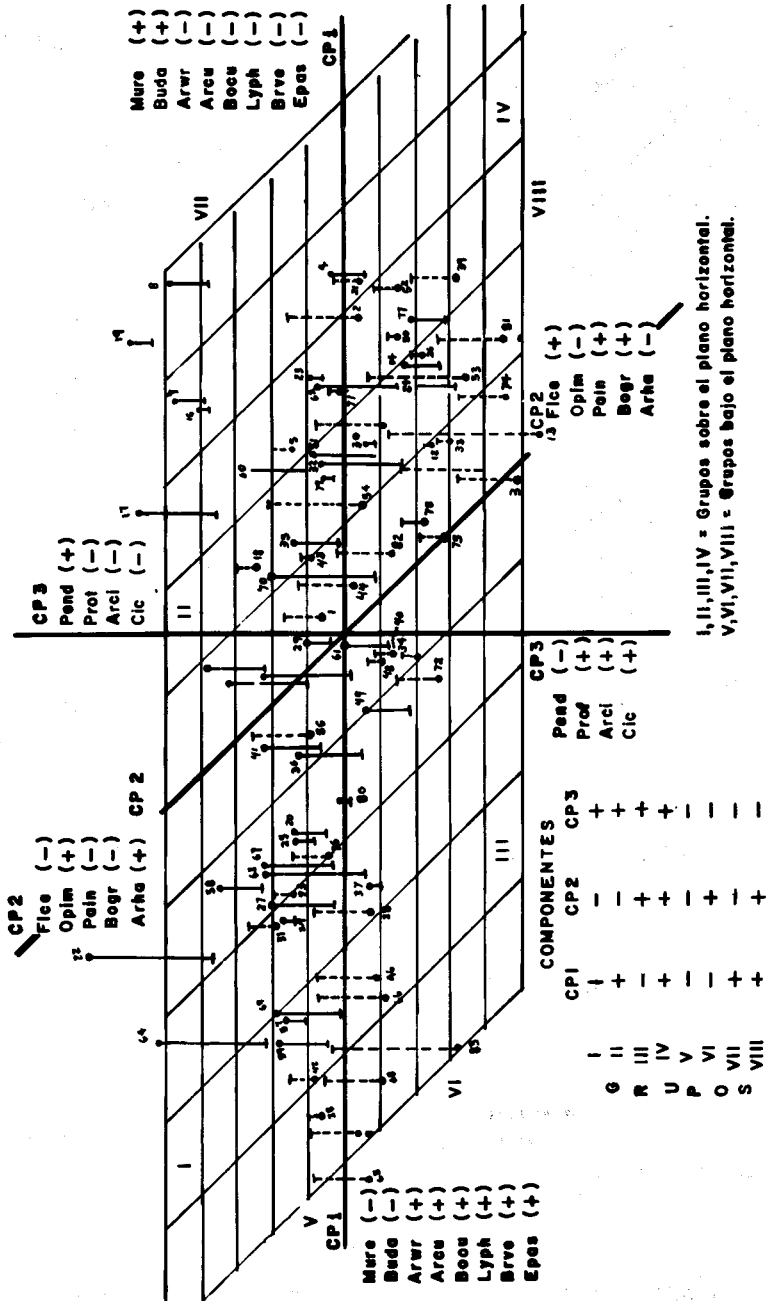


Figura 2. Espacio de estaciones de muestreo y variables relacionadas generados por análisis de componentes principales (CP<sub>1</sub>, CP<sub>2</sub>, CP<sub>3</sub>). 1990

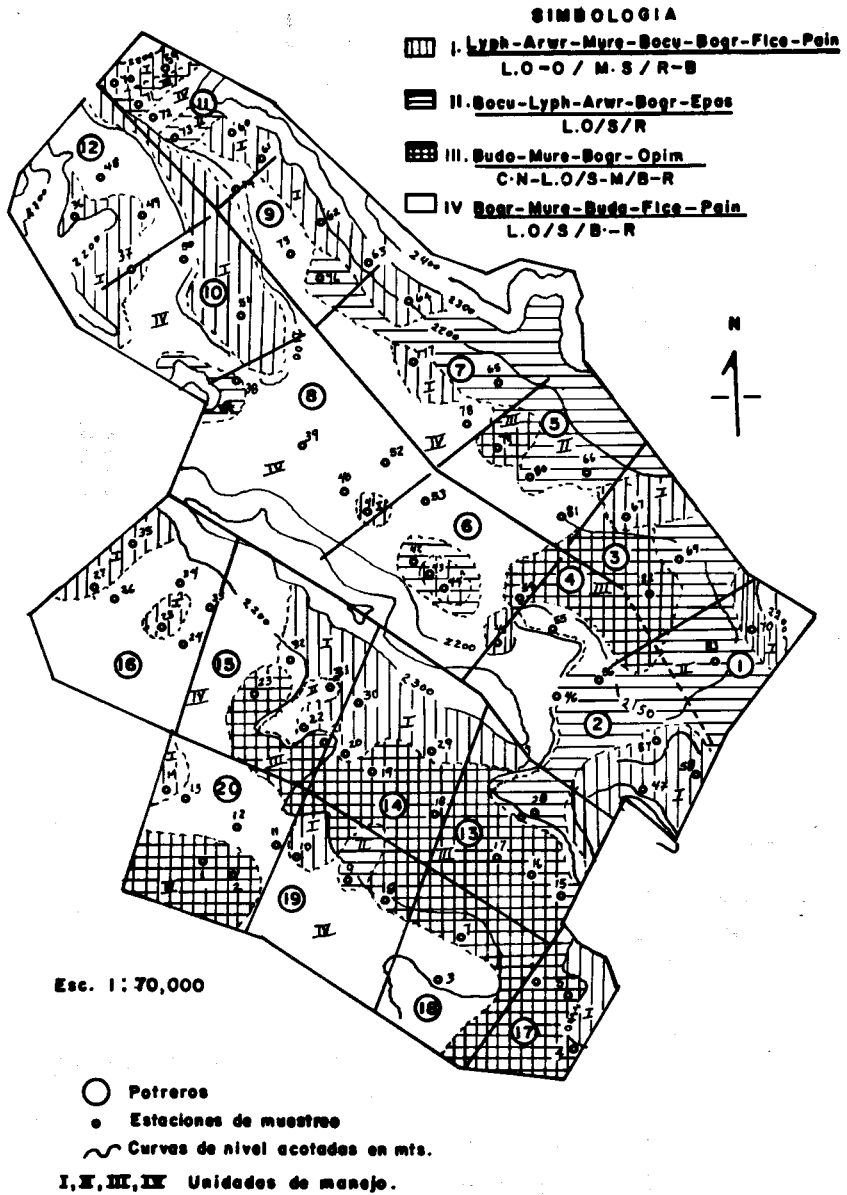


Figura 3. Unidades de manejo generadas por análisis de componentes principales (CP<sub>1</sub>, CP<sub>2</sub>, CP<sub>3</sub>). Rancho Los Angeles, 1990.

La UM II se caracteriza por representar al G V, debido a la presencia de Bocu, Lyph, Arwr y Epas; de una pendiente ligeramente ondulada (L.O.), de una profundidad del suelo de somera a regular (S-R), de un mayor contenido de arcilla que la UM I, y de una regular CIC. Tiene mejores características físico-químicas que la UM I, lo que la constituye, por lo tanto, en una UM de mayor potencial. Además, los altos valores de importancia relativa (VIR) de Bocu, Lyph y Epas que caracterizan a esta UM, parecen estar dados por la compatibilidad entre especies como lo reporta Beetle (1983); también por sobrepastoreo en los potreros 1, 2, 3, 4, 6, 13, que son castigados al estar muy próximos al casco del rancho (Figura 3).

Parece ser que, conforme se acentúa el disturbio, también se alteran Bocu y especies asociadas, por lo cual se observa un decremento de Bogr, posiblemente por el mal manejo, dado que es una especie característica de las áreas poco disturbadas (potrero 11). La UM se encuentra en pie de monte, más abajo que la UM I, en cambio, se ubica muy cerca del casco del rancho. La UM es muy frecuentada por ganado y habitada por el perrito de la pradera (*C. mexicanus* Merriam) (Figura 3).

La UM III se caracteriza por representar al G II y VII, debido a la presencia de Buda, Mure, Arha, Opim y Bogr, a una pendiente que va desde casi plana a ligeramente ondulada (C.P-L.O), de regular a buena profundidad del suelo (R-B) y una CIC que fluctúa entre baja a regular (B-R) (Figura 3). Aparte, representa mayor superficie que las dos UM anteriores (Figura 3). Tanto la superficie comprendida en la parte Norte e inmediata al casco del rancho como la ubicada en la parte Sur, son muy expuestas al uso por ganado bovino, además de que la parte sur es muy transitada por ganado caprino.

La fuerte presencia de Buda en esta UM parece traer consigo un incremento de Mure (potreros 3, 4, 13 y 14), como consecuencia del disturbio por sobrepastoreo, según lo indica Beetle (1983). Por otro lado; los potreros 13 y 14 son los más invadidos por Opim, especie confirmada por Pieper et al. (1974) como indicadora de disturbio por sobrepastoreo y fauna silvestre (conejo). Según el autor, existe la posibilidad de incrementar Bogr controlando Opim, de acuerdo a su relación negativa.

La UM IV se caracteriza por unir al G VI y VII, por la presencia de Bogr, Mure, Flice, Pain, Bocu y Buda, y por un mayor potencial, al encontrar esta vegetación en gran parte de la porción del valle, al Norte y Sur del rancho (Figura 3) y ser la más representativa, ya que ocupa mayor área. Dada la relación positiva de Buda y Mure (Figura 2), se puede decir que son características de áreas planas y disturbadas, tanto por el ganado como por el perrito de las praderas (potreros 5, 6, 7, 8 y 10), no así en los potreros 16, 18, 19 y 20, que son menos frecuentados por el ganado, excepto el potrero 18 donde habita el perrito.

La relación de Bogr, Flce y Pain entre sí (Figura 2), indica que cualquier decremento en alguna de ellas puede incidir en la disminución de otra. Estas son características de ladera, como es el caso de los potreros 8, 15, 16 y 20.

## CONCLUSIONES

1. No se encontró relación entre especies y medio ambiente, pero sí entre especies. La relación entre especies es una base para la toma de algunas decisiones de manejo y/o futuras investigaciones.
2. Se determinaron y caracterizaron cuatro unidades de manejo. La técnica mostró reducida explicación de la varianza de los datos, por lo que se considera más adecuada para áreas más homogéneas.
3. Definir UM a nivel predio, es sencillo en teoría, no así en la práctica, porque requiere del uso del criterio al tener que considerar la fisiografía, disponibilidad de agua para el ganado y los recursos económicos.

## LITERATURA CITADA

- Aldon, E.F. and G. García. 1971. Stocking rangelands on Rio Puerco in New Mexico. *J. Range Manage.* 24(5):344-345.
- Austin, M.P. 1968. An ordination study of chalk grassland community. *J. Ecology.* 56:739-747.
- Austin, M.P. and Noy-Meir. 1971. The problem of non-linearity in ordination: experiments with two gradient models. *J. Ecology.* 59:763-773.
- Beetle, A.A. 1983. Las gramíneas de México. Tomo I. Ed. Calypso, S.A. México, D.F. 259 p.
- Black, C.A., D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, and F.E. Clark. 1965. Methods of soil analysis. American Society of Agronomy. Inc. Publisher. Madison, Wisc.
- Departamento de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL). 1970. Cartas intersecretariales G14D43, G14d44. Escala. 1:50,000. Color. Varios.
- Díaz, S., J. Espinoza, A.J. Treviño, V.H. de la F.C. Regla y C.V. Rodríguez. 1986. Relaciones del zacate jilotillo con variables de ambiente y otras especies. En: Memorias 2<sup>o</sup>. Cong. Nac. de Manejo de Pastizales. Saltillo, Coah. UAAAN-SARH-CONACYT. 41-45 p.

- Díaz, S.H. y N.M. Gutiérrez. 1991. Aplicación del análisis de componentes principales en la interpretación de un experimento de mezclas de especies forrajeras. En: Resúmenes de Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, SARH-INIFAP-CONACYT-CP-UAT-UACH. 26 a 29 Noviembre de 1991. Cd. Victoria, Tamps.
- Dix, R.L. 1961. An application of the point center quarter method to the sampling of grassland vegetation. *J. Range Manage.* 14:63-69.
- Farías, J.M., N. Thomas y H.M. Quiroga G. 1983. Utilización del análisis de componentes principales en la selección de líneas y variedades introducidas de ballico anual *Lolium multiflorum* Lam. *Agric. Téc. Méx.* Vol. 9. No. 2 p. 125-140.
- Hintze, L.J. 1985. Number cruncher statistical system. (4.2) 865. East 400 North. Kaysville, Utah 84037.
- Kershaw, A.K. By. 1968. Classification and ordination of Nigerian savanna vegetation. *J. Ecology.* 56:465-482.
- Laycock, W.A. 1965. Adaptation of distance measurement of range sampling. *J. Range Manage.* 18:205-211.
- Medina, D.E. 1960. Formulación de alternativas de manejo. En: Medin, T.J.G. y L.A. Natividad B.M. Metodología de Planeación Integral de los Recursos Naturales. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 161 p.
- Pieper, R.D., K.H. Rea and J.G. Fraser. 1974. Ecological characteristics of walkingstick Cholla. New Mexico State University. Bull, 623. p. 20.
- Ponce, R.H., Cuanalo de la C. 1977. La regionalización del ambiente basado en la fisiografía y su utilidad en la producción agropecuaria. En: Hernández X., E. (Ed.). Agroecosistemas de México: Contribuciones a la energía, investigación y divulgación agrícola. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 416 p.
- Robert, C.R. 1980. Effects of stocking rate on tropical pasture. *Tropical Grassland.* 14:225-231.
- Swaine, M.D. and P. Greig-Smith. 1980. An application of principal components analysis to vegetation change in permanent plots. *J. Ecology.* 68:33-41.
- Walker, H.B. and F.C. Werhrhahn. 1971. Relationship between derived vegetation gradients and measured environmental variable in Saskatchewan Wetlands. *Ecology.* 52:85-89.
- Yarrenton, A.G. 1967. Principal components analysis of data from *Saxicolous bryophyte* vegetation at step bridges, Devon. I. A quantitative assesment of variation in the vegetation. *Can. J. Botany.* 45:93-115.

## DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL PARA MANZANO EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA: UN ANALISIS METODOLÓGICO

Juan Manuel Cortés Jiménez<sup>1</sup>  
Eduardo A. Narro Farías<sup>2</sup>

### RESUMEN

La parte de campo de este trabajo se realizó durante los ciclos 1987 y 1988 en los Lirios, Arteaga, Coah. Se comparó el diagnóstico nutricional mediante los enfoques de rangos de suficiencia (Bould, 1970; Robinson, 1986) y Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS), a la respuesta a la aplicación de NPK, y el análisis de correlación entre los índices de crecimiento y producción del árbol y la concentración foliar de nutrimentos en árboles de manzano, var. Golden Delicious, sobre patrón MM111 plantados a 5 x 4 m.

En la comparación de metodologías, se encontró que el rango óptimo y el DRIS diagnostican deficiencia de K (Potasio) y Mg (Magnesio). Ambos, según la interpretación de Bould (1970), coinciden en que el K, Mg, B (Boro) y N (Nitrógeno) son los elementos que el orden de requerimientos señala como más deficientes; sin embargo, el DRIS no detectó la deficiencia de P (Fósforo) y Zn (Zinc), los que aparecen como deficientes en casi todas las muestras, según ambos criterios de interpretación de los rangos óptimos. Se encontraron correlaciones significativas entre la concentración foliar de P, K, Mn (Manganeso), Cu, Zn y B y el crecimiento del árbol, y entre el N, Mg, Zn y B y el rendimiento.

Se concluye que en la determinación de los problemas nutrimentales del manzano, el diagnóstico se afecta por la metodología y los criterios de interpretación que se utilicen, así como por la condición productiva del huerto.

**Palabras clave:** Rangos óptimos, DRIS.

---

1. Tesista M.C. y 2. Ph.D. Maestro Investigador del Depto. de Suelos. Div. de Ingeniería, UAAAN.

## SUMMARY

A two year field study (1987 and 1988) was conducted to compare the nutritional status, diagnosed by optimal ranges (Bould, 1970; Robinson, 1986), DRIS, field response of application of NPK, and correlation analysis between growth index, tree production and foliar concentration of nutrients. Sixteen year old trees of the Golden Delicious variety grafted on the MM111 rootstock planted in a 5 x 4 m distribution, were used as experimental material.

When methodologies were compared it was found that the optimal range and DRIS diagnostic indicated K and Mg deficiencies; DRIS and the optimum ranges, as interpreted by Bould (1970), agreed in the four most deficient elements (K, Mg, B and N); however, DRIS did not detect P and Zn deficiencies which were deficient in the most of the samples according to both interpretation criteria of the optimal ranges. Statistically significant correlations were found between growth index and foliar concentration of N, Mg, Zn and B.

In conclusion, in the determination of nutritional deficiencies in apple trees, the diagnostic is affected by the methodology and the interpretation criteria used, as well as the crop load.

**Key words:** Nutritional diagnostic for apple trees, Optimum ranges, DRIS.

## INTRODUCCIÓN

En Arteaga, Coahuila, el cultivo del manzano es de gran importancia por la superficie cultivada, valor de la producción, mano de obra que ocupa y los ingresos que proporciona; sin embargo, se desconoce cual es la fertilización más adecuada de los huertos, problema que se puede solucionar mediante buenos diagnósticos nutricionales.

Entre las técnicas usadas según Smith, (1986) están: experiencias de técnicos y productores, sintomatología visual, análisis de suelos, experimentos de campo e invernadero, análisis foliar y análisis bioquímico y fisiológico. Las ventajas de los métodos de diagnóstico son varias, pero se cita que el mejor es el que recomienda la fertilización sólo cuando es probable una respuesta económica directa; sin embargo, parece que el análisis foliar es el mejor método para identificar la necesidad de fertilización en frutales (Kenworthy, 1973).

El método tradicional para establecer valores de referencia para el diagnóstico de nutrimentos es el valor crítico, el cual se definió como la concentración de un nutrimento en una parte específica de la planta en un estado específico de crecimiento, en el cual ocurre una reducción del 10% del rendimiento máximo, como la concentración asociada con el punto medio de la zona transicional entre

niveles de deficiencia y suficiencia (Ulrich y Hills, 1973; Medina, 1987). Bates (1971) basado en criterios económicos, define el nivel crítico como la concentración a la cual la aplicación de fertilizante no representa ganancias.

El DRIS minimiza el efecto de la edad del tejido en la interpretación del análisis foliar, por lo que la época de muestreo no es tan crítica como en otros métodos y no se afecta por la posición del tejido muestreado (Sumner, 1977; Nuñez, 1987, Medina, 1987), ni por la variedad (Sumner, 1977; Sumner, 1985); además, el DRIS detecta deficiencias provocadas por la interacción o exceso de otros nutrimentos (Beverly *et al.*, 1984).

Medina (1987) y Nuñez (1987), citan que el enfoque de rangos críticos entre sus desventajas no toma en cuenta la interacción de nutrimentos, y que los valores críticos son para una época determinada de muestreo, donde la concentración de los nutrimentos presenta poca variación, el valor crítico no considera el balance nutricional en la planta, lo cual puede ser más importante que la concentración misma del nutrimento y el valor crítico se obtiene mediante una curva de respuesta válida para todas las demás condiciones del cultivo.

Los objetivos de este trabajo fueron evaluar el estado nutrimental de árboles de manzano y comparar el diagnóstico obtenido mediante cuatro enfoques utilizados para este propósito.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó durante los ciclos 1987 y 1988 en los Lirios, Arteaga, Coahuila, México, situado a 25°23'23" de latitud norte y 100° 35'38" de longitud oeste, a una altura de 2 350 msnm. El clima, según la Köppen, modificado por García (CETENAL, 1977a), es templado, con temperatura media anual entre 12° y 18°C y la temperatura del mes más frío fluctúa entre -3 y 18°C. El suelo del huerto, de acuerdo al sistema FAO modificado por CETENAL (1977b), es un Feozem calcárico de textura fina.

Se utilizó la variedad Golden Delicious sobre patrón MM111 con densidad de 500 árboles/ha (5 x 4 m), cuya edad fue de 16 años. La variación en la concentración foliar de nutrimentos se indujo con la aplicación de 17 tratamientos de fertilización y acolchado, los cuales se obtuvieron de una matriz Plan Puebla 1. Se utilizó sulfato de amonio, superfosfato de calcio triple y sulfato de potasio como fuente nitrogenada, fosfatada y potásica. El material de acolchado fue rastrojo de maíz.

Los tratamientos se incorporaron al suelo en el tercio exterior de la proyección de la copa del árbol, en marzo. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, y se tomó un árbol como unidad experimental. En el Cuadro 1 se describen los tratamientos aplicados.

**Cuadro 1. Descripción de los tratamientos aplicados.**

Tratamiento No.	Nitrógeno g/árbol	Fósforo g/árbol	Acolchado kg/árbol	Potasio g/árbol
1	400	160	4	300
2	400	160	8	300
3	400	240	4	300
4	400	240	8	300
5	600	160	4	300
6	600	160	8	300
7	600	240	4	300
8	600	240	8	300
9	200	160	4	300
10	800	240	8	300
11	400	80	4	300
12	600	320	8	300
13	400	160	0	300
14	600	240	12	300
15	600	240	8	0
16	600	240	8	600
17	0	0	0	0

Las muestras foliares se tomaron de cada árbol de las tres primeras repeticiones en la primera semana de agosto de 1987 y 1988. Se colectaron hojas de la parte media de los crecimientos del año de la porción media de la copa. Se determinó contenido de N (Nitrógeno), P (Fósforo), K (Potasio), Ca (Calcio), Mg (Magnesio), Fe (Hierro), Mn (Manganeso), Zn (Zinc), Cu (Cobre) y B (Boro).

Para que el análisis foliar sea un método de diagnóstico efectivo, es necesario el siguiente proceso establecido por Kenworthy, 1973:

1. Estandarizar el método de muestreo para que pueda ser seguido por los fruticultores.
2. Tener valores de referencia que permitan el diagnóstico para una muestra particular.
3. Métodos analíticos de rutina para la determinación de todos los elementos esenciales y algunos no esenciales.
4. Interpretación insesgada de los resultados analíticos.

5. Desarrollo de recomendaciones para corregir deficiencias o excesos de nutrimentos.
6. Una forma de reportar los resultados y recomendaciones que pueda ser comprendida por el productor.

Para el cultivo de manzano se han reportado valores de referencia para determinar los intervalos de suficiencia y rangos críticos (Simons, 1960; Bould, 1970; Young, 1980; Robinson, 1986; Vang- Petersen y Nikolajsen, 1986), los cuales se presentan en el Cuadro 2.

El diagnóstico nutricional de los árboles se realizó por el enfoque de rangos de suficiencia (Bould, 1970; Robinson, 1986), y a través de DRIS, los cuales se contrastaron con la respuesta del árbol a la aplicación de fertilizantes, y con el análisis de correlación entre la concentración de nutrimentos y los índices de crecimiento y los índices de crecimiento y producción de los árboles.

Las normas de DRIS se desarrollaron a partir de 54 observaciones, que se dividieron en dos subpoblaciones: una de alto y otra de bajo rendimiento. Los árboles con producción mayor o igual a 60 kg comprendieron la subpoblación de alto rendimiento; este umbral se determinó bajo el criterio de la suma de la media de producción más la desviación estandar. Para las dos subpoblaciones se calculó la media, la desviación estandar y la varianza de la concentración de los 10 elementos analizados, así como para todos los cocientes y productos de cada par de nutrimentos.

Los valores para las normas se seleccionaron en función de la relación de varianza de los cocientes de cada par de nutrimentos; los cocientes con la mayor relación de varianza ( $B/A$ ) entre la subpoblación de bajos rendimientos ( $B$ ) y la subpoblación de altos rendimientos ( $A$ ), se consideraron para las normas (Kim y Leech, 1986; Medina, 1987). Sin embargo, para definir las expresiones de cada par de nutrimentos capaces de discriminar las dos poblaciones, se llevó a cabo una prueba de homogeneidad de varianza (varianza mayor/varianza menor).

Para calcular las normas DRIS se usó el programa de cómputo elaborado por Letsch (1985) y adaptado por Sánchez (1988b). Los índices DRIS, el orden de requerimiento de los elementos nutritivos y el índice de desbalance nutricional IDN, se realizó con un programa elaborado por el mismo autor (Sánchez, 1988a).

**Longitud de Brotes.** Para esta característica, se seleccionaron cinco brotes de la parte media de la copa de cada árbol, cuatro orientados a cada uno de los puntos cardinales y uno al centro. Se evaluó mensualmente por lectura directa.

**Incremento en Area Transversal del Tronco (IATT).** Esta variable se determinó del perímetro del tronco a 30 cm de altura sobre el suelo; esta área se evaluó al inicio y al final de cada ciclo de producción y por diferencia se obtuvo el incremento anual.

**Cuadro 2. Criterios para la interpretación del contenido foliar de nutrimentos en manzano.**

	Concentración Nutricional					Referencia
	Deficiente	CNR Marginal	Adecuado	Alto	Tóxico	
N*	1.7-2.0 <1.6	2.0-2.4 1.6-1.9  1.7-2.0	2.4-2.8 2.0-2.4 2.45 2.0-2.5	> 3.0 2.5-3.0	> 3.0	Bould (1970) Robinson (1986) Simons (1960) Vang-Petersen y Nikolajsen (1986) Young (1980)
P	.07-0.1 <.10	0.1-.15 0.1-.14  0.1	0.2-.25 .15-.20 0.17 .18-.28	> .3 .21-.30	> .30	Bould (1970) Robinson (1986) Simons (1960) Vang-Petersen y Nikolajsen (1986) Young (1980)
K	0.4-0.7 <0.8	0.8-1.2 0.8-1.1  0.8-1.5	1.3-1.6 1.2-1.5 1.75 1.3-1.8	> 2.0 1.6-3.0	> 3.0	Bould (1970) Robinson (1986) Simons (1960) Vang-Petersen y Nikolajsen (1986) Young (1980)
Ca	0.5-.75 <.70	0.8-1.0 0.7-1.0  1.2	1.0-1.6 1.1-2.0 1.5	> 2.0 2.1-2.5	> 2.5	Bould (1970) Robinson (1986) Simons (1960) Young (1980)
Mg	.06-.15 <.15	-15-.20 -15-.20  0.2-0.3	.25-.30 .21-.25 .22	> 0.3 26-.45	> .45	Bould (1970) Robinson (1986) Simons (1960) Young (1980)
Cu**	1-3 <4	3-5 4-6  5-6	5-10 6-20 13	> 20 21-100		Bould (1970) Robinson (1986) Simons (1960) Young (1980)
Zn	1-5 < 10	5-15 10-20 15-20	15-25 20-50	> 30 > 50		Bould (1970) Robinson (1986) Young (1980)
Mn	5-20 <20	20-25 20-50  25-30	30-100 50-100 54	> 200 100-200	> 200	Bould (1970) Robinson (1986) Simons (1960) Young (1980)
Fe	< 60	60-99 100			> 500	Robinson (1986) Young (1980)
B	5-15 < 15	15-20 15-20  20-25	25-30 21-40 30	> 40 40-200		Bould (1970) Robinson (1986) Simons (1960) Young (1980)

\* por ciento; \*\* partes por millón

**Rendimiento de Fruto.** Se definió el número y peso de varias categorías establecidas en función del diámetro ecuatorial del fruto. La categoría extra incluye frutas con diámetro mayor de 6.7 cm, la de primera entre 6.7 y 6.2 cm, la de segunda entre 6.1 y 5.5 cm y la de tercera con diámetro menor de 5.5 cm. La cosecha se realizó en la primera quincena de septiembre.

Se realizó análisis factorial para determinar el efecto del acolchado y los fertilizantes sobre el crecimiento y la producción de los árboles, así como análisis de correlación entre estas dos últimas variables y la concentración foliar de nutrientes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición foliar se reporta en el Cuadro 3, y en el Cuadro 4 el diagnóstico nutricional, según el enfoque de rangos de suficiencia. Del diagnóstico por el método DRIS, los cocientes seleccionados para las normas se reportan en el Cuadro 5, y el diagnóstico mediante este enfoque para cada tratamiento en el Cuadro 6. Aunque no existió diferencia significativa en la prueba de homogeneidad de varianza entre las relaciones de nutrientes en la población de bajo y de alto rendimiento; estos últimos valores se utilizaron para fines del diagnóstico.

Para la interpretación del diagnóstico por el rango óptimo, se obtuvo el número y porcentaje de tratamientos cuya concentración de nutrientes rebasó el límite inferior o superior de los rangos considerados adecuados, mientras que para el caso del DRIS, se obtuvo la frecuencia y el porcentaje de los cuatro nutrientes que aparecieron como más deficientes y los cuatro que se consideraron en exceso o suficiencia relativa. Con esta metodología utilizada por Medina (1987), se comparó el diagnóstico según ambos enfoques y se encontró que tanto el rango óptimo (Bould, 1970; Robinson, 1986) como el DRIS diagnosticaron deficiencia de K y Mg; DRIS y rango óptimo según la interpretación de Bould (1970), coinciden en los cuatro elementos que el orden de requerimientos señala como más deficientes, y que son el K, Mg, B y N; sin embargo, el DRIS no detectó la deficiencia de P y Zn, los cuales aparecen como deficientes en casi todas las muestras, según ambos criterios de interpretación de los rangos óptimos (Cuadro 2).

Respecto a los elementos que se encuentran en exceso o suficiencia relativa, ambos enfoques coinciden en señalar al Mn como el nutriente que se encuentra en esta situación. También el Boro según Bould (1979), y el Nitrógeno y Magnesio, según Robinson (1986), están en niveles superiores al óptimo, mientras que el DRIS detecta que el Fe, Cu y Zn, también se encuentran en condición de suficiencia relativa o exceso (Cuadro 7).

**Cuadro 3. Composición foliar<sup>1</sup> asociada con la aplicación de cuatro dosis de nitrógeno, fósforo y acolchado del suelo. Manzano var. Golden Delicious /MM III. Los Lirios, Coahuila. Agosto de 1988.**

	Tratamientos*				%	Composición foliar				ppm				
	N	P	A	K		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
1	400	160	4	300	2.357	0.139	1.01	1.34	0.21	88	157	11.00	5.00	33.20
2	400	160	8	300	2.403	0.138	1.03	1.37	0.20	89	156	11.00	5.33	32.20
3	400	240	4	300	2.620	0.150	1.14	1.44	0.22	86	129	12.33	5.00	36.33
4	400	240	8	300	2.757	0.132	0.95	1.46	0.20	96	131	12.00	5.00	35.40
5	600	160	4	300	2.273	0.145	1.10	1.57	0.23	93	178	12.00	8.00	32.03
6	600	160	8	300	2.470	0.135	0.97	1.40	0.24	100	166	10.00	8.00	28.90
7	600	240	4	300	2.507	0.147	1.04	1.37	0.22	90	176	10.67	7.33	27.03
8	600	240	8	300	2.503	0.141	1.11	1.49	0.28	107	148	11.33	8.00	35.40
9	200	160	4	300	2.400	0.145	1.07	1.47	0.25	87	130	11.00	9.33	28.73
10	800	240	8	300	2.553	0.146	0.99	1.40	0.20	89	188	12.67	9.00	31.07
11	400	80	4	300	2.460	0.148	1.27	1.46	0.20	93	114	12.00	7.33	24.60
12	600	320	8	300	2.323	0.135	0.96	1.42	0.17	97	149	11.67	7.33	27.63
13	400	160	0	300	2.623	0.149	1.04	1.39	0.22	90	139	11.67	8.67	29.93
14	600	240	12	300	2.500	0.141	1.05	1.37	0.25	92	149	11.33	8.67	31.57
15	600	240	8	0	2.627	0.146	1.23	1.44	0.21	85	192	11.33	9.00	26.43
16	600	240	8	600	2.350	0.142	1.08	1.51	0.24	93	112	11.00	8.67	28.30
17	0	0	0	0	2.330	0.144	1.03	1.38	0.22	90	122	12.00	10.00	32.20

<sup>1</sup> Media de tres repeticiones

\* N, P y K = Nitrógeno, fósforo y potasio en g/árbol

A = Acolchado en kg/árbol

**Cuadro 4. Diagnóstico nutrimental por el método de rangos de suficiencia para cada uno de los tratamientos evaluados. Los Lirios, Coahuila. Ciclo 1988.**

Tratamiento	Condición nutrimental								Referencia
1	N	P	K	Mg		Mn	Zn	B	Bould (1970)
		P	K		Fe	Mn	Zn	Cu	Robinson (1986)
2		P	K	Mg		Mn	Zn	B	Bould (1970)
	N	P	K	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Robinson (1986)
3		P	K	Mg		Mn	Zn	B	Bould (1970)
	N		K		Fe	Mn	Zn	Cu	Robinson (1986)
4		P	K	Mg		Mn	Zn	B	Bould (1970)
	N	P	K	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Robinson (1986)
5	N	P	K	Mg		Mn	Zn	B	Bould (1970)
		P	K		Fe	Mn	Zn		Robinson (1986)
6		P	K	Mg		Mn	Zn		Bould (1970)
	N	P	K			Mn	Zn		Robinson (1986)
7		P	K	Mg		Mn	Zn		Bould (1970)
	N	P	K		Fe	Mn	Zn		Robinson (1986)
8		P	K			Mn	Zn	B	Bould (1970)
	N	P	K	Mg		Mn	Zn		Robinson (1986)
9		P	K			Mn	Zn		Bould (1970)
		P	K		Fe	Mn	Zn		Robinson (1986)
10		P	K	Mg		Mn	Zn	B	Bould (1970)
	N	P	K	Mg	Fe	Mn	Zn		Robinson (1986)
11		P	K	Mg		Mn	Zn	B	Bould (1970)
	N	P		Mg	Fe	Mn	Zn		Robinson (1986)
12	N	P	K	Mg		Mn	Zn		Bould (1970)
		P	K	Mg	Fe	Mn	Zn		Robinson (1986)
13		P	K	Mg		Mn	Zn		Bould (1970)
	N	P	K		Fe	Mn	Zn		Robinson (1986)
14		P	K			Mn	Zn	B	Bould (1970)
	N	P	K		Fe	Mn	Zn		Robinson (1986)

continua...

Tratamiento	Condición nutrimental							Referencia
15	P	K	Mg		Mn	Zn		Bould (1970)
	N	P			Fe	Mn	Zn	Robinson (1986)
16	N	P	K	Mg		Mn	Zn	Bould (1970)
		P	K		Fe	Mn	Zn	Robinson (1986)
17	N	P	K	Mg		Mn	Zn	Bould (1970)
		P	K		Fe	Mn	Zn	Robinson (1986)

Elemento en concentración superior a la óptima

Elemento en concentración inferior a la óptima

**Cuadro 5. Relaciones usadas para el cálculo de los índices DRIS en manzano var. Golden Delicious/MM111, Los Lirios, Coahuila. Ciclo 1988.**

Expresión Nutrimentos	Media	C.V. %	Expresión Nutrimentos	Media	C.V. %
P/K	.129	13.26	N/Ca	1.742	13.09
P/Ca	.098	15.01	Fe/Mg	360.389	27.87
P/Mg	.613	27.22	Mn/Mg	607.199	50.45
Fe/P	588.941	12.26	Zn/Mg	47.519	30.88
Mn/P	958.060	39.62	Cu/Mg	27.968	41.34
Zn/P	77.543	21.91	B/Mg	144.567	27.01
Cu/P	47.813	40.07	N/Mg	10.972	24.47
B/P	243.010	27.45	Mn/Fe	1.636	40.39
N/P	18.036	14.98	Fe/Zn	7.782	14.27
Ca/K	1.330	9.39	Cu/Fe	0.081	37.46
K/Mg	4.783	27.08	Fe/B	2.550	24.26
Fe/K	75.761	15.58	Fe/N	32.948	11.36
Mn/K	123.793	40.32	Mn/Zn	12.789	46.15
Zn/K	9.990	23.86	Mn/Cu	25.600	72.63
Cu/K	6.188	45.83	Mn/B	4.245	55.95
K/B	0.034	30.35	Mn/N	52.860	36.25
N/K	2.315	16.05	Cu/Zn	0.627	38.40
Ca/Mg	6.266	21.09	Zn/B	0.334	29.26
Fe/Ca	57.190	15.70	Zn/N	4.300	16.38
Mn/Ca	93.79	40.56	Cu/B	0.212	50.81
Zn/Ca	7.545	24.23	Cu/N	2.681	42.47
Cu/Ca	4.690	47.67	N/B	0.077	21.68
B/Ca	23.213	19.59			

**Cuadro 6. Índices DRIS; orden de requerimiento de los elementos e índices de desbalance nutricional (IDN) en función de 17 tratamientos al suelo. Manzano var. Golden Delicious/MM111. Los Lirios, Coahuila. Ciclo 1988.**

	N	P	% K	Ca	Mg	Fe	Mn	ppm Zn
1	-2.62	1.52	-2.39	-1.97	-2.55	6.20	4.06	2.48
2	-1.60	0.71	-1.69	-0.90	-4.80	6.61	3.90	2.21
3	0.87	2.87	1.65	-1.46	2.82	0.56	-2.32	5.60
4	5.87	-3.60	-8.51	2.12	-6.00	10.20	-1.19	5.30
5	-10.86	-1.03	-2.74	3.23	-1.53	4.65	5.29	2.61
6	-1.99	-2.92	-7.52	-1.33	1.70	13.13	4.66	-4.85
7	-0.58	2.72	-3.08	-2.64	-1.03	5.57	6.37	-1.37
8	-6.29	-4.93	-3.50	-2.46	4.93	12.98	-0.64	-2.36
9	-4.28	1.06	-2.45	1.18	2.21	2.13	-2.39	-0.19
10	-1.69	0.48	-7.97	-2.87	-6.94	2.32	7.37	5.59
11	-2.36	2.49	9.27	0.77	-6.34	6.99	-5.51	4.97
12	-3.73	-0.40	-6.10	2.82	-12.47	13.77	2.87	5.02
13	1.00	2.28	-4.23	-2.94	-2.14	3.24	-0.75	1.86
14	-2.40	-1.34	-3.42	-4.54	2.26	4.91	0.83	0.37
15	0.27	-0.20	5.19	-2.43	-6.10	-0.96	7.90	0.05
16	-5.44	0.13	-1.54	3.39	2.11	7.11	-6.40	0.25
17	0.22	0.01	-4.66	-3.53	-3.68	3.32	-4.61	3.32

	ppm		Orden de requerimientos	IDN
	Cu	B		
1	-6.84	2.12	Cu > N > Mg > K > Ca > P > B > Zn > Mn > Fe	32.74
2	-5.14	0.70	Cu > Mg > K > N > Ca > B > P > Zn > Mn > Fe	28.27
3	-8.59	3.64	Cu > Mg > Mn > Ca > Fe > N > K > P > B > Zn	30.41
4	-7.79	3.61	K > Cu > Mg > P > Mn > Ca > B > Zn > N > Fe	54.18
5	3.47	-3.09	N > B > K > Mg > P > Zn > Ca > Cu > Fe > Mn	38.51
6	4.83	-5.72	K > B > Zn > P > N > Ca > Mg > Mn > Cu > Fe	48.66
7	2.40	-8.37	B > K > Ca > Zn > Mg > N > Cu > P > Fe > Mn	34.15
8	2.65	-0.38	N > P > K > Ca > Zn > Mn > B > Cu > Mg > Fe	41.12
9	9.21	-6.47	B > N > K > Mn > Zn > P > Ca > Fe > Mg > Cu	31.59
10	7.47	-3.76	K > Mg > B > Ca > N > P > Fe > Zn > Mn > Cu	46.45
11	2.86	-13.14	B > Mg > Mn > N > Ca > P > Cu > Zn > Fe > K	54.71
12	3.82	-5.59	Mg > K > B > N > P > Ca > Mn > Cu > Zn > Fe	56.60
13	6.47	-4.79	B > K > Ca > Mg > Mn > N > Zn > P > Fe > Cu	29.71
14	6.14	-2.81	Ca > K > B > N > P > Zn > Mn > Mg > Fe > Cu	29.01
15	7.56	-11.27	B > Mg > Ca > Fe > P > Zn > N > K > Cu > Mn	41.93
16	7.19	-6.79	B > Mn > N > K > P > Zn > Mg > Ca > Fe > Cu	40.37
17	11.52	-1.91	K > Mn > Mg > Ca > B > P > N > Zn > Fe > Cu	36.78

**Cuadro 7. Porcentaje de tratamientos con nutrimentos deficientes o en suficiencia relativa, según dos enfoques de diagnóstico nutricional. Manzano Golden Delicious sobre patrón MM111. Los Lirios, Coahuila. Ciclo 1988.**

	Nutrimentos Deficientes			Nutrimentos en Exceso		
	Rango óptimo %		DRIS	Rango óptimo %		DRIS
	(1)	(2)	%	(1)	(2)	%
N	29.4	0.0	53.0	0.0	64.7	17.6
P	100.0	94.1	17.7	0.0	0.0	23.5
K	100.0	88.2	82.3	0.0	0.0	17.6
Ca	0.0	0.0	47.0	0.0	0.0	17.6
Mg	82.4	29.4	64.7	0.0	5.9	29.4
Fe	0.0	88.4	5.9	0.0	0.0	88.2
Mn	0.0	0.0	29.5	100.0	100.0	52.9
Zn	100.0	100.0	23.5	0.0	0.0	76.5
Cu	0.0	23.5	11.8	0.0	0.0	47.1
B	5.9	0.0	64.7	52.9	0.0	23.5

Al comparar el diagnóstico anterior con el análisis de correlación entre el crecimiento y producción del árbol y el contenido foliar de nutrimentos, se parte del supuesto de que al realizar un muestreo adecuado, la concentración de cualquier elemento que presente coeficientes negativos o positivos tenderá a ubicarse en niveles superiores o inferiores al óptimo respectivamente, lo cual es muy útil para validar otros enfoques de diagnóstico.

Del análisis correspondiente se desprende que el P y el K se asocian significativamente con el crecimiento del árbol, al igual que el Mn, Cu, Zn y B, y que el rendimiento de fruto correlacionó con la concentración de N, Mg, Zn y B (Cuadros 8 y 9).

La respuesta del árbol a la fertilización indicó que la aplicación de N, P y K incrementó el crecimiento y producción del huerto; la respuesta a K se diagnosticó adecuada por Bould (1970) y Robinson (1986) y por el DRIS; sin embargo, el análisis de correlación indicó deficiencia (coeficiente positivo y significativo) sólo en variables de crecimiento, ya que para producción se obtuvieron correlaciones significativas sólo cuando el contenido de este elemento en el suelo se expresó en forma de potencial potásico (pK). Bould (1970) y Robinson (1986) acertaron en el diagnóstico para P, lo cual no hizo DRIS ni el análisis de correlación, mientras que el nitrógeno fue mejor diagnosticado por Bould (1970), DRIS y el análisis de correlación.

**Cuadro 8. Coeficientes de correlación entre las variables de crecimiento del árbol y la composición foliar. Manzano Golden Delicious/MM111. Los Lirios, Coahuila.**

Composición Foliar 1987	IATT <sup>1</sup>		Crec. de brotes		Composición Foliar 1988	IATT 1988	Crecim. de brotes 1988
	1987	1988	1987	1988			
Nitrógeno	0.099	0.205	0.005	0.376	Nitrógeno	0.248	0.049
Fósforo	0.152	0.449*	0.280	0.485*	Fósforo	-0.554**	0.231
Potasio	0.382	0.260	0.256	0.457*	Potasio	-0.169	0.477**
Calcio	0.066	0.259	0.058	0.115	Calcio	0.063	0.182
Magnesio	0.103	0.067	-0.334	0.227	Magnesio	0.265	0.187
Hierro	0.065	0.287	0.105	-0.172	Hierro	0.309	0.022
Manganeso	-0.185	-0.576**	-0.220	-0.002	Manganeso	-0.102	0.277
Cobre	-0.102	0.221	-0.057	-0.283	Cobre	-0.544**	-0.242
Zinc	0.567**	0.113	0.469*	0.107	Zinc	-0.199	0.187
Boro	0.213	-0.401*	-0.469	0.189	Boro	0.392	0.279

<sup>1</sup>Incremento en área transversal del tronco.

**Cuadro 9. Coeficientes de correlación entre la productividad de los árboles y su composición foliar durante la primera quincena de agosto. Los Lirios, Coahuila. Ciclo 1988.**

Variables de producción	Composición Nutricional										ppm		
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B			
No. total de frutos	0.412*	-0.245	-0.149	0.006	-0.162	0.201	0.251	0.398	-0.224	0.416*			
Rendimiento total	.089 <sup>1</sup> 0.522**	-0.179	0.014	-0.012	0.178	0.274	0.169	0.268	-0.208	.086 <sup>1</sup> 0.563**			
No. de frutos extra	.026 <sup>1</sup> 0.196	-0.017	0.300	0.036	0.664***	0.398	-0.151	-0.183	0.089	.015 <sup>1</sup> 0.272			
Peso de frutos extra	0.197	-0.037	0.280	0.033	0.655***	0.438*	-0.124	-0.192	0.076	0.288			
No. de frutos primera	0.172	-0.012	0.261	0.171	0.559*	0.406*	-0.106	-0.072	-0.067	0.375			
Peso de frutos 1a.	0.184	0.004	0.264	0.161	0.576*	0.391	-0.114	-0.067	-0.044	0.374			
No. de frutos 2a.	0.288	-0.299	-0.210	0.0	-0.432*	0.026	0.166	0.476**	-0.244	0.336			
Peso frutos 2a.	0.620*** .006 <sup>1</sup>	-0.175	-0.184	-0.377	-0.340	-0.066	0.197	0.326	-0.259	.046 <sup>1</sup> 0.336			
No. frutos 3a.	-0.041	-0.094	-0.315	0.023	-0.392	-0.132	0.267	0.329	0.086	-0.029			
Peso de fruto 3a.	-0.011	-0.122	-0.357	0.013	-0.325	-0.040	0.320	0.255	0.094	-0.051			

\*, \*\* y \*\*\* Correlación significativa

<sup>1</sup> Nivel de significancia

Los coeficientes de Mn, Cu, Zn y B en el análisis de correlación apoyan el diagnóstico de Bould (1970) y Robinson (1986), para Mn y Zn, y de Mn en el caso del DRIS, mientras que el coeficiente positivo de B coincide con el diagnóstico DRIS.

En la interpretación global del diagnóstico según las metodologías empleadas, se considera que éste se afecta por la condición productiva del huerto, ya que, según Hansen (1980), la necesidad de nutrimentos es mayor en ciclos de baja o nula producción, lo cual implica que la concentración óptima para el crecimiento no lo es necesariamente para la producción, y en este ensayo el rendimiento del ciclo 1987 fue muy bajo (3.4 kg/árbol), comparado con el que se obtuvo en 1988 (51 kg/árbol); se puede considerar que en 1987 Robinson (1986) diagnosticó más acertadamente las necesidades de fertilización si se toma en cuenta sólo el rendimiento de frutos, y aquél para crecimiento vegetativo la interpretación de Bould (1970) fue más adecuada. En 1988 con altos niveles de producción, el diagnóstico de este último autor fue también más acertado.

Si se considera que para fines de manejo es conveniente que el estado nutricional de los árboles se encuentre en niveles óptimos, aún cuando no existía la expectativa de una buena producción, la interpretación de Bould (1970) de los rangos óptimos diagnosticó más adecuadamente la respuesta a la fertilización, tanto en ciclos de baja como de alta producción. Sin embargo, de acuerdo al criterio económico de Bates (1971), según el cual el mejor diagnóstico es aquél que recomienda fertilización sólo cuando es factible la obtención de ganancias, en años de baja producción se deben utilizar los criterios de interpretación de Robinson (1986), ya que en la mayoría de los casos, en la relación insumo/producto o costo/beneficio, no se atribuye ningún valor a la ganancia de vigor o a la formación de madera y de estructuras reproductivas. Estas consideraciones son válidas para el uso del DRIS, ya que en la zona bajo estudio, un alto porcentaje de años se tienen bajas producciones por causas climáticas como falta de horas frío y/o heladas tardías, lo cual se debe considerar al realizar un diagnóstico nutricional basado únicamente en la perspectiva de un rendimiento de fruto.

## CONCLUSIONES

El diagnóstico nutricional se afecta por el enfoque y por los criterios de interpretación que se utilicen, así como por la condición productiva del huerto.

Se diagnosticó deficiencia de P, K, Mg, Fe y N de acuerdo al enfoque de rangos óptimos: de K, Mg, B y N según el DRIS; de NPK en la prueba de fertilización; y de NPK, Zn y B en el análisis de correlación. Todos los enfoques coinciden en señalar exceso de Mn.

Un diagnóstico integrado es la mejor alternativa para determinar problemas nutricionales del manzano en la zona de estudio.

## LITERATURA CITADA

- Bates, T.E., 1971. Factors affecting critical nutrient concentration in plants and their evaluation: A review. *Soil Science*. 112:116-130.
- Beverly, R.B., J.C. Ojal, and T.W. Embleton. 1984. Nutrient diagnosis of valencia oranges by DRIS. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:649-654.
- Bould, C. 1970. The nutrition of fruit trees. In: Luckwill, L.C., and V. Cutting (Eds.) *Physiology of the tree crops*. London. Academic Press. p. 223-234.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1977a. Carta de climas. San Antonio de las Alazanas. Escala 1:100,000. 1 hoja.
- \_\_\_\_\_ (CETENAL) 1977b. Carta edafológica. San Antonio de las Alazanas. Escala 1:100,000. 1 hoja.
- Hansen. P. 1980. Crop loaf and nutrient traslocation. In: Atkinson, D., J.E. Jackson, R.O. Sharpless, and W.M. Waller (Eds.) *Mineral nutrition of fruit trees*. Butterworths, London. p. 201-211.
- Kenworthy, A.L. 1973. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchard. In: Walsh, L.M. and J.D. Beaton (Eds.). *Soil testing and plant analysis*. Madison Wisconsin, USA. SSSA. Inc. p. 381-392.
- Kim, Y.T. and R.H. Leech. 1986. The potencial use of DRIS in fertilizing hibrid poplar. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 17(4): 429-438.
- Medina, M. 1987. Evaluación del método DRIS para el diagnóstico nutrimental del nogal pecanero (*Carya illinoensis*) cv Western, en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación. CIFAP- Región Lagunera. INIFAP. 108 p.
- Núñez, M., J.H. 1987. Evaluación del método DRIS para la determinación del estado nutrimental del cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) cv. Fuerte. Tesis Maestría. Chapingo, México. Centro de edafología. Colegio de Postgraduados. 176 p.
- Robinson, J.B. 1986. Fruits, vines and nuts. In: Reuter, D.H. and J.B. Robinson (Eds.). *Plant analysis: An interpretation manual*. Melbourne, Sidney. Inkata press. p. 120-146.
- Sánchez, V., L.R. 1988a. Programa fortran generalizado para el cálculo de las normas DRIS. Informe de investigación de cómputo y estadística. CIFAP-Región Lagunera-INIFAP-SARH. 4 p.

- \_\_\_\_\_. 1988b. Programa básico para calcular los índices DRIS. Informe de investigación de cómputo y estadística. CIFAP-Región Lagunera INIFAP-SARH. 4 p.
- Simons, R.K. 1960. Developmental changes in russet sports of Golden Delicious apples. Morphological and anatomical comparison with normal fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 76:41-51.
- Smith, F.W. 1986. Interpretation of plant analysis; concept and principles. In: Reuter, D.J. and J.B. Robinson (Eds.) Plant analysis; an interpretation manual. Melbourne, Inkata press, pp. 1-12.
- Sumner, M.E. 1977. Preliminary NP and K foliar diagnostic norms for soybeans. Agron. J. 69:226-230.
- \_\_\_\_\_. 1985. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) as a guide to orchard fertilization. Department of Agronomy. University of Georgia. USA. 23 p.
- Ulrich, A., and F.J. Hills. 1973. Plant analysis as an aid in fertilizing sugar crops. In: Walsh, L.M. and J.D. Beaton (Eds.). Soil testing and plant analysis. Madison, Wisconsin, USA SSSA Inc. p. 271-288.
- Vang-Petersen, O. and H. Nikoljassen. 1986. Nitrogen, Phosphorus and potassium for apples and pears. Hort. Abs. 58(9):598.
- Young, J.O. 1980. Critical nutrient ranges in Washington irrigated crops. Cooperative extension. College of Agriculture. Washington State University. 12 p.

## EFFECTO DE COMPOSTA DE BASURAS URBANAS SOBRE CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE SUELO Y PLANTA

Juana Ma. Briz Izaguirre<sup>1</sup>  
Ricardo Requejo López<sup>2</sup>  
Leticia Bustamante García<sup>3</sup>  
Osvaldo Rubio Covarrubias<sup>4</sup>

### RESUMEN

El presente trabajo se estableció de acuerdo a los siguientes objetivos:

Determinar el efecto de la composta de basuras urbanas sobre la germinación de seis especies vegetales, así como evaluar su efecto sobre la concentración foliar nutrimental de maíz.

Para la determinación del efecto de las dosis de composta sobre la germinación de las especies incluídas, se evaluaron nueve tratamientos. Los niveles explorados fueron cero, 10, 15, 20, 25, 50 y 75 ton/ha, además de un tratamiento con composta en estado puro y un testigo absoluto que fue agua destilada. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados muestran que la composta afectó negativamente la germinación sorgo, trigo y cebada. El frijol y maíz presentaron la mejor respuesta a germinación y vigor.

Para la evaluación de la concentración foliar de nutrimentos en maíz se utilizaron los criterios reportados por Reuter y Robinson (1986) y Mengel y Kirkby (1982). Los niveles explorados de composta fueron cero (testigo), cinco, 10, 15, 20 y 25 ton/ha, los cuales se adicionaron en dos fechas diferentes: la primera 15 días antes de la siembra y la segunda al momento de la siembra.

---

1. Tesista M.C.

2. Ing. M.C. Maestro-Investigador Depto. de Suelos. Div. Ingeniería UAAAN.

3. Ing. M.C. Maestro-Investigador. Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.

4. Ing. M.C. Investigador INIFAP-CAESIA. Trabajo financiado por la UAAAN.

Se encontró diferencia significativa entre fechas de aplicación, y se observó que la mayor concentración de macroelementos se detectó en plantas donde la aplicación de composta se realizó 15 días antes de la siembra. La concentración de micronutrientes fue mayor en aquellas plantas donde se aplicó la composta a la siembra.

**Palabras Clave:** Composta, germinación, vigor, cultivares, concentración foliar, nutrimentos.

## SUMMARY

The present work was established according to the following objectives:

To determine the effect of urban garbage compost upon the germination of six species vegetables, and assess its effect upon foliar concentration in corn plant.

For to determine the effect of compost dosages upon the germination of the species included, nine treatments were evaluated. The surveyed levels were zero, 10, 15, 20, 25, 50 and 75 ton/ha, in addition to a treatment with compost in pure state and the absolute control as destilate water. A randomized blocks experimental design with four replicates was used. The results, indicated a negative effect of compost upon shorgum, wheat, and barley germination. Bean and corn showed a better response at germination and vigor.

For to evaluate the nutriments in a foliar concentration, the assays reported by Reuter and Robinson (1986) and Mengel and Kirkby (1982), were used. The explored compost levels were zero (control), five, 10, 15, 20 and 25 ton/ha, added at two different dates 15 days before the sowing and at sowing time.

Significant differences were found between dates of application, the results indicate that the largest concentration of major elements was found in plants under compost application 15 days before sowing. The micronutrients concentration was higher in plants under compost application at sowing time.

**Key Words:** Compost, germination, vigor, cultivars foliar, concentration, nutriments.

## INTRODUCCIÓN

La composta procedente de basuras urbanas es un material orgánico que puede ser utilizado como fertilizante en la agricultura, ya que, con su incorporación al suelo, beneficia notablemente la fertilidad del mismo. Por su contenido de macro y micronutrientes y el incremento favorable de la actividad microbiana. Por otro lado, la utilización de basuras en la agricultura es un medio para reciclar la materia orgánica y evitar su acumulación en zonas urbanas.

La importancia del uso de estos desechos transformados radica, principalmente, en el carácter inagotable y bajo costo de su materia prima. El primer avance importante en la compostificación fue desarrollado por el Inglés Sir Albert Howard en 1921 (Cruz, 1986).

Russell (1961) menciona que cuando la composta es adicionada al suelo continúa descomponiéndose muy lentamente, pero si el material adicionado es suculento, se decompone más rápidamente. En un estudio llevado a cabo en el cultivo de Rye grass, al cual se le hizo una aplicación de composta en diferentes dosis bajo condiciones de invernadero, se encontró que cuando la composta se adicionó al suelo, en ningún momento tuvo un efecto depresivo sobre la cosecha, y se comprobó que este material tiene una considerable cantidad de macro y micronutrientes, así como un efecto residual (Gallardo-Lara *et al*, 1979).

Purves y Mackenzie (1984), aplicaron composta al suelo sembrado con lechuga, frijol y papa, en dosis de 25 a 100 ton/ha, esto produjo una significativa disponibilidad en el suelo de micronutrientes tales como: Cu (Cobre), Zn (Zinc) y B (Boro). En lechuga incrementó el contenido de Cu y Zn, mientras que en frijol fueron B y Zn. La papa no mostró efecto significativo con ninguna de las tres variables. Los tratamientos con dosis elevadas fueron asociados con severos efectos tóxicos.

Uno de los métodos más eficaces para estudiar los problemas de nutrición vegetal, es mediante el análisis de los tejidos, por medio del cual se puede determinar la importancia de los elementos nutritivos dentro de la planta, la forma en que intervienen en su desarrollo y el daño que puede ocasionar la deficiencia o exceso de ellos (Álvarez, 1970).

La disponibilidad de los micronutrientes para las plantas es afectada por diversos factores, algunos de éstos pueden generalizarse en común, como es el caso del pH alcalino del suelo, además de que en suelos calizos los desórdenes son comunes ya que se forman complejos escasamente solubles (Lucas y Knezek, 1972).

En base a lo anterior, la finalidad del presente trabajo fue el determinar el efecto de la composta de basuras urbanas sobre la germinación de seis especies vegetales y evaluar su efecto en la nutrición de maíz.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

- a) Existen especies vegetales que en su etapa de germinación toleran el efecto perjudicial de la composta.
- b) La composta aplicada racionalmente al suelo, ejerce efectos favorables sobre el rendimiento de los cultivos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en dos fases: en la primera se estudió el efecto de la composta sobre germinación de seis especies vegetales y, en la segunda, se evaluó el resultado de la aplicación del abono al suelo midiendo, además, concentración nutrimental en plantas de maíz. Se usó composta procedente de la Planta Industrializadora de Desperdicios Sólidos Urbanos de la Cd. de Monterrey, N.L. En el Cuadro 1 se presentan características de dicho material.

El suelo utilizado fue de naturaleza arcillosa con alto contenido de carbonatos y pobre en materia orgánica.

**Cuadro 1. Características físico-químicas y de salinidad de la composta utilizada. UAAAN 1991.\***

Determinación	Valor	Método-Análisis
pH	7.8	Potenciómetro
M.O. (%)	37.96	Walkley-Black
Carbono (%)	22.02	Walkley-Black
N Total (%)	1.09	Kjeldahl
P Total (%)	0.895	Colorimétrico
K total (%)	0.300	Colorimétrico
C.E. (dS/m)	18.0	P. de wheatstone
Ca. Total (%)	6.3	Abs. Atómica
Mg Total (%)	0.960	Abs. Atómica
Na (Meq/l)	344.7	Titulación
Carbonatos (Meq/l)	0.2	Titulación
Bicarbonatos (Meq/l)	6.3	Titulación
Cloruros (Meq/l)	90.0	Titulación
Sulfatos (Meq/l)	69.09	Titulación
Fe Total (ppm)	5.93	Abs. Atómica
Mn Total (ppm)	0.078	Abs. Atómica
Cu Total (ppm)	0.060	Abs. Atómica
Zn Total (ppm)	0.570	Abs. Atómica
B Total (ppm)	25.0	Abs. Atómica

\* Analizado en el laboratorio de calidad de aguas y suelos. Departamento de Riego y Drenaje. UAAAN.

## Fase I

Esta fase se realizó en el laboratorio de Análisis de Semillas de la UAAAN. Las especies evaluadas fueron maíz (H-422 PM), frijol (Pinto Americano), trigo (Pavón), Triticale (Eronga 83), cebada (Cerro Prieto) y sorgo (RB-3030).

Se prepararon mezclas suelo-composta de 10, 15, 20, 25, 50 y 75 ton/ha de composta, composta sola y agua destilada como testigo. Las mezclas obtenidas se saturaron con agua destilada para obtener extractos y poder aplicarlos sobre las piezas de papel secante que contenían las semillas de las especies probadas. Se manejaron cuatro repeticiones dentro de una cámara de germinación a 20°C durante cinco días. Se evaluó germinación y vigor de acuerdo a metodologías de ISTA (International Seed Testing Association), 1985 y AOSA, (Association of Official Seed Analyst), 1983.

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar y se manejaron 36 unidades experimentales por cada especie vegetal; la información fue evaluada considerando un factorial 6 x 9, donde el factor A correspondió a la especie vegetal y el B a tratamientos.

## Fase II

Esta se llevó a cabo en invernaderos de la UAAAN. La especie vegetal fue maíz (H-422 PM). Se probaron dos factores: el A correspondió a fechas de aplicación (2 niveles) y el B dosis de composta (0, 5, 10, 15, 20 y 25 ton/ha).

El suelo colectado, ya seco, se mezcló con la composta de cada tratamiento y se colocó en 48 macetas de polietileno calibre grueso de 36 cm de diámetro, por 44 cm de alto y se manejó una planta de maíz por cada maceta.

Para la interpretación de los análisis foliares se utilizaron los criterios reportados por Reuter y Robinson (1986), Mengel y Kirkby (1982). Las muestras foliares se colectaron durante la etapa de floración del cultivo seleccionando hojas opuestas a cada jilote y se procedió a determinar Fe (Fierro), Mn (Manganeso), Zn (Zinc), Cu (Cobre), B (Boro), Ca (Calcio), y Mg (Magnesio), mediante absorción atómica, P (Fósforo) y K (Potasio) por la técnica de Olsen y Colorimetría, respectivamente, mientras que nitrógeno (N) por el método de Kjeldahl. Así mismo se colectaron muestras de suelo de cada maceta para su análisis respectivo.

Los efectos de cada factor y la interacción de éstos para cada variable, fueron evaluados estadísticamente partiendo de un diseño experimental bloques al azar con cuatro repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis estadístico para germinación de especies vegetales, se observó diferencia significativa entre especies, tratamientos, así como para la interacción especies- tratamientos. Se observó que frijol presentó la más alta germinación y vigor, y fue diferente al resto de las especies; le siguieron maíz y triticale, mientras que sorgo y cebada presentaron la menor germinación.

En lo que respecta a cambios en el suelo manejado en invernadero, se detectó disminución de tres décimas en pH, aplicando la composta antes de la siembra debido a los cambios químicos ocurridos durante el período de mineralización. La materia orgánica se incrementó significativamente al aumentar la cantidad de composta. Las plantas de maíz con bajo peso, absorbieron poco fósforo y potasio; esto se atribuye a que se haya encontrado diferencia significativa en el análisis para estas variables.

Los resultados del análisis estadístico para las concentraciones de nutrientes se presentan en el Cuadro 2; se observan diferencias significativas entre fechas de aplicación para N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn y Zn; diferencias entre dosis de composta para la concentración de Mg, Fe, Mn, Zn y Cu.

En los resultados obtenidos para la concentración de N, P, K, Ca y Mg se observó que cuando se aplicó la composta 15 días antes de la siembra, el contenido foliar de estos elementos se incrementó con respecto a su incorporación al momento de la siembra. Se pudo observar que la absorción máxima de estos nutrimentos ocurrió con las plantas con mayor peso. La interacción positiva que

**Cuadro 2. Valores medios de concentración de nutrimentos en plantas de maíz considerando dos fechas de aplicación de composta.**

Nutrimento	Concentración		Clasificación
	antes siembra	durante	
N	2.6	1.71	Adecuado Marginal
P	0.20	0.12	Adecuado Crítico
K	1.78	1.64	Adecuado
Ca	0.54	0.39	Adecuado
Mg	0.38	0.32	Adecuado
Fe	46.24	61.67	Adecuado
Mn	64.44	92.07	Adecuado
Zn	13.63	14.40	Deficiente
Cu	2.5	2.3	Crítico
B	48.85	47.23	Alto

generalmente se presenta entre elementos mayores puede considerarse como un balance nutricional entre los mismos, ya que a medida que la planta presenta mayor desarrollo, aumenta proporcionalmente sus requerimientos nutricionales.

En el Cuadro 2 se presentan los valores medios de concentración encontrados para cada uno de los nutrientes estudiados, así como su rango de clasificación según los criterios reportados por Reuter y Robinson, 1986, y Mengel y Kirkby, 1982.

En la Figura 1, se muestra gráficamente la concentración de elementos mayores con respecto a los diferentes niveles de composta, considerando las dos fechas de aplicación estudiadas.

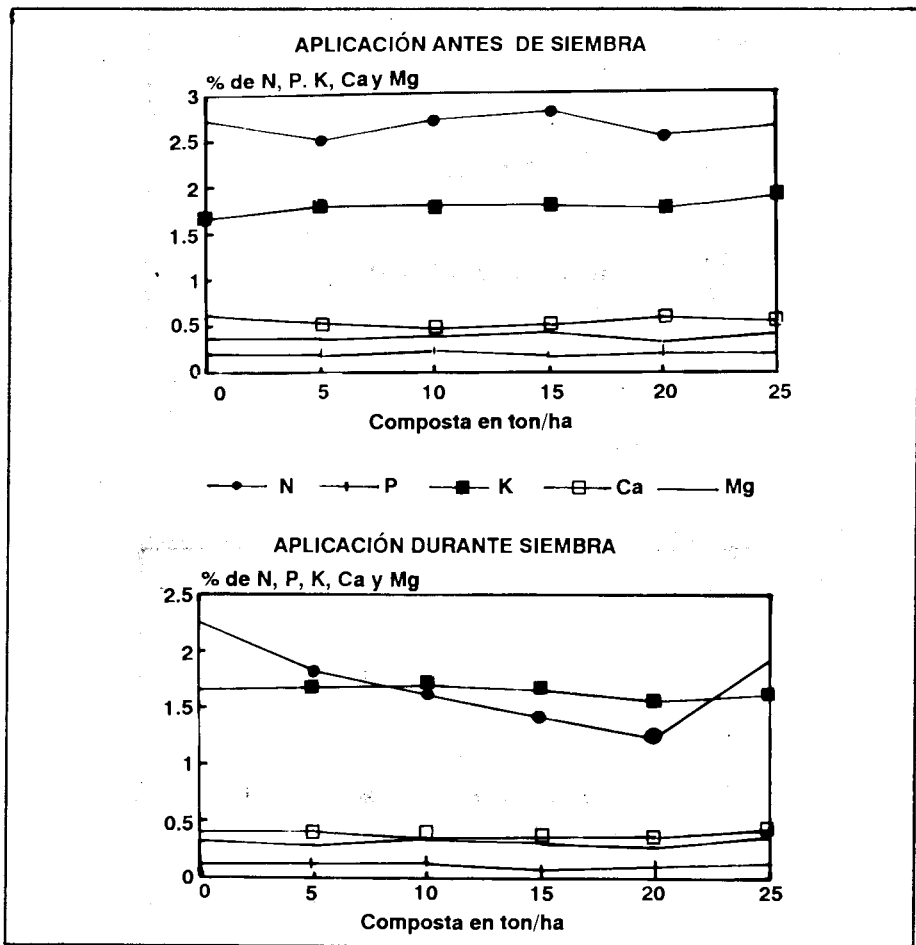


Figura 1. Concentración foliar de macronutrientes en plantas de maíz en función a diferentes dosis y épocas de aplicación.

La Figura 2, indica gráficamente las concentraciones foliares de Fe, Mn, Zn, Cu y B obtenidos en los tratamientos con diferentes dosis de composta. Para el caso de Fe, Mn y Zn se puede observar que los tres nutrientes se comportan de manera similar en ambas fechas de aplicación, notándose que las concentraciones más altas se presentan en la aplicación a la siembra. Posiblemente la aplicación anticipada de composta dio oportunidad de que estos elementos fueron fijados por el suelo, el cual tenía un pH alcalino y alto contenido de carbonatos, condiciones que favorecen la fijación de estos elementos y, por lo tanto, las plantas absorbieron menos cantidad.

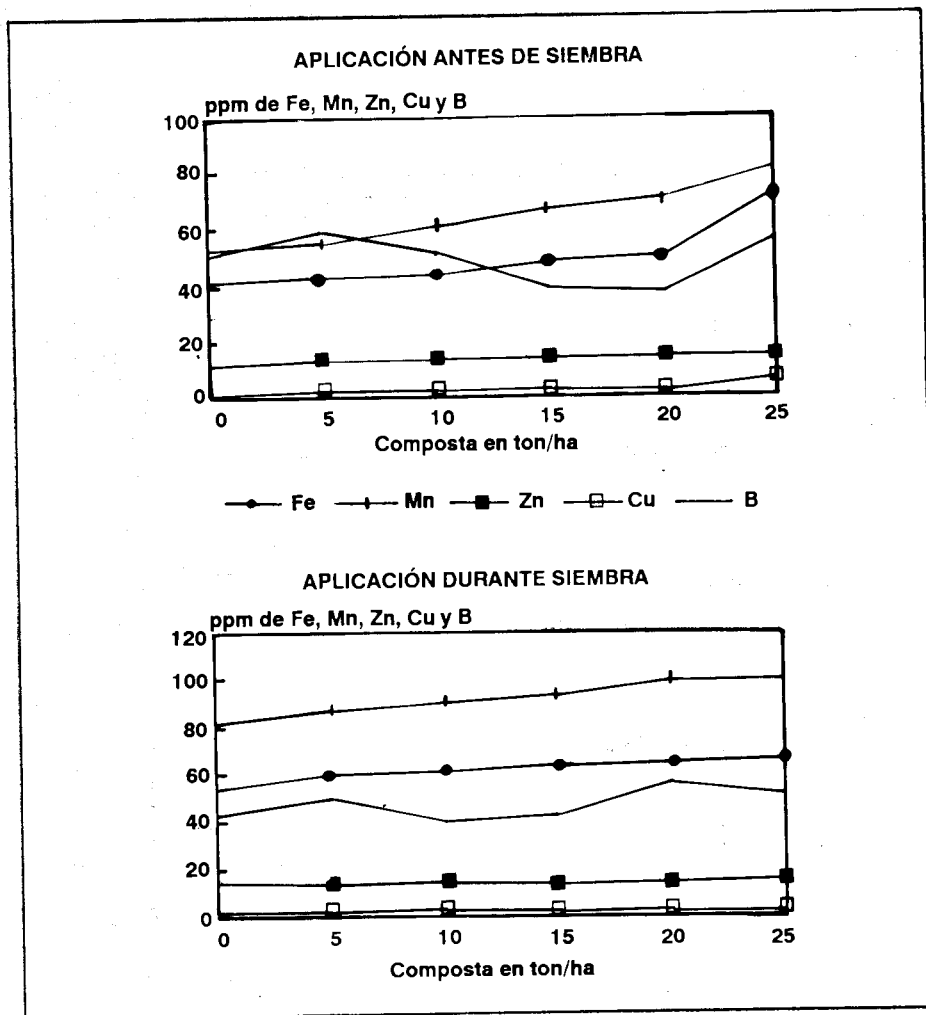


Figura 2. Concentración foliar de micronutrientos en plantas de maíz en función a diferentes dosis y épocas de aplicación de composta.

Respecto al Cu, la concentración de este elemento en la planta no fue significativa al comparar las dos fechas de aplicación.

Para el caso de B, se pudo observar que mostró una tendencia similar frente a las dos fechas de aplicación de composta. La no significancia presentada por esta variable en ambos factores de estudio, podría explicarse en base a lo observado por Jones y Scarsett (1944) quienes mencionan que el B puede ser aplicado en cantidades mayores en suelos alcalinos sin causar daño o efecto tóxico.

## CONCLUSIONES

1. La composta de basura urbana afectó negativamente la germinación de trigo, sorgo y cebada; en cambio, maíz y frijol reportaron buena germinación y vigor mientras que Triticale tuvo un comportamiento intermedio.
2. Al evaluar la concentración foliar de nutrimentos en maíz, se encontró diferencia significativa entre fechas de aplicación de la composta.

## LITERATURA CITADA

- Alvarez, L., M.E. 1970. Estudio preliminar para el uso de análisis foliar en el cultivo del maíz. Tesis de Licenciatura. Monterrey, N.L. México. Facultad de Agronomía, UANL. 40 p.
- Association of Official Seed Analysts. 1983. Seed Vigor Testing Handbook. EUA.
- Cruz, M., S. 1986. Abonos Orgánicos. Chapingo, México. Universidad Autónoma de Chapingo. 71 p.
- Gallardo-Lara, F., M. Azcón., M. Gómez y E. Esteban. 1979. Poder Fertilizante de un Compost de basura urbana. Madrid, España. Anales de Edafología y Agrobiología. 39.
- International Seed Testing Association. 1985. International Rules for Seed Testing. Seed. Sci. and Technology. Wageningen the Netherlands. 13(2):519 p.
- Jones, H.E. and G.D. Scarsett. 1944. The calcium-boron balance in the plants as related to boron needs. Soil Sci. 57:15-24.
- Lucas, R.E. and B.D. Knezek. 1972. Condiciones climáticas y de suelo que promueven la deficiencia de micronutrientes en plantas. En: Mortvedt, J.J. (Comp.). Micronutrientes en Agricultura. AGT. p. 291-308.

Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1982. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. Worbeaufen. Bern/Switzerland. p. 104-168.

Purves, J. and E.J. Mackenzie. 1984. Effects of Applications of Municipal compost on uptake of copper zinc and boron by garden vegetables. *Plant and Soil* 39: 361-371.

Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1986. Plant analysis, and interpretation manual. Sydney, Australia. Inkata Press. p. 44-50.

Rusell, W. 1961. Soil Conditions and Plant Growth. NY. USA. Ed. John Wiley and Son Inc. p. 65-70.

## **COLOFÓN**

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

## **COLABORADORES**

Diseño y Formato: Arq. Josefa González Pico  
Aguilar  
Tipografía: Ma. Fidela Aguirre Valdés  
Corrección: Norma E. Sánchez García

## CONTENIDO

ANÁLISIS DIALÉLICO Y HETEROSIS PARA DIFERENTES CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EN SORGO FORRAJERO. Kuruvadi, S., Méndez Baldaneda, B., Muñoz Romero, L.A.,	99
CARACTERIZACIÓN DEL APARATO ESTOMATALEN CÁRTAMO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. Kuruvadi, S., Madueño Molina, A., López Benítez, A., Borrego Escalante, F.	108
COEFICIENTE DE SENDERO PARA ACEITE Y SUS COMPONENTES ASOCIADOS EN CÁRTAMOBajo AMBIENTES DE RIEGO Y TEMPORAL. Kuruvadi, S., Aguilera Rangel, R., López Benítez, A.	116
RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN MAÍZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL. Robledo Torres, V., Kuruvadi, S., Oyervides García, A.	126
EFFECTOS COLATERALES DE LA APLICACIÓN DE INSECTICIDAS SOBRE POBLACIONES DE INSECTOS EN NOGAL. Aguirre Uribe, L.A., Corrales Reynaga, J., Flores Dávila, M., Villegas Salas, J.L.	138
RESPUESTA DEL GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ <i>Acrobasis nuxvorella</i> Neunzig A INSECTICIDAS DE DOS GRUPOS TOXICOLÓGICOS. Aguirre Uribe, L.A., Villegas Salas, J.L., Guerrero Rodríguez, E., Corrales Reynaga, J.	147
PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CALIDAD NUTRICIONAL DE BALLICO ANUAL CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA. Torres Hernández, M.	157
ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN Y SUELO CON ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES EN UN PREDIO DEL SUR DE COAHUILA. Hernández Rojas, P., Díaz Solís, H., Rodríguez G. L.E , Aizpuru García, E., López Cervantes, R.	169
DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL PARA MANZANO EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA: UN ANÁLISIS METODOLÓGICO. Cortés Jiménez, J.M., Narro Farías, E.A.	180
EFFECTO DE COMPOSTA DE BASURAS URBANAS SOBRE CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE SUELO Y PLANTA. Briz Izaguirre, J.M., Requejo López, R., Bustamante García, L., Rubio Covarrubias, O.	197