

Agraria

AGRARIA VOL. 7, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1991

ISSN 0186-8063



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

DIRECTORIO DE LA UAAAN

RECTOR

Dr. Eleuterio López Pérez

SECRETARIO GENERAL

Ing. René E. Rodríguez Charúa

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Jorge F. 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. Arnaldo Oyervides García

SUBDIRECTOR DE OPERACIÓN DE PROGRAMAS

Ing. Luis Ángel Muñoz Romero

AGRARIA. REVISTA CIENTÍFICA UAAAN. VOL. 7 NÚM. 2 JULIO-DICIEMBRE 1991

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

Comisión Editorial: Ing. Felipe Rodríguez Cano, Ing. Oziel Montañez González e Ing. Manuel Torres H.

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

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

Agropapia

AGRARIA VOL. 7, NUMERO 2; JULIO-DICIEMBRE DE 1991

ISSN 0186-8063



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

CONTENIDO

SELECCIÓN PARA RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN TRIGO (<i>Triticum aestivum</i> L.) BAJO TEMPORAL. Kuruvadi, S., Gómez Lucatero, B.L.	95
RESPUESTA DEL FRIJOL COMÚN (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES, CON PRETRATAMIENTO DE SEMILLA BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL. Kuruwadi, S., Piña Pérez, R.	106
ESTIMACIÓN DE ACCIÓN DE GENES Y HEREDABILIDAD PARA DIFERENTES CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EN FRIJOL COMÚN (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Kuruvadi, S., Rodríguez Cota, F.G., Salinas Pérez R.A.	118
HONGOS ASOCIADOS A LAS HOJAS DE MANZANO INCORPORADAS AL SUELO, EN EL EJIDO RANCHO NUEVO, MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAHUILA. Cepeda Siller, M., Hernández C, F.D., Sámano Calderón, C.	129
RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN CÁRTAMO BAJO TEMPORAL. Kuruvadi, S., Madueño Moli	134
MEJORADORES DEL SUELO ZINC Y REGULADORES DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) EN ARTEAGA, COAHUILA. Narro Farías, E.A., Delgado Ibarra, R., Lasso Mendoza L.M., Silveyra Medina, J.S.	144
CONTROL BIOLÓGICO DE <i>Meloidogyne incognita</i> CHITWOOD POR <i>Paeecilomyces lilacinus</i> (THOM) SAMSON EN SUELO DE NAVIDAD, MUNICIPIO DE GALEANA, NUEVO LEÓN. Cepeda Siller M., Lara Castillo, J.M.	164
IDENTIFICACIÓN Y DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>Pratylenchus</i> spp. EN MANZANO (<i>Pyrus malus</i> L.) EN ARTEAGA, COAHUILA. Cepeda Siller, M., García Camargo, J., Alonso Gómez, M.A.	174
RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y SECO DE CUATRO COMPUESTOS FORRAJEROS DE TRITICALE (<i>X. tritico-secale</i> Wittmack) EN TRES AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO. Hernández Gaona, H., Lozano del Río, A.J., Borrego Escalante, F., Padrón Corral, E.	184
COMPARACIÓN ENTRE PROBADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LÍNEAS S ₂ DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.). Durón Ibarra, J.R., López Pérez, E.	200
EFFECTO DE LA SALINIDAD EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SORGO (<i>Sorghum bicolor</i>) EN PRESENCIA DE MANTO FREÁTICO PARA LA REGIÓN DE RIO BRAVO, TAMAULIPAS. Alvarado C. M., Pissani Z. J.F., Bolívar, D. M., Cortés B. J. de J.	213

SELECCIÓN PARA RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN TRIGO (*Triticum aestivum* L.) BAJO TEMPORAL

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹
Blanca Leticia Gómez Lucatero²

RESUMEN

La presente investigación se realizó en una localidad (Morelia, Mich.) del área de influencia del Campo Experimental de Morelia (INIFAP), durante los meses julio a diciembre de 1988. Se evaluaron 10 genotipos, bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. El objetivo del estudio fue observar la variabilidad genética, así como estimar parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas para diferentes características agronómicas.

Se detectó una amplia variabilidad genética para la mayoría de los caracteres evaluados. Los genotipos Papago, Genaro F-81 y Seri M-82, en general, mostraron los valores más altos para el rendimiento y sus componentes, mientras que la línea Kauz "S" fue la de porte más bajo y Junco "S", Pavón F-76, Opa-ta y Papago mostraron pocos días a espigamiento.

Los caracteres días a espigamiento, peso de mil granos, altura de planta, tallos y espigas por planta, revelaron valores altos de heredabilidad en sentido amplio; también se observó una correlación positiva y significativa entre el rendimiento por planta y número de granos por planta, así como entre espigas por planta con tallos por planta

INTRODUCCIÓN

En México, el trigo ocupa el tercer lugar en superficie de siembra con 1 218 253 ha, de las cuales el 86% se desarrolla bajo condiciones de riego, y el 14% en temporal. Durante el período de 1962 a 1985, los rendimientos de trigo

1. Ph. D. Maestro-Investigador. Depto. de Fitomejoramiento, Div. Agronomía, UAAAN.
2. Tesista M.C.

se duplicaron o triplicaron bajo riego y alta fertilización, pero tales incrementos en rendimiento no han sido aún logrados en áreas de temporal.

La sequía es uno de los factores limitantes de mayor importancia en la producción y calidad de los cultivos a nivel mundial (Kozłowski, 1986). En las siembras de temporal, la escasa y errática precipitación es el problema de mayor importancia, además de las altas temperaturas existentes en el suelo y aire, las cuales aumentan la tasa de evapotranspiración y desarrollan déficit de humedad en el suelo y planta, y consecuentemente la sequía (Kuruvadi, 1988).

La investigación en áreas de temporal debe ser dirigida hacia la conservación de agua, tanto en el suelo como en la planta, y planearse en base a los conocimientos agroclimáticos y genéticos (Kuruvadi, 1988). Es importante considerar que en el mejoramiento genético se trabaja con caracteres tanto de herencia simple como compleja; debido a esto, para desarrollar variedades altamente rendidoras, el criterio de selección de progenitores es esencial en el programa de hibridación, para obtener recombinantes nuevos, con esta finalidad existe una metodología muy eficiente denominada variabilidad genética.

Estudiar variabilidad genética para diferentes características agronómicas en los genotipos de trigo, es una herramienta útil en la selección racional de líneas sobresalientes para cada rasgo de importancia agronómica.

REVISIÓN DE LITERATURA

O'toole y Chang (1979) establecieron que es fundamental cribar una gran cantidad de líneas del banco de germoplasma, tanto en el campo como en el invernadero, con diferentes criterios para identificar variedades resistentes a sequía.

Nair *et al.* (1983) indicaron que la variabilidad genética es un prerequisite esencial para una selección efectiva. Además señalan que la variabilidad de un carácter es debida a la acumulación de factores hereditarios y ambientales.

Kuruvadi y Smith (1987) mencionan que para obtener éxito en los programas de hibridación, la selección de los progenitores debe realizarse en forma racional para obtener heterosis en F₁, y generar con ello segregantes superiores en las generaciones siguientes.

En trigo, Nass (1973) mostró que la reducción del rendimiento en floración se debe principalmente a la disminución del número de espigas por planta, y en el período de llenado de grano es causada por pérdida gradual del peso de grano.

Estudios en campo realizados con variedades de trigo harinero, T. duro y triticale, han mostrado producción alta del número de tallos por planta en áreas donde la disponibilidad de agua es limitada (Aggarwal *et al.*, 1981 y Chaturvedi *et al.*, 1981).

Cuando la sequía en trigo se presenta durante el estado de floración, se reducen los siguientes caracteres: rendimiento de grano, número de espigas por unidad de área y número de granos por espiga. Durante el llenado de grano, el crecimiento continúa en algunos materiales, y se detiene hasta que el contenido de agua en el suelo llega al punto de marchitez permanente (Morgensen, 1985).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo durante el período de julio a diciembre de 1988, en una localidad (Morelia, Mich.) del área de influencia del campo experimental forestal y agropecuario de Morelia (CEFAP-Morelia-CIFAPMICH-INITAP).

En este estudio se utilizaron siete líneas y tres variedades comerciales (Pavón F-76, Genaro F-81 y Seri M-82), de las cuales Pavón F-76 se usó como testigo, ya que es el material que más se siembra en el área bajo estudio. Estos recursos genéticos poseen diferentes características agronómicas de respuesta a condiciones de temporal, tales como: rendimiento, espigas por planta, granos por espiga, peso de mil granos, porte bajo y precocidad (Cuadro 1).

Los 10 materiales se sembraron bajo condiciones de temporal el día primero de julio de 1988 en el campo del CEFAP Morelia. Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La parcela experimental constó de tres surcos de un metro de longitud y separación de 30 cm; la parcela útil fue el surco central. La densidad de siembra utilizada fue de 10 plantas por metro lineal.

La siembra se realizó en forma manual, depositando una semilla cada 10 cm, la fertilización fue de 80-40-00 kg/ha de nitrógeno (N) y fósforo (P) respectivamente, mezclando con el fertilizante 50 kg/ha de heptacloro al 5%, para las plagas del suelo. Se aplicó un tercio de N y todo el P a la siembra, y el resto del N a los 35 días después de la siembra.

Para el control de la maleza se aplicó Brominal 240 C.E. en dosis de 2 lt/ha, cuando el chayotito (*Sycios angulata*) tenía dos hojas; además, se fumigó con Tamarón al 50%, 1.0 lt/ha, para el control del chapulín (*Sphenarium* spp.), cuando el cultivo se encontraba en llenado de grano. También se realizaron todas las prácticas culturales recomendadas por el CEFAP-Morelia.

Se etiquetaron cinco plantas individuales al azar con competencia completa por cada tratamiento del surco central, y se tomaron los siguientes datos: rendimiento por planta, espigas por planta, granos por planta, peso de mil granos, tallos por planta, altura de planta y días a espigamiento.

Los promedios de las diferentes características agronómicas se utilizaron para calcular el análisis de varianza, estimación de parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas.

Cuadro 1. Genealogía del material genético de trigo utilizado en esta investigación.

Material genético	Cruzas	Genealogía	Ambiente de cultivo
Pavón F-76	VCM/CNO"S"/7C/3/KAL/88	CM 8399-D-4M-3Y-1M-1Y-1M-0Y	R-T
Genaro F-81	KVZ/BUHO"S"//KAL/BB	CM 33027-F-12M-1Y-6M-0Y	R
Seri M-82	KVZ/BUHO"S"// KAL/BB	CM 33027-F-15M-500Y-0M-87B-0Y	R
Junco "S"	BB/GLL/CARP/3/PVN"S"	CM 33483-C-7M-1Y-0M-5B-0Y	R
Kauz "S"	JUP/BUY"S"//URES	CM 67458-4Y-1M-3Y-1M-3Y-0B	R
Opala	BUY"S"//JUP	CM 40038-6M-4Y-2M-1Y-2M-1Y-0B	R
Papago	BUY"S"//PVN"S"	CM 52359-2M-3Y-1Y-2M-1Y-0M	R
Bau"S"	TTR"S"//PVN"S"	CM 59123-3M-1Y-3M-2Y-1M-0Y-11Y-0M	R
Chil "S"	4777*2//FKN/GB/3/VEE No.5/		
Vae No. 8	4/BUY"S"//PVN"S"	CM 66684-B-1M-6Y-1M-1Y-1M-1Y-0M-60Y-0M	R
	KVZ/BUHO"S"//KAL/BB	CM 33027-F-12M-1Y-1M-1Y-1M-0Y-60B-0Y-1PN-0Y	R

R = Riego
T = Temporal

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para diferentes características agronómicas en trigo (Cuadro 2), indicó diferencias altamente significativas para peso de mil granos, altura de planta y días a floración; se encontró también significancia para espigas por planta y tallos por planta, que revelan una amplia variabilidad para las características bajo estudio. Estos recursos genéticos son prometedores para desarrollar variedades altamente rendidoras bajo temporal. Estos resultados confirman lo reportado por Patwary y Ghandi (1986) quienes detectaron significancia para los caracteres: días a floración, altura de planta, espigas por planta, longitud de la espiga, granos por espiga y peso de mil granos. Además, mencionaron que la variabilidad mostrada por estas características ayuda en la obtención de ganancias en poco tiempo.

El promedio del coeficiente de variación fluctuó entre 3.02 a 22.77%, para todas las características evaluadas; estos valores son considerados bajos y aceptables, lo cual indica que la conducción del experimento y los resultados obtenidos son altamente confiables.

Los promedios para las diferentes características agronómicas en trigo se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Análisis de varianza para rendimiento, sus componentes y características agronómicas en trigo bajo temporal.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Rend/ planta	Espigas/ planta	Granos/ planta	Peso de 1000 granos	Tallos/ planta	Altura planta	Días espigamiento
Repeticiones	2	1.14	10.03	7126.43	6.01	17.50	1.90	6.43
Tratamientos	9	42.66	17.27*	36462.18	36.04**	33.70*	131.59**	84.45**
Error	18	20.46	5.66	16815.47	4.81	19.98	25.68	5.03
C.V. (%)		22.77	16.37	20.48	6.60	16.57	6.28	3.02

** Significancia al 1%

* Significancia al 5%

C.V. Coeficiente de variación

Cuadro 3. Promedio de diferentes características agronómicas en los genotipos de trigo evaluados bajo condiciones de temporal

Progenitores	Rend/ planta (g)	Espigas/ planta	Granos/ planta	Peso de 1000 granos (g)	Tallos/ planta	Altura de planta (cm)	Días a espiга- miento
Pavón F-76	21.07	17.00	654.67	33.30	20.33	89.67	68.67
Genaro F-81	21.95	16.67	760.67	32.40	24.67	77.67	78.00
Seri M-82	21.91	13.33	655.00	34.93	20.00	76.00	72.00
Junco "S"	13.28	11.33	526.00	36.70	15.00	82.33	65.67
Kauz "S"	21.71	12.33	766.67	30.03	17.00	70.67	73.67
Opata	19.40	13.33	580.67	31.33	17.00	82.00	71.67
Papago	25.71	19.00	792.00	32.43	22.00	83.33	71.67
Bau "S"	16.36	14.00	484.00	34.47	17.67	77.00	78.67
Chil "S"	21.91	13.00	539.00	39.57	21.33	92.33	81.67
Vee "S" No. 8	15.35	15.33	571.67	27.20	25.00	76.00	80.67
Promedio	19.86	14.53	633.03	33.24	20.00	80.70	74.23
Tukey (5%)	12.95	6.80	371.36	6.30	9.47	32.84	6.40

El rendimiento por planta varió entre 13.28 g (Junco "S") a 25.71 g (Papago) con un promedio de 19.86 g. El genotipo Papago registró el máximo rendimiento por planta, y le siguió Genaro F- 81, Seri M-82, Chil "S", Kauz "S", Pavón F-76 y Opata; se tuvieron rendimientos por planta entre 19.40 y 21.95 g comportándose estos materiales como los más sobresalientes. Como se observa, cinco materiales superaron al testigo Pavón F-76; por lo tanto, es recomendable usarlos como progenitores para desarrollar variedades de trigo bajo temporal. Donald y Hamblin (1976) consideran que debe utilizarse el rendimiento como criterio para medir el avance en el mejoramiento de cereales.

Los componentes de rendimiento en trigo son: espigas por planta, granos por planta y peso de mil granos. La variación para espigas por planta fue de 11.33 a 19.00, con un promedio de 14.53. El máximo número de espigas por planta lo presentó el genotipo Papago (19.00) y Pavón F-76, Genaro F-81 y Vee No. 8 le siguieron, identificándose como los mejores materiales para esta característica.

Granos por planta es una característica muy importante en la contribución total del rendimiento por planta. Los genotipos Papago, Kauz "S", Genaro F-81, Seri M-82 y Pavón F-76 mostraron los valores más altos entre 654.67 y 792.00 granos por planta individual.

En lo que respecta al peso de mil granos, la línea Chil "S" presentó el valor más alto (39.57 g), siguiéndole Junco "S", Seri M-82, Bau "S" y Pavón F-76 con 36.70, 34.93, 34.47 y 33.30 g, respectivamente y se comportaron estadísticamente iguales. Estos pesos fueron considerablemente bajos debido a una fuerte disminución de la humedad del suelo en el período de llenado de grano, la cual llegó hasta el 18%. La selección para número de espigas, número de granos por planta y peso de 1 000 granos, individual o conjuntamente, pueden incrementar los rendimientos en los genotipos de trigo.

En esta investigación no se encontraron materiales con valores altos para los tres componentes de rendimiento simultáneamente, ya que los valores fueron distribuidos en diferentes genotipos. La línea Papago y la variedad Genaro F-81 manifestaron mayor rendimiento a través de la producción del mayor número de grano y espigas por planta, y tienen peso intermedio de mil granos; por su parte los materiales Seri M-82 y Chil "S" produjeron alto rendimiento por el mayor peso de mil granos, lo que compensó la reducción en el número de espigas y granos por planta. Estos genotipos fueron productivos en la expresión del rendimiento y sus componentes bajo temporal, por lo tanto, deben utilizarse como progenitores en los programas de hibridación para obtener nuevos recombinantes con valores superiores. Keim y Kronstad (1981) señalaron que existen dos caracteres importantes en la contribución al rendimiento bajo condiciones de stress de agua, y son el número de espigas y granos por planta.

Tallos por planta osciló entre 15 y 25, con un promedio de 20; los materiales Vee "S" No. 8, Genaro F-81, Papago y Chil "S" presentaron los valores más altos con 25, 24.67, 22 y 21.33 respectivamente para este carácter.

La altura de planta es un carácter muy importante, y contribuye en forma indirecta al rendimiento. La línea Chil "S" y la variedad Pavón F-76 fueron identificadas como de porte alto, y solamente Kauz "S" mostró porte bajo; los genotipos restantes fueron intermedios.

En lo referente a días a espigamiento, se observaron diferencias pequeñas entre los genotipos evaluados. Este carácter influye indirectamente en el rendimiento. Los materiales Junco "S" (65.67), Pavón F-76 (68.67), Opata y Papago (71.67), mostraron precocidad; Chil "S" (81.67) y Vee No. 8 (80.67) fueron tardías. Bajo temporal es mejor sembrar variedades con ciclo de vida corto (Derera *et al.*, 1969). Las variedades precoces tienen mecanismo de escape y pueden cosecharse antes de que se desarrolle el déficit de agua en el suelo, bajo temporal (Kuruvadi, 1988).

Los genotipos Papago y Genaro F-81 en general presentaron los mejores valores para todas las características evaluadas; por lo tanto, deben utilizarse en los programas de hibridación para obtener recombinantes superiores. Se sugiere realizar cruza simples, dobles, triples y selección recurrente para identificar líneas sobresalientes en generaciones futuras.

En el presente trabajo se estimó la heredabilidad en sentido amplio (Cuadro 4). Los caracteres días a espigamiento, peso de mil granos y altura de planta, tallos por planta y espigas por planta, revelaron valores altos de heredabilidad con 94.03, 86.68, 80.48, 67.41 y 67.19 %, respectivamente, por lo que la selección de estos caracteres será efectiva; para granos por planta (53.88 %) y rendimiento por planta (52.04 %) la heredabilidad fue intermedia; por lo tanto, la selección de estas características requiere utilizar una mayor presión de selección.

Islam *et al.* (1985) analizaron cruza de trigo, y mostraron que los componentes de rendimiento tuvieron alta heredabilidad para la obtención del rendimiento de grano por planta.

Los cálculos de correlaciones entre diferentes pares de características, es útil para diferenciar las características importantes de las no relevantes en los programas de selección (Kuruvadi, 1980). En este estudio se encontró correlación positiva y altamente significativa entre el rendimiento con el número de granos por planta, y positiva pero no significativa con el número de espigas por planta, tallos por planta y altura de planta (Cuadro 5). Espigas por planta se relacionó positiva y significativamente con tallos por planta. El carácter tallos por planta es muy útil manejarlo como criterio de selección indirecta, para identificar plantas superiores bajo temporal.

Cuadro 4. Parámetros genéticos y heredabilidad para rendimiento y otras características agronómicas en trigo bajo temporal.

Característica	Varianza genotípica	Varianza ambiental	Varianza fenotípica	Heredabilidad amplia (%)
Rend/planta	7.40	6.82	14.22	52.04
Espigas/planta	3.87	1.89	5.76	67.19
Granos/planta	6548.90	5605.16	12154.06	53.86
Peso de 1000 granos	10.41	1.60	12.01	86.68
Tallos/planta	7.57	3.66	11.23	67.41
Altura de planta	35.30	8.56	43.86	80.48
Días a espigamiento	26.47	1.68	28.15	94.03

Cuadro 5. Correlaciones fenotípicas entre diferentes pares de características agronómicas en trigo bajo temporal.

Caracter	Espigas/planta	Granos/planta	Peso de 1000 granos	Tallos/planta	Altura de planta	Días a espigamiento
Rend/planta	0.538	0.762**	0.044	0.342	0.171	0.049
Espigas/planta		0.544	-0.323	0.679*	0.201	0.076
Granos/planta			-0.379	0.339	-0.261	-0.166
Peso de 1000 granos				-0.307	0.609	-0.087
Tallos/planta					0.063	0.591
Altura de planta						-0.093

CONCLUSIONES

1. Existe una amplia variabilidad para la mayoría de las características agronómicas de los genotipos de trigo evaluados.
2. Los genotipos Papago, Genaro F-81 y Seri M-82, obtuvieron en general los valores más altos para el rendimiento y sus componentes.
3. La línea Kauz "S" fue la de porte más bajo, y los genotipos Junco "S", Pavón F-76, Opatá y Papago, los más precoces.
4. Las características: días a espigamiento, peso de mil granos, altura de planta, tallos por planta y espigas por planta, expresaron el mayor porcentaje de heredabilidad en sentido amplio, con valores que oscilaron entre 67.19 y 94.03 %.
5. El rendimiento por planta se correlacionó positiva y significativamente con el número de granos por planta. Espigas por planta se relacionó positiva y significativamente con tallos por planta.
6. Tallos por planta es muy útil manejarlo como criterio de selección indirecta, para identificar plantas superiores bajo temporal.
7. Se recomienda hacer cruzamientos entre los materiales seleccionados para obtener recombinantes superiores bajo temporal.

BIBLIOGRAFÍA

- Aggarwal, P.K., G.S. Chaturvedi y S.K. Sinha. 1981. Frequency distribution of yield components as an index of stability in wheat at different levels of water availability. *Proc. Ind. Nat. Sci. Acad.* 47: 756-767.
- Chaturvedi, G.S., P.K. Aggarwal y S.K. Sinha. 1981. Effect of irrigation on tolerating in wheat, triticale and barley in a water-limited environment. *Irrig. Sci.* 2: 225-235.
- Derera, N.F., D.R. Marshall y L.N. Balaam. 1969. Genetic variability in root development in relation to drought tolerance in spring wheats. *Experimental Agriculture.* 5: 327-337.
- Donald, C.M. y J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.* 28: 361-406.
- Islam, M.A., A.G. Fautrier y R.H.M. Langer. 1985. Early generation selection in two wheat crosses: 1. F₂ single plant selection. *Biol. Abstr.* 81(7): 58876.

- Keim, A.L. y W.E. Kronstad. 1981. Drought response of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. *Crop. Sci.* 21: 11-15.
- Kozlowski, T.T. 1968. In water deficit and plant growth. (T.T. Kozlowski Ed.) New York. Academic. 1: 1-21.
- Kuruvadi, S. 1980. Genetic studies on dry land wheat. Post doctoral research investigation. Agri. Can. Res. station. Swift Current, Saskatchewan, Canada.
- _____. 1988. Características agronómicas y fisiológicas que contribuyen a la mejor adaptación de los cultivos a las regiones semidesérticas. Sattillo-México. UAAAN. Folleto de divulgación, vol. II. 4: 1-17.
- Kuruvadi, S. y T.F.T. Smith. 1987. Combining ability and heterosis for root potential in durum wheat. *Rachis. Icarda, Syria.* 9(2): 33-36.
- Morgensen, V.O. 1985. Growth rate of grain yield of wheat in relation to drought. *Acta Agric. Scand.* 35(4): 353-360.
- Nass, H.G. 1973. Determination of characters for yield selection in spring wheat. *Can. J. Plant. Sci.* 53: 755-762.
- Nair, P.M., M.K. George y V.N. Gopinathan. 1983. Estimation of variability and genetic parameters in chillies. *Indian Cocoa, Arecanut and Spices Journal* 7(4): 115-117.
- O'toole, J.C. y T.T. Chang. 1979. Drought resistance in cereal-rice: a case study. Stress physiology in crop plants. In: Harry Mussel (Ed.). Published by John Wiley and Sons. Inc. New York. pp. 373-405.
- Patwary, A.K. y Ghandi. 1986. Combining ability in wheat. *Thai. J. Agric. Sci.* 19(2): 115-124.

RESPUESTA DEL FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES, CON PRETRATAMIENTO DE SEMILLA BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL*

Sathyanarayanalah Kuruvadi¹
Rubén Piña Pérez²

RESUMEN

En esta investigación se evaluó la semilla tratada con agua y cloruro de calcio (CaCl_2) al 0.25%, en cuatro variedades de frijol (Pinto Nacional 1, Río Grande, Durango 222 y Navidad 1165) con el objetivo de estudiar el humedecimiento de la semilla y su efecto sobre rendimiento y sus componentes bajo temporal.

El análisis de varianza indicó diferencias significativas para vainas/planta, granos/vaina, peso de 100 semillas, biomasa y altura de planta entre las variedades. No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las características estudiadas en los diversos tratamientos de humedecimiento. Las variedades Río Grande (963.7 kg/ha) y Durango 222 (929.8 kg/ha) fueron identificadas como superiores para rendimiento y sus componentes. El testigo produjo los mayores rendimientos; mientras que el tratamiento con cloruro de calcio manifestó un leve aumento para número de granos/vaina, peso de 100 semillas y número de entrenudos, y el tratamiento con agua expresó un ligero incremento en los valores para número de vainas/planta, número de granos/vaina, biomasa y altura de planta.

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) es una leguminosa, cuyo grano es muy rico en proteína y ha jugado un papel muy importante en la dieta del mexicano. México es el centro de origen primario del frijol y cuenta con gran variabilidad para diferentes características agronómicas.

* Parte de la tesis de Maestría en Ciencias en la Especialidad de Fitomejoramiento, presentada por el segundo autor en la UAAAN.

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

2. Tesista

En México, la superficie dedicada al cultivo de esta especie es de aproximadamente dos millones de hectáreas por año, de las cuales un 85% es desarrollada bajo condiciones de temporal y el resto bajo riego. Los rendimientos medios bajo condiciones de temporal son alrededor de 500 kg/ha. Los bajos rendimientos se atribuyeron principalmente a la escasa y errática distribución de la precipitación durante el ciclo de cultivo y a otros factores como plagas, enfermedades, deficiencias de micro y macro nutrientes, clorosis y poca utilización de agroquímicos (Kuruvadi y Cortinas, 1987).

Los rendimientos de frijol bajo temporal pueden aumentar mediante técnicas de mejoramiento genético al desarrollar variedades sobresalientes o a través de otros procedimientos tales como el uso de tratamiento de semilla, pre-siembra en agua o algunas sustancias químicas, o empleando un paquete de prácticas culturales apropiadas.

Algunos investigadores han estudiado el efecto de pretratamiento de la semilla antes de sembrarse en el campo, tal es el caso de Henkel (1961), en arroz; Salim y Todd (1968), en trigo; Nalawadi *et al.* (1973), en soya; Muminov (1963), en melón; Daulay y Singh (1981), en girasol. Estos autores indican que el pretratamiento a la semilla le crea endurecimiento y resistencia bajo condiciones de temporal e incrementa la viscosidad y elasticidad del protoplasma, mayor emergencia y establecimiento en el campo, mejor sistema radical, precocidad y aumento en el rendimiento. Sin embargo, otros investigadores como McCaslin *et al.* (1982) y Diputado y Del Rosario (1985), en algodón, encontraron que el pretratamiento no tiene efecto sobre el rendimiento y características agronómicas.

La escasez de literatura publicada en México y la ausencia de investigación en esta área, es motivo para realizar la evaluación de dos pretratamientos con cuatro variedades de frijol con los siguientes objetivos: estudiar el efecto del humedecimiento de la semilla sobre rendimiento y sus componentes en las diferentes variedades de frijol bajo temporal.

REVISIÓN DE LITERATURA

Henkel (1961) sugirió que la resistencia a sequía se puede inducir artificialmente en los cultivos por el pretratamiento de la semilla. Este tratamiento consiste en remojar la semilla en agua por un período de 24 horas o en soluciones de cloruro de calcio al 0.25% (May *et al.* 1962). La semilla acondicionada se utilizará para su siembra bajo sequía. Varios investigadores estudiaron el beneficio del humedecimiento de la semilla en los cultivos de arroz y maíz (Zubenko, 1959), cebada (Martyanova, 1961) y en tomate y trigo (May *et al.* 1962).

Las ventajas de humedecimiento de semilla que fueron reportadas en la literatura, son: la semilla acondicionada germina de 30 a 40 horas antes que una

semilla no acondicionada y emergen de 2 ó 3 días más rápido que la no tratada; el tratamiento induce la división y elongación celular del embrión, endospermo y un crecimiento más vigoroso (Waisel, 1962); se cosecha de 10 a 15 días antes que el testigo. Las células retienen mayor cantidad de humedad, se incrementa la viscosidad, elasticidad del protoplasma, actividad enzimática y la cantidad de agua fisiológica (Henkel, 1961; Pentinov, 1961). Se induce un mejor sistema radical (Kuruvadi y Cárdenas, 1990) y se incrementa el rendimiento (Henkel, 1961), se reduce la tasa de transpiración y el consumo de agua (Parija y Pillary, 1945). Diversas variedades de la misma especie responden diferente al tratamiento, éste es económico, sencillo y no se requiere de mucha infraestructura (Kuruvadi, 1988).

Mikkelsen y Singh (1961), al humedecer por 12 hr semilla de cebada de la variedad "Caloro" en agua clorada, con periódica aireación y después de lavarla y sembrarla, establecieron un incremento de índice de materia seca.

Salim y Todd (1968), al observar el efecto de humedecimiento en semilla de trigo de invierno y cebada, establecen que la solución de CaCl_2 al 0.25% es efectiva para producir resistencia a sequía en trigo en la variedad "Ponca" y en cebada; el humedecimiento en agua o CaCl_2 induce una mayor retención de agua en la variedad "Ward". Gerard (1971) menciona que el calcio induce la vigorosidad del sistema radicular y el crecimiento en condiciones adversas de suelo, temperatura y salinidad, ya que éste promueve el mejor establecimiento y altos rendimientos en los cultivos.

Heydecker y Coolbear (1977) al experimentar con pretratamientos de semillas con repetidos humedecimientos y secados, establecen que, en general, éstos han sido exitosos cuando las semillas fueron aeróbicamente imbibidas y durante ciclos cortos, como en cyclamen y en especie de orquídeas o donde el grado de efectividad ha sido tomado sin el problema de aireación. Diputado y Del Rosario (1985) indican que el pretratamiento de la semilla es benéfico para incrementar el porcentaje de germinación de la simiente, la cual subsecuentemente tendrá mejor establecimiento y vigorosidad del cultivo en el campo.

Maiti *et al.* (1986), con cuatro genotipos de sorgo, establecen que el humedecimiento de semilla con agua por ocho horas y secado por siete días a 35°C y posteriormente sembrada, da su punto máximo de emergencia y el mínimo de 16 y 20 hr, indicando que la respuesta fue significativa entre tratamientos y genotipos para el porcentaje de emergencia, biomasa y número de hojas por planta.

Alvin y Keller (1972) dieron tratamiento de presiembra con humedecimiento a semilla de zacates (*Agropyron*, *Bromus tectorum* L. y *Elymus junceus* Fisch), y mencionan como el mejor tratamiento al humedecimiento con agua por 60 hr a 16°C para *Agropyron* y *E. junceus*; y 30 hr a 16°C para *B. tectorum*, ya que incrementan la emergencia de un 6 a un 32% en la semilla pretratada y observan, además, un aumento de 30 mm en la longitud del sistema radicular que los testigos.

Nalawadi *et al.* (1973) preacondicionando la semilla de soya con agua humedeciéndola por 24 hr, establecen diferencias significativas en el porcentaje de germinación en comparación de las no humedecidas; obteniendo los más altos porcentajes en las variedades "Hill" y "Hampton". El pretratamiento con agua fría a 0°C por tres horas mejora la germinación hasta en 80%, de ahí que existiera diferencia varietal para el pretratamiento.

Hakozaki (1973) indica que el humedecimiento con agua de la semilla de cyclamen, por una hora antes de ser sembrada, germina alrededor de los 19 días, unos cinco días antes que las no tratadas, el porcentaje de germinación en semillas tratadas fue 66%, mientras en las no tratadas sólo de 26%.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo durante el año 1987 en el Campo Agrícola Experimental auxiliar de Francisco I. Madero, del Centro de Investigación Forestal y Agropecuario (CIFAP), Durango. Dicha localidad se caracteriza por ser una de las áreas bajo estricto temporal, con una gran importancia económica en México para la producción de frijol. Se utilizaron cuatro variedades de frijol (Pinto Nacional 1, Río Grande, Durango 222 y Navidad 1165); las tres primeras forman parte del programa de frijol del CIFAP, y la última es una línea avanzada del programa de mejoramiento de frijol de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. Los genotipos son de hábito de crecimiento tipo III indeterminado con numerosas ramas postradas y poseen amplia variabilidad para componentes del rendimiento y características agronómicas. Las variedades Pinto Nacional y Río Grande son cultivadas comercialmente en los Estados de Zacatecas, Durango y Chihuahua, bajo condiciones de temporal.

Los tratamientos utilizados fueron basados en los trabajos de Salim y Todd (1968) con algunas modificaciones. En el primer tratamiento se preparó una solución de cloruro de calcio (CaCl_2) al 0.25% en agua, después se humedeció la semilla de cada genotipo durante ocho horas, secándola a temperaturas de laboratorio, 20 a 25°C, en seguida, repitiendo una vez más el mismo procedimiento, se obtuvo la semilla pretratada para la siembra. En el segundo tratamiento, la semilla de cada variedad, necesaria para la siembra, se sumergió durante un período de ocho horas, en agua común hervida y enfriada y posteriormente se secó a temperatura ambiental (20 a 25°C); el pretratamiento se repitió una vez más de tal manera que la semilla quedó acondicionada para sembrarse bajo condiciones de temporal. En el tercer tratamiento se utilizó semilla sin humedecer como testigo.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con un arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Los genotipos constituyeron las parcelas grandes y los tratamientos de humedecimiento las parcelas chicas.

El terreno se preparó previamente a la diseminación de la semilla de frijol, la cual se sembró a chorrillo siguiendo la apertura de los surcos, con sembradora adaptada para tractor. La distancia entre surcos fue de 75 cm y para lograr una distancia de 30 cm entre plantas dentro del surco, fue necesario realizar un aclareo de las mismas en el campo. La parcela explotada fue de cuatro surcos de 5 m de longitud por tratamiento. Se fertilizó con la fórmula 40-30-00 kg/ha NPK respectivamente al momento de la siembra. Se realizaron deshierbes mecánicos y manuales durante los primeros 40 días del desarrollo del cultivo. También se aplicó Sevin al 5% PH en dosis recomendadas para el control de conchuela. Desde la siembra hasta la cosecha del cultivo fue estrictamente bajo precipitaciones naturales. Se etiquetaron cinco plantas al azar por tratamiento para tomar las siguientes características: rendimiento de parcela útil, rendimiento por hectárea, peso de biomasa, número de vainas/planta, granos/vaina, peso de 100 semillas, número de entrenudos, y altura de planta. Los promedios de las diferentes características fueron utilizadas para realizar el análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol, para las variedades y humedecimientos bajo temporal, se presentan en el Cuadro 1, en donde se aprecian diferencias significativas para vainas/planta, granos/vaina, peso de 100 semillas, peso seco total y altura de planta, mientras que para rendimiento y número de entrenudos no se encontraron diferencias significativas en las variedades. Además, no se descubrieron diferencias significativas para ninguna de las características estudiadas en los diferentes tratamientos de humedecimiento y su interacción entre genotipos, por los siguientes razonamientos: el número de genotipos y tratamientos evaluados fueron pocos, el tamaño reducido de la parcela útil y de la muestra, el efecto de la sequía fuerte sobre los componentes del rendimiento y características agronómicas. Maiti *et al.* (1986) indican significancia entre variedades y humedecimientos con agua por ocho horas y secado por siete días a 35°C, en cuatro genotipos de sorgo para biomasa.

El coeficiente de variación para las diferentes características en las variedades y humedecimientos varió entre 4.75 a 16.81 y 4.45 a 20.03% respectivamente para todas las características estudiadas, lo que indica una alta confiabilidad en la conducción del experimento y los resultados obtenidos. Sin embargo, sólo para peso seco total el coeficiente de variación fue un poco alto 28.91 y 28.72% en las variedades y humedecimientos respectivamente. El Centro Internacional de Agricultura Tropical en Colombia (CIAT, 1981) señala que el coeficiente de variación hasta 35% es aceptable para experimentos bajo temporal.

Cuadro 1. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en frijol para las variedades y humedecimientos bajo temporal.

Fuente de variación	G.L.	Rendimiento/ hectárea	Rendimiento de parcela útil	*F ² Calculada			Peso 100 semillas	Peso seco total	Número de entrenudos	Altura de planta
				Número de vainas/planta	Número de granos/vaina	Número de granos/vaina				
Bloques	3	4.48*	4.48*	1.20 NS	1.77 NS	2.82 NS	1.64 NS	2.36 NS	2.81 NS	
Variedades	3	3.38 NS	3.38 NS	4.76*	4.53*	419.04**	4.20*	3.48 NS	14.10**	
Error(A)	9	21963.55	8119.0	0.2169	0.2804	1.7899	18.6762	0.0315	105.9600	
Parcela grande	15	2.17 NS	2.17 NS	1.79 NS	1.86 NS	84.97**	1.76 NS	1.76 NS	3.98*	
Humedecimientos	2	0.86 NS	0.86 NS	1.08 NS	0.44 NS	0.40 NS	0.95 NS	1.61 NS	0.21 NS	
Interacción										
A x B	6	0.94 NS	0.94 NS	0.30 NS	0.82 NS	0.28 NS	0.16 NS	0.63 NS	1.50 NS	
Error (B)	24	31198.66	11533.00	0.1243	0.3264	1.5699	18.4256	0.0179	36.5182	
Total	47	36065.87	13332.1	0.1983	0.3744	49.4280	21.1023	0.0296	160.7470	
Coefficiente de variación (%)	A	16.81	16.81	15.02	11.76	4.75	28.91	6.04	15.89	
	B	20.03	20.03	11.38	12.69	4.45	28.72	4.55	9.33	

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

NS No Significativo

Los promedios de las diferentes características agronómicas en las variedades y humedecimientos en frijol bajo temporal se presentan en el Cuadro 2. Aunque en el análisis de varianza entre las variedades no se encontraron diferencias significativas, numéricamente se puede observar una variación en el rendimiento de 793.47 (Navidad 1165) a 963.66 kg/ha (Río Grande), con un promedio de 881.62 kg/ha. Esta misma tendencia se encontró para el rendimiento de parcela útil en las variedades y humedecimientos. Muminov (1973) menciona que se manifiesta un incremento en el rendimiento al humedecer la semilla de melón en agua por 24 a 36 hr y secada 22 a 27°C por 2 a 5 días. De igual forma Daulay y Singh (1981) detectaron, para rendimiento, una influencia del tratamiento de humedecimiento por 24 hr en girasol, pues resultó 16% mayor que el testigo.

El número de vainas/planta es un componente importante en la determinación del rendimiento total del genotipo. Prácticamente los fitomejoradores de frijol utilizan esta característica como criterio de selección visual de genotipos superiores en el campo (Lepíz, 1983). En este estudio el carácter varió de 7.94 a 11.73, con un promedio de 9.67 en las variedades. La variedad Pinto Nacional-1 produjo el máximo número de vainas/planta, y le siguieron Navidad 1165 (10.68), Río Grande (8.34) y Durango 222 (7.94). En esta característica, para los tratamientos se observaron diferencias muy ligeras, sin embargo, el tratamiento con agua produjo un poco más número de vainas/planta a comparación del testigo. Hidalgo (1978) establece que el llenado de vainas es afectado por el estrés de humedad. Kuruvadi (1988) indica que el número de vainas por planta es controlado genéticamente y además es fuertemente influenciado por el medio ambiente así como por la interacción genotipo con medio ambiente. Generalmente las líneas más rendidoras también producen mayor número de vainas por planta, por lo que esta característica se considera decisiva en la contribución al rendimiento total.

El carácter número de granos/vaina es un componente del rendimiento que contribuye directamente para el rendimiento total del genotipo. El número de semillas por vaina en la planta puede determinarse durante el tiempo de formación de la flor hasta la floración. Los valores para este carácter oscilaron entre 4.22 a 4.97, con un promedio de 4.50; la variedad Río Grande presenta el máximo valor, siguiéndole Pinto Nacional I, Navidad 1165 y Durango 222. El tratamiento de la semilla con cloruro de calcio y agua muestra un valor similar para tal carácter y 5.6% más número de granos a comparación del testigo. Eastin y Sullivan (1974) informaron que el número de semillas por planta fue más importante para el rendimiento total en los genotipos, en comparación del peso de 1000 semillas, en la mayoría de los ambientes probados.

Con respecto al peso de 100 semillas, también es considerado uno de los componentes del rendimiento y el peso de cada semilla puede determinarse en la planta desde la floración hasta maduración del grano. La variedad Durango

Cuadro 2. Concentración de medias para diferentes características agronómicas en las variedades y humedectamientos en frijol bajo temporal

Variedades/ humedecimientos	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento de parcela útil (kg)	Número de vainas/ planta	Número de granos/ vaina	Peso 100 semitas (g)	Peso seco total (g)	Número de entretijos	Altura de planta (cm)
Navidad 1165	793.47	482.43	10.68	4.38	28.44	15.41	8.70	56.10
Pinto Nacional 1	839.56	510.45	11.73	4.43	25.11	16.06	9.16	61.71
Durango 222	929.78	565.30	7.94	4.22	34.44	17.07	9.00	60.20
Río Grande	963.66	585.90	8.34	4.97	21.42	11.25	9.08	81.15
Promedio	881.62	536.02	9.67	4.50	28.15	14.94	8.88	64.79
DMS(5%)	136.86	83.21	1.47	0.49	1.24	3.99	0.48	9.51
Cloruro de calcio	845.08	513.81	9.40	4.56	28.19	14.23	8.99	64.69
Agua	873.87	531.31	10.21	4.56	27.94	16.15	8.97	65.54
Testigo	925.42	562.96	9.42	4.36	28.34	14.47	8.98	64.15
Promedio	881.62	536.02	9.67	4.50	28.15	14.95	8.98	64.79
DMS(5%)	128.89	78.37	0.83	0.42	0.91	3.13	0.26	4.41

222 sobresalió estadísticamente formando un único grupo, mientras que las variedades Navidad 1165 y Pinto Nacional 1 presentaron valores estadísticamente iguales y superiores al Río Grande. Las diferencias para esta característica entre tratamientos fue muy ligera no afectándose este componente del rendimiento. Rasmusson y Cannell (1970) mencionaron que la selección para el peso de 1000 semillas fue altamente efectivo en la identificación de variedades superiores para rendimiento.

El peso seco total de la planta es el producto del potencial biológico de la fotosíntesis a través de las diferentes etapas fenológicas del cultivo. La variedad Durango 222, Pinto Nacional 1, Navidad 1165 y Río Grande manifestaron 17.07, 16.05, 15.41 y 11.25 g de biomasa seca de la planta, respectivamente, y fueron estadísticamente diferentes. Numéricamente el tratamiento con agua produjo el máximo peso seco total, el cloruro de calcio y el testigo obtuvieron resultados semejantes.

La característica número de entrenudos influye sobre el rendimiento, ya que genotipos con mayor número producen más vainas en comparación de los de menor número de entrenudos. Rocha (1984) indica que la altura está en función del número de entrenudos y longitud de éstos, pero que estas dos características son independientes en respuesta a las condiciones ambientales diferentes. En esta investigación la variedad Pinto Nacional 1 y Río Grande produjeron valores similares para esta característica en comparación del Durango 222 y Navidad 1165, presentándose una variación en tal carácter de 8.70 a 9.16, con promedio de 8.98.

La altura de planta influye en la producción de materia seca de las partes económicas y biológicas y osciló entre 56.10 cm (Navidad 1165) a 81.15 cm (Río Grande) con un promedio de 64.79 cm; la variedad Pinto Nacional 1 y Durango 222 produjeron la misma altura.

Examinando todas las características, simultáneamente indican que las variedades Río Grande y Durango 222 fueron identificadas como superiores para rendimiento y sus componentes en comparación del Pinto Nacional 1 y Navidad 1165. El testigo produjo los mayores rendimientos, mientras que el tratamiento con cloruro de calcio manifestó altos valores para número de granos/vaina, peso de 100 semillas y número de entrenudos, y el tratamiento con agua expresó los mejores valores para número de vainas/planta, número de granos/vaina, biomasa total y altura de planta.

CONCLUSIONES

1. Existen diferencias significativas para la mayoría de las características estudiadas entre las variedades.
2. No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las características estudiadas en los diferentes tratamientos de humedecimientos.

3. Las variedades Río Grande y Durango 222 fueron identificadas como superiores para rendimiento.
4. El testigo expresó los mayores rendimientos. Mientras que el tratamiento con cloruro de calcio manifestó altos valores para número de granos/vaina, peso de 100 semillas y número de entrenudos. El tratamiento con agua produjo los mayores valores para número de vainas/planta, biomasa total y altura de planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvin, B.T. y Keller, W. 1972. Germination and emergence of selected forage species following preplanting seed treatment. *Crop Sci.* 12: 9-13.
- Centro de Investigación de Agricultura Tropical. 1981. Vivero Internacional de Adaptación y Enfermedades de Frijol. Cali, Colombia. 35 p.
- Daulay, S.H. y Singh, R.P. 1981. Effect of seed treatment and seedling depths on crop stand establishment and yield of sunflower and safflower. *Annuals of arid zone.* 20 (4): 35-40.
- Diputado, M.T. y Del Rosario, D.A. 1985. Response of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) to moisture stress and seed pretreatment. *Crop Sci.* 10: 51-56.
- Eastin, J.A. y Sullivan, Y.C. 1974. Yield consideration in selected cereals. In Bielecki *et al.* (ed.) mechanism of regulation of plant growth. Bull 12. The royal society of New Zealand, Wellington. p. 871-877.
- Gerard, C.J. 1971. Influence of osmotic potential, temperature and calcium on growth of plant roots. *Agron. J.* 63:555-558.
- Hakozaki, M. 1973. Studies on the germination of cyclamen seed. 1. The effect of seed soaking on germination. *Hort. abstract*, 45:86.
- Henkel, P.A. 1961. Drought resistance in plants: methods of recognition and intensification. In plant water relationships in arid and semi-arid conditions *proc. Madrid Symp.* Vol. XVI: 167- 174. UNESCO. París.
- Heydecker, W. y Coolbear, P. 1977. Seed treatment for improved performance-survey and attempted prognosis. *Seed Sci. and Technol.* 5: 353-425.
- Hidalgo, R. 1978. Screening for drought tolerance in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Resúmenes analíticos sobre frijol. *CIAT.* (3): 253.

- Kuruvadi, S. 1988. Características de plantas que contribuyen a la mejor adaptación de los cultivos a regiones semidesérticas. Folleto de divulgación: 2 (4) : 1-17.
- Kuruvadi, S. y Cárdenas, E.R.V. 1990. Pretratamiento de la semilla y su efecto sobre sistema radical y vástago en trigo. Xilonen. U.A.E.M. 1 (1): 61-75.
- Kuruvadi, S. y Cortinas, E.H.M. 1987. Papel de componentes del rendimiento correlaciones y sus implicaciones en el mejoramiento genético de frijol. Agraria. 3(1): 1-15.
- Lepiz, I.R. 1983. Origen y descripción botánica. En frijol en el noroeste de México. (Tecnología y producción) SARH, INIA, CIAPAN y CAEVACU. p. 29-44.
- Maitl, K.R., González, R.H. Alanís, C.O. y Rivera, M.A. 1986. Establecimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Turrialva. 36 (2): 205-214.
- Martyanova, K.L. 1961. Results of field experiments with barley seed which has undergone a pre-sowing hardening to drought. Fiziol. Reast. (Translation). 6: 354-355.
- May, L.H., Milthorpe, E.J., y Milthorpe, E.L. 1962. Pre-sowing hardening of plants to drought. Field Crop Abstract. 15 (2): 193- 198.
- McCaslin, D.B., Fowler, L.J. y Michael, C.S. 1982. Pregermination treatment to increase cotton seed germination at suboptimal temperature. Bol. Tec. Las Cruces. New Mexico. p. 15.
- Mikkelsen, D.S. y Singh, M.M. 1961. Germination inhibition in *Oryza sativa* and control by preplanting soaking treatments. Crop Sci. 1: 332-335.
- Muminov, T.G. 1963. The effect of presowing seed treatment on the yield and resistance to melons. Hort. Abstracts. 45: 7361.
- Nalawadi, G.U., Ray, P. y Krishnamurthy, K. 1973. Improvement in the seed germination of soybean varieties by presoaking treatments. Indian J. Agric. Sci. 43 (6): 546-550.
- Parija, P. y Pillary, K.P. 1945. Effect of presowing treatment on the drought resistance in rice. Proc. Natl. Acad. Sci. India. 15: 6-14.
- Pentinov, N.S. 1961. The protective processes of heat resistant plant. In: Plant water relationship in arid and semi-arid conditions. Proc. Madrid Symp. Vol. XVI: 275-283. UNESCO. Paris.

- Rasmusson, D.C. y Cannell, R.Q. 1970. Selection for grain yield and components of yield in barley. *Crop Sci.* 10 (4): 51-54.
- Rocha, R.G. 1984. Efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre la asociación de caracteres en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis M.C. UAAAN.p. 99.
- Salim, M.H. y Todd, G.W. 1968. Seed soaking as a pre-sowing drought hardening treatment in wheat and barley seedlings. *Agron. J.* 60: 179-182.
- Waisel, Y. 1962. Pre-sowing treatments and their relation to growth and to drought, frost and heat resistance. *Plant Physiol.* 15: 43-46.
- Zubenko, V.K.L. 1959. The effect of pre-planting hardening of seeds against drought on the grain harvest of corn in late plantings. *Fiziol. Resist. (Transl.)*. 7:341-343.

ESTIMACIÓN DE ACCIÓN DE GENES Y HEREDABILIDAD PARA DIFERENTES CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EN FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.)

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹
Franklin Gerardo Rodríguez Cota²
Rafael A. Salinas Pérez³

RESUMEN

Se estudiaron parámetros genéticos a través del método 2 modelo 2 de la serie de análisis dialélicos de Griffing (1956), con el objeto de determinar el tipo de acción génica y heredabilidad en sentido estrecho y amplio, de ocho caracteres cuantitativos en frijol común. Se utilizaron seis progenitores y sus 15 híbridos. El análisis de varianza y aptitud combinatoria, indicaron diferencias significativas para la mayoría de los caracteres estudiados. La proporción ACG:ACE indicó que la ACG es predominante en la herencia de número de vainas por planta, semillas por vaina, peso de 100 semillas, número de entrenudos, días a floración y madurez fisiológica, mientras que en el rendimiento y altura de planta tanto la ACG y ACE participan en su herencia y casi en la misma proporción.

La investigación de la acción génica a través del análisis dialélico, coincidió con los resultados del estudio de parámetros genéticos para las características de número de vainas por planta, semillas por vaina, peso de 100 semillas, número de entrenudos, días a floración y días a madurez; en el sentido de que son controladas preferentemente por una acción génica aditiva, mientras que el rendimiento por planta y altura de planta manifestaron un tipo de acción génica no aditiva.

Al comparar los valores obtenidos de ambas heredabilidades se infiere que la heredabilidad en sentido amplio es mayor que la heredabilidad en sentido estrecho. Las características de peso de 100 semillas, días a floración, número de entrenudos, días a madurez y número de vainas por planta, presentan altos valores de heredabilidad en sentido estrecho. El número de semillas por vainas manifestó un valor intermedio, mientras que altura de planta y rendimiento presentaron valores bajos de heredabilidad.

-
1. Ph. D. Maestro-Investigador, Depto. de Fitomejoramiento Div. de Agronomía, UAAAN.
 2. Tesista de Maestría
 3. Investigador del Programa Frijol, Campo Experimental Valle del Fuerte, Los Mochis, Sinaloa.

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo cuyo grano, rico en proteínas, ha jugado un papel muy importante en la alimentación del hombre, desde su domesticación hasta la fecha. Actualmente su cultivo está distribuido en todo el planeta incluyendo América, Europa, Asia y África, cultivándose en climas muy diversos, desde el nivel del mar hasta alturas superiores a los 2000 msnm. México es el centro de origen del frijol y en la actualidad ocupa el segundo lugar en la dieta del pueblo. El aumento en la producción de esta leguminosa en los años recientes se debe principalmente a la identificación de variedades sobresalientes en los bancos de germoplasma de frijol, por introducción y selección, y al mejoramiento de prácticas agronómicas.

En el mejoramiento genético de frijol es primordial estudiar herencia, acción de genes y heredabilidad para rendimiento, sus componentes y características agronómicas, a fin de seleccionar el método de mejoramiento adecuado en la formación de variedades superiores. Cuando el carácter por mejorar es de herencia simple, la selección de progenitores y métodos de mejoramiento se hace fácilmente. Sin embargo, cuando el carácter a mejorar es de control genético complejo o controlado por varios genes (por ejemplo el rendimiento), al mejorador se le presentan dificultades al tratar de seleccionar los métodos de mejoramiento para desarrollar variedades sobresalientes. Por lo tanto, es importante un conocimiento de la naturaleza de acción de genes de los caracteres bajo estudio, para elegir el método de selección más adecuado para lograr el máximo avance en el mejoramiento.

En esta investigación se utilizaron seis genotipos de frijol, seleccionados en base a su potencial de rendimiento y una gama de variabilidad genética de diversas características agromorfológicas, para desarrollar cruza dialélicas en todas las combinaciones posibles (sin recíprocas), con el objetivo de determinar el tipo de acción génica y heredabilidad en sentido estrecho y amplio en ocho caracteres cuantitativos de frijol.

REVISIÓN DE LITERATURA

Kuruvadi y Cortinas (1987a) al evaluar 20 genotipos de frijol común y estudiar correlaciones entre diferentes pares de características agronómicas encontraron que el rendimiento se correlacionó positivamente con vainas por planta, semillas por vaina y días a floración. Estos autores manifiestan que los fitomejoradores pueden utilizar las características vainas por planta, semillas por vaina y peso de 100 semillas, individualmente o en forma conjunta, para identificar genotipos superiores en un programa de mejoramiento de frijol.

Kuruvadi y Cortinas (1987b) estimaron heredabilidad en sentido amplio para diferentes características cuantitativas en frijol común. La heredabilidad en

sentido amplio presenta valores altos para las siguientes características: días a floración (97.6%), peso de 100 semillas (95.1%), rendimiento (84.8%), semillas por vaina (82.5%), altura de planta (82.1%) y vainas por planta (76%). Por lo tanto, la selección para estos rasgos es muy efectiva para mejorar rendimiento en un programa de mejoramiento genético de frijol. Estos valores de heredabilidad se consideran altos y pueden explicarse señalando que los genotipos en estudio representan a una población mejorada para altos rendimientos, a través de varias generaciones de selección.

Dickson (1967), al estudiar siete caracteres de importancia económica en frijol ejotero en un análisis dialélico, reporta que la varianza genética no aditiva fue predominante para número de semillas por planta, número de semillas en las mejores cinco vainas, longitud de vainas, número de vainas por planta y días a floración, y la varianza aditiva lo fue para altura de planta y anchura de vaina.

Singh y Jain (1971) al estudiar cruza dialélicas de cinco variedades de *Phaseolus mungo*, estimaron la habilidad combinatoria y acción génica para rendimiento de grano, granos por vaina y vainas por planta. Indican que tanto los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) fueron significativos e importantes para las tres características y observaron dominancia parcial para rendimiento de grano y dominancia parcial o sobredominancia para granos por vaina y vainas por planta; también mencionan que genes dominantes parecen gobernar la herencia de los tres caracteres. El análisis de los componentes de varianza indica que las tres características son influenciadas por la acción génica aditiva y no aditiva.

Foolad y Bassiri (1983) estimaron la aptitud combinatoria y efectos recíprocos para rendimiento y sus componentes en frijol común, y detectaron que el porcentaje de los cuadros medios para ACG y ACE fueron bajos para rendimiento, número de vainas y semillas por planta, y altos para peso de 100 semillas y días a floración; encontrando efectos recíprocos significativos para rendimiento y número de semillas por planta, pero estos efectos no se presentaron para peso de 100 semillas.

Gritton (1975) al estudiar aptitud combinatoria en chícharo, menciona que la aptitud combinatoria general y específica fueron importantes para días a floración, altura de planta, vainas por planta, granos por vaina, granos por planta, peso de semilla y rendimiento.

Chung y Stevenson (1973) consideran que los efectos aditivos y de dominancia fueron los responsables en la expresión de días a floración, número de vainas y peso de 100 semillas, y que para rendimiento los componentes dominantes constituyen la mayor parte de la herencia de este carácter; además, aseveran que la variación génica aditiva constituye sólo una pequeña porción de la varianza genética total. Sin embargo, al particionar los componentes de varia-

ción genética, indicaron que los componentes de dominancia fueron más importantes que los componentes aditivos, en tales caracteres, excepto para peso de 100 semillas. Este hecho confirma que días a floración y número de vainas, aunque mostraron aditividad, estuvieron fuertemente influenciados por dominancia. También observaron sobredominancia para número de vainas y para rendimiento.

Yassin (1973) señala que los componentes más importantes en muchas leguminosas son el número de vainas por planta, semillas por vaina y peso de la semilla y reporta que el rendimiento de semilla de frijol en el campo exhibe sobredominancia, mientras que los componentes del rendimiento mostraron un tipo de acción génica aditiva y una selección sobre los componentes de rendimiento sería mucho más precisa para incrementar el rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) y en el Campo Agrícola Experimental Valle de Culiacán (CAEVACU) durante el período comprendido de mayo de 1986 a febrero de 1987.

La mayoría de los cultivares con alta productividad y amplia adaptación en la zona frijolera de Sinaloa, han sido liberados por el Programa de Mejoramiento Genético de Frijol del Centro de Investigaciones Agrícolas del Pacífico Norte (CIAPAN) y en la actualidad forman parte de su banco de germoplasma. Los seis genotipos (Azufrado Pimono-78, Azufrado Regional, Azufrado-200, Canario-72, Negro Nayarit y Negro Sinaloa) que se utilizaron como progenitores en este estudio, son materiales que han resultado sobresalientes para varias características agronómicas en los ensayos de evaluación durante varios años en el CIAPAN; los cuales tienen una amplia gama de variabilidad para características como: rendimiento, hábito de crecimiento, altura de planta, días a floración, días a madurez fisiológica, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 semillas, color de flor, etc.

Los seis progenitores citados se sembraron en los invernaderos de la UAAAN en tres diferentes fechas de siembra con intervalos de 15 días una de otra, con el fin de realizar el mayor número de cruzamientos en un solo sentido (directas) en todas las combinaciones posibles y obtener suficiente semilla híbrida.

Con los seis progenitores y sus 15 híbridos directos se estableció un experimento con 21 tratamientos durante el ciclo otoño-invierno 1986-87 bajo condiciones de riego en el Campo Experimental Auxiliar de Aguaruto, Sinaloa, bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Cada parcela estuvo formada de tres surcos de 3 m de longitud, separadas entre sí a 0.75 m y como

parcela útil se empleó el surco central. La densidad de siembra empleada fue de cuatro plantas por metro lineal para propiciar su máximo desarrollo fenotípico. La siembra de los 21 tratamientos se realizó en forma manual, depositando una semilla por golpe. En las parcelas donde se ubicaron los progenitores, se sembró en los tres surcos el mismo material, mientras que donde se ubicaron los híbridos se emplearon seis semillas de cada cruce por surco central y se les intercaló una línea marcadora de frijol blanco de tipo ejotero, para igualar condiciones de competencia por no contar con la cantidad de semilla requerida para sembrar el surco completo y en los surcos laterales a la izquierda se sembró el progenitor femenino y a la derecha el progenitor masculino. Este tipo de siembra de los híbridos en el surco central y los progenitores en los surcos contiguos, facilitó comparar las características de los progenitores con las de los híbridos y la identificación de híbridos, así como una posible autofecundación para su eliminación.

El terreno, que es de tipo aluvión, se preparó con un barbecho, dos pasos de rastra y nivelación; se formaron los surcos y se aplicó un riego de presiembra para tener una germinación uniforme y establecimiento del cultivo. El experimento se fertilizó con 46 kg de nitrógeno por hectárea, el cual se aplicó al voleo antes del riego de presiembra. Al momento de la siembra se aplicó Témik 15 G en forma manual a razón de 6 kg/ha, depositando aproximadamente 3 cm debajo de la semilla, para controlar insectos chupadores desde las primeras etapas de desarrollo de la planta. Además de la aplicación de Témik 15 G, se hicieron dos aspersiones aéreas de insecticida para proteger al cultivo de diabrótica, mosca blanca y chicharrita. También se realizaron todas las prácticas culturales recomendadas por el Campo Agrícola Experimental Valle de Culiacán, para mantener el cultivo libre de malas hierbas y proporcionarle un mejor medio para su desarrollo y expresión biológica de los genotipos.

Se etiquetaron individualmente cinco plantas al azar por tratamiento del surco central para tomar los datos sobre ocho características agronómicas.

Los promedios de las diferentes características estudiadas se utilizaron para realizar el análisis de varianza, análisis de aptitud combinatoria general y específica y de la acción génica involucrada en el control de dichos caracteres, utilizando el método 2 y modelo 2 de la serie de análisis dialélicos de Griffing (1956), mediante el cual se consideran los progenitores (P) y las P (P-1/2) cruces posibles en un solo sentido, y con las estimaciones de los componentes de varianza genética aditiva y fenotípica, se calculó la heredabilidad en sentido amplio (H^2) y en sentido estrecho (h^2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza (Cuadro 1) indicaron diferencias significativas para algunas características agronómicas tales como: rendimien-

Cuadro 1. Análisis de varianza y aptitud combinatoria para diferentes características agronómicas en frijol común.

Fuente de variación	Grado de libertad	Rend./ planta	Vainas por planta	Cuadrados medios			No. de entrenudos	Altura de planta	Días a floración	Días a madurez
				Semillas/ vaina	Peso de semillas 100	Semillas/ vaina				
Repeticiones	2	506.87*	318.35*	0.20NS	9.43NS	0.93NS	277.29NS	2.78NS	2.91NS	
Tratamientos	20	309.20*	418.60**	0.80**	163.66**	12.11**	1180.08**	52.03**	36.70**	
Progenitores	5	272.03**	775.25**	1.40**	321.69**	34.76**	1126.15**	110.36**	102.62**	
Híbridos	14	259.88NS	299.99**	0.56**	118.86**	4.88**	650.41**	34.91**	15.22**	
Prog. vs híbridos	1	1185.57**	295.80NS	1.20*	0.80NS	0.06NS	7365.04**	0.16NS	7.79NS	
ACG	5	76.36NS	401.84**	0.65**	202.86**	12.67**	535.50NS	60.02**	37.22**	
ACE	15	11.96*	52.05NS	0.14**	5.15**	1.09**	345.98	3.12**	3.88**	
Error	40	47.61	27.50	0.06	1.28	0.36	49.47	0.71	1.38	
2	-	-4.45	43.72	0.06	24.72	1.45	23.69	7.11	4.17	
g	-	64.36	24.55	0.08	3.83	0.73	296.51	2.41	2.50	
s	-	1:1	8:1	5:1	40:1	12:1	2:1	19:1	10:1	
ACG/ACE	-	24.72	20.72	9.64	7.22	8.34	14.00	3.29	2.11	
C.V.(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

* Significancia al 5 %

** Significancia al 1 %

NS No Significativo

to por planta, (excepto en los híbridos), vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 100 semillas, número de entrenudos, altura de planta, días a floración y días a madurez fisiológica, en los genotipos, progenitores e híbridos incluidos, revelando una variabilidad considerable para todas las características estudiadas, por lo tanto, es posible desarrollar mejoramiento genético con estas poblaciones de frijol. Las comparaciones de progenitores vs híbridos se observaron diferencias para rendimiento por planta, número de semillas por vaina y altura de planta. En el análisis de varianza de aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica, se advierten diferencias significativas simultáneamente para número de semillas por vaina, peso de 100 semillas, número de entrenudos, días a floración y días a madurez fisiológica, lo que indica la participación de varianza aditiva y no aditiva en la herencia de estas características. Para el carácter número de vainas por planta, la diferencia fue significativa para aptitud combinatoria general (ACG) predominando una acción de genes del tipo aditivo; en cambio, el rendimiento por planta y altura de planta fueron significativas para aptitud combinatoria específica, lo que sugiere que tuvieron un control genético en su herencia de varianza no aditiva.

Al examinar la magnitud de la proporción ACG/ACE se aprecia que la mayoría de las características estudiadas están controladas predominantemente por varianza aditiva, a excepción de rendimiento por planta, que mostró igual proporción de varianza aditiva y no aditiva en su herencia. Estos resultados concuerdan, en parte, con los obtenidos por Nienhuis y Singh (1986) quienes detectaron que la acción de genes aditiva y no aditiva está involucrada en la expresión del rendimiento de frijol, y los componentes de éste y otros rasgos arquitectónicos tienen acción de genes predominantemente aditiva. Gritton (1975), en un estudio sobre chícharo, detectó que tanto la ACG como la ACE fueron importantes para días a floración, altura de planta, vainas por planta, granos por vaina y rendimiento. Weber *et al.* (1970), en soya, también reportan que tanto ACG como ACE son igualmente importantes para rendimiento de grano, altura de planta y madurez. Dickson (1967), Leffel y Weiss (1958) y Foolad y Bassiri (1983) encontraron resultados similares en chícharo, soya y frijol, respectivamente, y señalan que una proporción ACG:ACE baja sugiere que probablemente sea más importante una acción génica no aditiva, además, Leffel y Weiss (1958) y Foolad y Bassiri (1983) dicen que los componentes de varianza con valores negativos pueden ser interpretados como estimaciones de cero varianza.

En el Cuadro 2 se observa que la varianza aditiva contribuye en mayor proporción a la varianza genética total, para las características de número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 100 semillas, número de entrenudos, días a floración y días a madurez. El estudio de la acción génica a través de análisis dialélicos coincide con los resultados obtenidos del estudio de parámetros genéticos para estas características, referente a que son controladas preferentemente por una acción génica aditiva. Gritton (1975), Parker *et al.* (1970), Leffel y Weiss, (1968) y Foolad y Bassiri, (1983), encontraron resulta-

Cuadro 2. Componentes de varianza genética estimados para diferentes características agronómicas en frijol común.

Características	Varianza genética	Varianza aditiva	Varianza aditiva (%)	Varianza de dominancia	Varianza de dominancia (%)
Rendimiento por planta	64.36	0.00	0.00	64.36	100.00
Vainas por planta	112.00	87.45	78.08	24.55	21.92
Semillas por vaina	0.20	0.13	62.26	0.08	37.74
Peso de 100 semillas	53.27	49.44	92.81	3.83	7.19
No. de entrenudos	3.62	2.90	79.88	0.73	20.12
Altura de planta	343.89	47.38	13.78	296.51	86.22
Días a floración	16.63	14.23	85.59	3.85	14.41
Días a madurez	10.83	8.34	76.95	2.50	23.05

dos similares en chícharo, cacahuete, soya y frijol, respectivamente. Lo anterior, confirma que los componentes del rendimiento y características agronómicas en frijol común se pueden mejorar utilizando metodologías tradicionales de mejoramiento genético tales como: selección individual, masal, hibridación, selección por pedigree, etc.

En lo referente a varianza de dominancia, ésta presentó mayor aportación a la varianza genética total en rendimiento por planta y altura de planta. De acuerdo con estos resultados, el tipo de acción génica es de genes no aditivos, indicando que su expresión sólo puede ser predicha en F_1 y en las generaciones sucesivas tales predicciones son inestables. Esto puede ser debido a segregación y depresión en la manifestación de tales características. Hoegenmeyer y Hallauer (1976) indican que en un programa de mejoramiento, cuya finalidad es la formación de híbridos, se puede explotar más a los efectos no aditivos, como dominancia y epistasis.

Brauer (1983) define la heredabilidad como el cociente entre la variación hereditaria y la varianza total y también como a la estimación de la influencia que tienen los genes aditivos en la determinación de los caracteres cuantitativos. La heredabilidad, de acuerdo a su estimación, puede ser en sentido amplio y estrecho. En sentido amplio es la porción heredable del total de la varianza fenotípica. En sentido estricto indica la suma de los efectos de genes aditivos que un progenitor hereda a su progenie.

Las estimaciones de heredabilidad proporcionan información sobre la transmisión de caracteres de progenitores a su descendencia. Los valores de

heredabilidad facilitan la evolución de los efectos heredables y ambientales en la varianza fenotípica. Según Hanson y Robinson (1963) se pueden usar para predecir el avance genético del carácter bajo selección, en el mejoramiento de dicho carácter dependiendo del grado de heredabilidad.

Con las estimas de los componentes de varianza genética total, genética aditiva y fenotípica, se calculó la heredabilidad en sentido amplio (H^2) y en sentido estrecho (h^2) expresado en porcentaje para los diferentes caracteres estudiados (Cuadro 3). En este estudio, la heredabilidad en sentido estrecho presentó valores altos para características como: número de vainas por planta, peso de 100 semillas, número de entrenudos, días a floración y días a madurez fisiológica, e indican que estos caracteres son útiles como criterios de selección tanto en generaciones tempranas como avanzadas y tales características pueden mejorarse rápidamente con una baja intensidad de selección. El número de semillas por vaina mostró un valor intermedio de heredabilidad mientras que rendimiento y altura de planta exhibieron valores bajos, por lo tanto, no son efectivos como criterios de selección, ya que estas características interaccionan grandemente con el ambiente. Johnson y Frey (1967) mencionan que heredabilidad cercana de 100 indica que el fenotipo es un buen indicador del genotipo y que la selección y ganancia genética puede realizarse fácilmente. Por otra parte, la heredabilidad cerca de cero indica que el fenotipo es un índice del mérito del genotipo y su ganancia genética en la selección puede ser difícil.

Por comparación de los valores obtenidos mediante la estimación de ambas heredabilidades, se infiere que la heredabilidad en sentido amplio es mayor a la heredabilidad en sentido estrecho. Las diferencias más contrastantes las manifestaron los caracteres rendimiento por planta (57.48%) y altura de planta, (75.37%), y las diferencias más pequeñas fueron para peso de 100 semillas, días

Cuadro 3. Estimaciones de heredabilidad en sentido amplio (H^2) y estrecho (h^2), expresado en porcentaje para diferentes características agronómicas en frijol común.

Características	Heredabilidad(%)		Diferencia (%)
	Amplio	Estrecho	
Rendimiento por planta	57.48	0.00	57.48
Vainas por planta	80.29	62.69	17.6
Semillas por vaina	76.12	47.39	28.73
Peso de 100 semillas	97.65	90.62	7.03
No. de entrenudos	90.99	72.68	18.31
Altura de planta	87.42	12.05	75.37
Días a floración	95.91	82.81	13.10
Días a madurez fisiológica	88.66	68.23	20.43

a floración, número de vainas por planta y número de entrenudos. Estas diferencias indican que, en los caracteres altamente contrastados, la varianza genética más importante es la de dominancia en tanto que en las menos contrastadas lo es la acción génica aditiva.

CONCLUSIONES

1. Existe una variabilidad considerable para las diferentes características agronómicas estudiadas en los progenitores e híbridos.
2. Se detectaron diferencias significativas de ACG y ACE para la mayoría de las características estudiadas, sin embargo, la proporción ACG:ACE indica que predominantemente estos rasgos están controlados por varianza aditiva.
3. La varianza aditiva contribuye en mayor proporción a la varianza genética total para las características de número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 100 semillas, número de entrenudos, días a floración y días a madurez, y a la varianza de dominancia en rendimiento por planta y altura.
4. El número de vainas por planta, peso de 100 semillas, número de entrenudos, días a floración y días a madurez, presentaron altos valores de heredabilidad en sentido estrecho.

BIBLIOGRAFÍA

- Brauer, O. 1983. Fitogenética aplicada. 6a. Ed. Limusa. México. p. 246.
- Chung, J.H. y E. Stevenson. 1973. Diallel analysis of the genetic variation in some quantitative traits in dry beans. *Agric. Res.* 16: 223-231.
- Dickson, M.H. 1967. Diallel analysis of seven economic characters in snap beans. *Crop Sci.* 7: 121-124.
- Foolad, M.R. y A. Bassiri. 1983. Estimates of combining ability, reciprocal effects and heterosis for yield and yield components in a common bean diallel cross. *J. Agric. Sci.* 100: 103-108.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian J. of Biological Sciences.* 9:462-493.
- Gritton, E. T. 1975. Heterosis and combining ability in diallel cross of peas. *Crop Sci.* 15: 453-457.

- Hanson, W.D. y H.F. Robinson. 1963. Heritability in statistical genetics and plant breeding. Washington, National Academy of Science, National Research Council. P. 125-140.
- Hoegenmeyer, I.C. y A.R. Hallauer. 1976. Selection among and within full-sib families to develop single crosses in maize. *Crop Sci.* 16:76-81
- Johnson, R.G. y Frey, K.J. 1967. Heritabilities of quantitative attributes of oats at varying levels of environmental stresses. *Crop Sci.* 7:43-46.
- Kuruvadi, S. y Cortinas, E.H.M. 1987a. Componentes del rendimiento, correlaciones y sus implicaciones en el mejoramiento genético de frijol. *Agraria Revista Científica.* 3(1): 1-15.
- _____ 1987b. Clasificación del grado de resistencia a clorosis, parámetros genéticos y correlaciones en frijol común. *Agraria Revista Científica.* 3(2) : 137-153.
- Leffel, P.C. y M.G. Weiss. 1958. Analysis of diallel crosses among ten varieties of soy beans. *Agron. J.* 50:528-534.
- Nienhuis, J. y S.P. Singh. 1986. Combining ability analysis and relationships among yield, yield components and architectural traits in dry bean. *Crop Sci.* 26:21-27.
- Parker, R.C., J.C. Wynne y D.A. Emery. 1970. Combining ability estimates in (*Arachis hypogaea* L.). I.F. Seedling responses in a controlled environment. *Crop Sci.* 10: 429-432.
- Singh, K.B. y B.P. Jain. 1971. Analysis of diallel cross in *P. aereus* Roxb. *Theoretical and Applied Genetics* 41:279-281.
- Weber, C.P., L.T. Empig y J.C. Thorne. 1970. Heterotic performance and combining ability of two-way. F1 soybean hybrids. *Crop. Sci.* 10: 159-160.
- Yassin, T.E. 1973. Genotypic and phenotypic variances and correlations in field beans (*Vicia faba* L.). *J. Agr. Sci.* 81:445- 448.

HONGOS ASOCIADOS A LAS HOJAS DE MANZANO INCORPORADAS AL SUELO, EN EL EJIDO RANCHO NUEVO, MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAHUILA

Melchor Cepeda Siller¹
Francisco Daniel Hernández C.²
Carlos Sámano Calderón³

RESUMEN

Dentro del control biológico de la enfermedad conocida como roña del manzano *Venturia inaequalis*, existe la alternativa de implementar el uso de microorganismos antagónicos de origen saprófito, pues se ha investigado y comprobado que reducen las infecciones y desarrollo de patógenos.

Los objetivos planteados consisten en identificar la microflora existente en hojas de manzano en proceso de descomposición y que han sido afectadas por *Venturia inaequalis*.

El estudio se realizó en la región de los Lirios, Municipio de Arteaga, Coahuila, y para tal fin se seleccionaron 16 árboles al azar de las variedades Golden Delicious y Red Delicious; al pie de cada árbol se hicieron zanjas de 40x40x20 cm al lado sur, a una distancia de 0.5 m del tallo; y se enterraron en cada zanja 50 hojas dañadas por *V. inaequalis* para iniciar el proceso de descomposición. A los 60 días las hojas de ocho árboles se sacaron y a los 90 días se sacó el resto de las hojas de los otros árboles, ambas muestras fueron procesadas por diversas técnicas de laboratorio, encontrándose 22 géneros de hongos pertenecientes a tres clases, cuatro órdenes y siete familias. Entre los géneros encontrados y que se reportan como los más antagónicos fueron: *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., y *Trichotecium* sp.

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

3. Tesista M.C.

INTRODUCCIÓN

En el municipio de Arteaga, Coahuila, el manzano se encuentra distribuido en 8 579 ha, de las cuales, 1 855 corresponden al sector ejidal, y 6 724 a la pequeña propiedad; aproximadamente 2.5 millones de árboles se encuentran en desarrollo, y la enfermedad más frecuente en la región es la roña del manzano *Venturia inaequalis*, la que en algunos casos ha ocasionado pérdidas del 80 al 100%, según Cepeda et al., (1988).

Para el control de la enfermedad, el biológico es una alternativa de gran potencial que se puede implementar mediante el uso de microorganismos antagónicos de origen saprófito; en la actualidad existe interés en el conocimiento de la microflora de la superficie de las hojas del suelo, pues se ha investigado y comprobado que reducen las infecciones y el desarrollo de patógenos. Se sabe que los hongos saprófitos son alterados por diversos factores como temperatura, humedad, pH, contenido de materia orgánica y aireación; que determinan la diversidad de especies y el tamaño de la población de cada uno de los diferentes suelos y regiones.

Entre las investigaciones más recientes San Martín (1979), menciona el aislamiento del suelo de: *Trichoderma lignorum*, *Penicillium variable*, *P. janthium*, *Aspergillus foetidus* var. *pallidus* y *A. aculeatus*. A la vez, Andrews et al. (1980), citados por Heye y Andrews (1983), reportaron 56 microorganismos aislados de hojas de manzano que fueron evaluados como antagónicos a *Venturia*, siendo los mejores: *Chaetomium globosum*, *Trichoderma viride*, *Aureobasidium pullulans*, *Microsphaeropsis oliveae*, *Flavobacterium* sp y *Cryptococcus* sp.

El objetivo del presente trabajo fue el de identificar la microflora existente en hojas de manzano en proceso de descomposición en la región de los Lirios, Municipio de Arteaga, Coahuila.

REVISIÓN DE LITERATURA

El estudio de los hongos del suelo data desde 1886, cuando por primera vez Adametz, citado por Wolf 1947, aisló y descubrió 11 especies de hongos. El mismo autor menciona que no fue sino hasta 1902, cuando Oudemán y Koning realizaron un estudio sistemático de la ocurrencia de los hongos del suelo y su clasificación. Posteriormente se han venido realizando varios trabajos por otros investigadores en diversos tipos de suelo y condiciones ambientales, como los realizados por Araujo (1977), quien aisló 12 géneros diferentes a partir de muestras de un agroecosistema de maíz.

Cing-Mars (1949), citado por Heye y Andrews (1983), menciona que al aislar bacterias y hongos saprófitos de hojas de manzano para evaluar su antagonismo a *Venturia inaequalis*, encontró que el hongo *Fusarium sporotrichum* y la bacteria *Aerobacter aerogenes*, redujeron el número de peritecios formados en las hojas de manzano tratadas.

Simard *et al* (1957), aislaron organismos de hojas de manzano muertas y probaron su antagonismo contra *V. inaequalis*; de los organismos aislados, 16 inhibieron la germinación de las ascosporas, entre ellos mencionan como más importantes a *Trichoderma viride*, *Penicillium* spp. y *Aspergillus* spp.

San Martín (1979), menciona que al realizar un muestreo a hojas y frutos infectados por el patógeno de la roña del manzano y del suelo de una huerta de manzano, aisló 89 microorganismos, de los cuales 73 fueron del suelo y 16 de la parte aérea; de los microorganismos del suelo, 47 fueron hongos, 25 bacterias y un Actinomiceto. De la parte aérea identificaron ocho hongos y ocho bacterias. Los microorganismos aislados del suelo con mayor eficiencia como antagonistas de *V. inaequalis* fueron: *Basillus coagulans*, *B. subtilis*, *B. sphaericus* de las bacterias, y de los hongos menciona a: *Trichoderma lignorum*, *Penicillium variable*, *P. janthium*, *Aspergillus foetidus* var. *pallidus*, *A. aculeatus* y *Streptomyces* sp. De los microorganismos aislados de la parte aérea que mostraron mayor actividad antagónica fueron *Flavobacterium breve* y *Corynebacterium* sp. de las bacterias; de los hongos *Alternaria tenuissima*, *Cladosporium herbarum* y *Tricotecium roseum*.

Andrews *et al.*, (1980) citados por Heye y Andrews, (1983), reportaron 56 microorganismos aislados de hojas de manzano y residuos, que fueron evaluados como antagonistas a *V. inaequalis*; de éstos, los mejores resultaron ser: *Chaetomium globosum*, *Trichoderma viride*, *Aureobactrium pullulans*, *Microsporaopsis oliveae*, *Flavobacterium* sp. y *Criptococcus* sp.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se inició en noviembre de 1989, en la huerta del Sr. Manuel Cerecero, localizada en los Lirios, Rancho Nuevo, Municipio de Arteaga, Coahuila; ubicada a los 25°23' de latitud norte y 100°41' de latitud oeste del Meridiano de Greenwich, y una altura de 2,560 msnm; cuenta con una plantación de manzano de las variedades Golden y Red Delicious.

De 16 árboles de ambas variedades, seleccionados al azar, se tomaron muestras de hojas secas desprendidas en forma natural; cada muestra consistió de 50 hojas (sanas o infectadas por *V. inaequalis*) de cada árbol, las cuales fueron enterradas en zanjas de 40x40x20 cm, a una distancia de 0.5 cm de la base del lado sur de cada árbol, para iniciar el proceso de descomposición; después de 60 días se recogieron las 50 hojas de ocho de los árboles, y a los 90 días se colectaron las hojas de los ocho árboles restantes. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de fitopatología para ser analizadas, y realizar los métodos de aislamiento de los hongos por dilución en placas, y siembra directa de tejido; para éstos se utilizaron cuatro medios de cultivo: papa dextrosa agar, extracto de malta agar, harina de maíz agar y agar de Czapeck Dox, adicionados con 100 ppm de Streptomina para inhibir el crecimiento de bacterias contaminantes.

Trujillo *et al.*, (1967), mencionan toda una serie de pasos para la técnica de dilución en placas, y siembra de tejido, así como la técnica de microcultivo; las montas semipermanentes se utilizaron para la identificación de diferentes hongos, basándose en las claves de Barnett y Hunter (1972), Gilman (1975), y Domoch (1980).

RESULTADOS

En los dos muestreos que se realizaron, siempre se encontró variación en cuanto a géneros presentes; sin embargo, los que se presentaron permanentemente en los dos muestreos y con un alto porcentaje, fueron: *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., y *Gliocladium* sp. De ambos muestreos, se identificaron 22 géneros, que pertenecen a tres clases, cuatro órdenes y siete familias, los cuales se describen de la siguiente manera:

De la Clase Phycmycetes los géneros: *Absidia* sp., *Actinomucor elegans*, *Mucor* sp., y *Rhizopus* sp.; de la Clase Deuteromycetes los géneros: *Acremonium* sp., *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus* sp., *Bipolaris* sp., *Cladosporium* sp., *Doratomyces* sp., *Fusarium* sp., *Geotrichum* sp., *Gliocladium* sp., *Hyalodendro* sp., *Melanconium* sp., *Memmoniella achinata*, *Paecilomyces* sp., *Penicillium* sp., *Stachybotrys chartarum*, *Trichoderma* sp y *Trichotecium roseum*; y de la Clase Ascomycetes el género *Achaetomium* sp. De los 22 géneros encontrados, 12 son reportados por primera vez para el cultivo del manzano en esta región, y son: *Absidia* sp., *Achaetomium* sp., *Acremonium* sp., *Actinomucor elegans*, *Doratomyces* sp., *Geotrichum* sp., *Gliocladium* sp., *Hyalodendro* sp., *Melanconium* sp., *Memmoniella achinata*, *Paecilomyces* sp. y *Stachybotrys chartarum*.

De los géneros identificados y citados en la literatura, se mencionan como más importantes y antagónicos: *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., y *Trichotecium* sp. Cabe mencionar que en este trabajo no se realizó ninguna prueba de antagonismo entre los hongos encontrados y *V. inaequalis*.

De los géneros identificados que no se han mencionado anteriormente para el cultivo del manzano, se ha determinado en otras investigaciones que tienen actividad antagónica contra otros patógenos y saprófitos, como son varias especies de *Trichoderma* y los géneros *Acremonium* sp., *Gliocladium* sp., y *Trichoderma*, que son activos hiperparásitos de hongos patógenos, según Hasioka y Fukita (1969) citados por Tu, (1980).

CONCLUSIONES

1. Se identificaron 22 géneros de hongos, con un total de 47 cepas diferentes, pertenecientes a tres clases, cuatro órdenes y siete familias. Phycmycetes: *Absidia* sp., *Actinomucor elegans*, *Mucor* sp., y *Rhizopus* sp.
Deuteromycetes. *Acremonium* sp., *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus*

Illus sp., *Bipolaris* sp., *Cladosporium* sp., *Doratomyces* sp., *Fusarium* sp., *Geotrichum* sp., *Gliocladium* sp., *Hyalodendro* sp., *Melanconium* sp., *Memnoniella achinata*, *Paecilomyces* sp., *Penicillium* sp., *Stachybotrys chartarum*, *Trichoderma* sp., y *Trichotecium roseum*.
Ascomycetes: *Achaetomiun* sp.

2. De los 22 géneros encontrados, 12 se reportaron por primera vez para el manzano en esta región, y son: *Absidia* sp., *Achaetomium* sp., *Acremonium* sp., *Actinomuor elegans*, *Doratomyces* sp., *Geotrichum* sp., *Gliocladium* sp., *Hyalodendro* sp., *Melanconium* sp., *Memnoniella achinata*, *Paecilomyces* y *Stachybotrys chartarum*.

BIBLIOGRAFÍA

- Araujo, M.C. G. 1977. Aislamiento e identificación de hongos del suelo de la zona agrícola de la Laguna de Sánchez. N.L. Tesis Profesional. Monterrey, N.L. México UANL. Facultad C. Biológicas 40 p.
- Barnett, H.L. y B.B. Hunter. 1972. Illustrated Genera of Imperfecta Fungi. 3rd. ed Minneapolis, Minnesota. USA. Burgess Publishing Company. 241 p.
- Cepeda, S.M., H. Ramírez y B. Castillo Mujica. 1988. El Manzano. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro., Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Domoch, K.H., W. Gams y T.H. Anderson. 1980. Compendium of soil Fungi. Vol. I. Academic Press. London. USA. 859 p.
- Gilman, J.C. 1975. Manual de los hongos del suelo. Traducido de la segunda edición revisada. México, D.F. Ed. Continental, S.A. 572 p.
- Heye, C.C. y J.H. Andrews. 1983. Antagonism of *Athelia bombacina* and *Chaetomiun globosum* to the apple scab pathogen *Venturia inaequalis*. Phytopathol. 73:650-654 USA.
- San Martín, G.F.E. 1979. Detección de microorganismos antagónicos a *Venturia inaequalis* (Cke) Wint en la región manzanera de la Laguna de Sánchez, Santiago, N.L. Tesis profesional. Monterrey, N.L. UANL. Fac. C. Biológicas. 48 p.
- Simard, J.P. y J.G. Coulson. 1957. Screening of microorganism inhibiting apple leaf further antibiotic properties antagonist to *Venturia inaequalis* (Cke) Wint, Quebec. Soc. Prot. Plants. Report. 39:59-67 United States of America.
- Wolf, F.A. 1947. The Fungi. New York. USA. Ed. John Willey & Sons Inc. 650 p.
- Trujillo, G.A., D. Garza y Ma. A. Sandoval. 1967. Manual de Micología Médica. Laboratorio de Micología. Departamento de Microbiología. México, D.F. ENCBIPN. 428 p.
- Tu, J.C. 1980. *Gliocladium virens*, a destructive mycoparasite of *Sclerotinia sclerotiorum*, Phytopatol. 70:670-674. USA.

RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN CÁRTAMO BAJO TEMPORAL

Sathyanarayanaiah Kuruvadi ¹
Alberto Madueño Molina ²

RÉSUMEN

La variabilidad para rendimiento y sus componentes fue evaluada en 18 genotipos de cártamo bajo condiciones de temporal, en el Campo Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez de Durango, de Venecia, Durango, bajo un diseño estadístico de bloques al azar, con dos repeticiones, con el objetivo de identificar variedades y líneas de alto rendimiento, y sobresalientes en la manifestación de diversos caracteres agronómicos.

Los análisis de varianza indicaron diferencias significativas entre tratamientos para todas las variables incluídas, tales como: rendimiento, peso de 100 semillas, semillas por capítulo, capítulos por planta, ramas por planta y días a floración. Se identificaron las líneas N-4055(14-21) y N-4055(14-21)2 con los más altos rendimientos y más sobresalientes en los caracteres, ramas por planta, capítulos por planta y semillas por capítulo; POI-5-66-5-1 y R() CL(D) produjeron mayor peso de 100 semillas. Las variedades Noroeste-VF84, N-4055(14-21), R() CL(D) y Washington se identificaron como precoces.

Los valores de heredabilidad en sentido amplio para rendimiento y sus componentes fueron muy altos. El rendimiento se correlacionó positiva y significativamente con capítulos por planta, semillas por capítulo y ramas por planta, lo que reveló que es posible seleccionar en forma indirecta y visualmente en el campo materiales superiores para este carácter.

INTRODUCCIÓN

El cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) es la especie oleaginosa más importante en México, donde ocupa el quinto lugar de la superficie sembrada, que es de aproximadamente 400,000 hectáreas, y contribuye con el 30% de los aceites vegetales que se consumen anualmente en el país.

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

2. Tesista M.C.

Esta especie posee una amplia adaptación y rusticidad, con rendimientos muy estables en diferentes ambientes bajo temporal. En el país existen grandes zonas con características geográficas y climáticas apropiadas para su cultivo; sin embargo, estas áreas están sujetas con frecuencia a estrés de agua provocada por una insuficiente humedad del suelo durante periodos cortos o largos a causa de las escasas y erráticas precipitaciones que se presentan durante el establecimiento y desarrollo de cultivos.

La sequía es uno de los factores más limitantes en la producción y calidad de los cultivos, por lo que las investigaciones para zonas áridas deberán estar dirigidas hacia la optimización y ahorro en el consumo del agua y conservación del suelo (Kozolwski, 1968).

Para formar variedades con alto rendimiento bajo condiciones de temporal, el fitomejorador necesita información precisa sobre: distribución de lluvias, temperatura, tasa de evapotranspiración, variabilidad de los recursos genéticos y control genético de los caracteres (Kuruvadi, 1988).

El estudio sobre variabilidad para diferentes características cuantitativas en las líneas del banco de germoplasma de cártamo, es muy importante para identificar genotipos sobresalientes para cada rasgo. En esta investigación se evaluaron 18 variedades y líneas, con el objetivo de estudiar relación entre rendimiento y sus componentes, y estimar parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas.

REVISIÓN DE LITERATURA

Blum (1979), sugirió tres diferentes metodologías para desarrollar variedades con alto rendimiento de semilla bajo sequía, a saber: identificar variedades sobresalientes bajo condiciones de riego restringido y utilizarlas bajo temporal; seleccionar variedades superiores directamente bajo condiciones de riguroso temporal para su uso ahí mismo; y seleccionar variedades incorporando características fisiológicas de resistencia a sequía.

Otoole y Chang (1979), establecieron que es necesario cribar una gran cantidad de líneas del banco de germoplasma en el campo, laboratorio e invernaderos, con diferentes criterios para identificar variedades resistentes a sequía.

Makne *et al.* (1979), evaluaron 71 líneas de cártamo y encontraron bajo coeficiente de variabilidad genotípica. La heredabilidad estimada fue alta para peso de 1000 semillas, altura de planta y número de semillas por capítulo.

Thombre y Joshi (1981), señalaron que el estudio de correlaciones genotípicas reveló que en cártamo, ramas por planta, días a primera flor y semillas por capítulo, mostraron una alta, positiva y significativa correlación con el ren-

dimiento por planta. El análisis de coeficientes de senderos indicó que el número de semillas por capítulo es el principal carácter que contribuye al rendimiento; el número de ramas por planta incrementa el rendimiento de semilla a través del número de semillas por capítulo.

Nair *et al.* (1983), indican que la variabilidad genética es un prerequisite esencial para realizar una selección efectiva. La variabilidad de un carácter es debida a la acción acumulativa de factores hereditarios, ambientales y de interacción genético- ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló en el Campo Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez de Durango, localizado en el ejido de Venecia, Durango, durante el período comprendido de marzo a agosto de 1989.

Se incluyeron 18 variedades y líneas de cártamo, con una amplia base de variabilidad genética para diferentes características agronómicas bajo condiciones de temporal (Cuadro 1).

Cuadro 1. Genealogía de los recursos genéticos evaluados bajo condiciones de temporal.

Número	Nombre	Procedencia
1	N-4055(14-21)2	INIFAP (CEFAP, Ebano, S.L.P.)
2	CS-9-1-55	INIFAP (CEFAP, Ebano, S.L.P.)
3	N-4055(14-21)1	INIFAP (CEFAP, Ebano, S.L.P.)
4	R () CL (D)	INIFAP (CEFAP, Ebano, S.L.P.)
5	CS-15-2-58-51-1	INIFAP (CEFAP, Ebano, S.L.P.)
6	POI-5-66-5-1	INIFAP (CEFAP, Ebano, S.L.P.)
7	CM-802	INIFAP (CEFAP, Ebano, S.L.P.)
8	Kino-76(RCH)/18VF75	INIFAP (CEFAP, Ebano, S.L.P.)
9	Kino-76	UAAAN Programa de Oleaginosas
10	Gila	UAAAN Programa de Oleaginosas
11	Alhuey	UAAAN Programa de Oleaginosas
12	Noroeste-VF84	UAAAN Programa de Oleaginosas
13	Mante-81	UAAAN Programa de Oleaginosas
14	CVF-36	UAAAN Programa de Oleaginosas
15	N-4055(14-21)	UAAAN Programa de Oleaginosas
16	Washington	UAAAN Programa de Oleaginosas
17	Egipto-CM-1239	UAAAN Programa de Oleaginosas
18	Saffola-208	UAAAN Programa de Oleaginosas

El suelo donde se estableció el experimento es de textura arcillosa fina, y la preparación del terreno comprendió las labores de barbecho, rastreo y cruza. El surcado se efectuó a 80 cm de separación; la siembra se realizó en forma manual con una separación entre plantas dentro del surco de 10 cm y la parcela experimental para cada tratamiento (genotipo) la formó un surco de 3 m de longitud, utilizando un diseño de bloques al azar con dos repeticiones. Se aplicó una fertilización de 60-30-00 de NPK, respectivamente, toda al momento de la siembra. Debido a la ausencia de lluvias se dio un riego de presiembra y un riego ligero a los 60 días después de la siembra, cuando las plantas mostraban síntomas de marchitez temporal debido a la escasez extrema de lluvias.

Se etiquetaron cinco plantas individuales al azar con competencia completa de cada genotipo por repetición, para tomar las siguientes mediciones: rendimiento por planta en gramos, peso de 100 semillas, número de semillas por capítulo, capítulos por planta, ramas por planta y días a floración. Los promedios de estas características se utilizaron para realizar el análisis de varianza y calcular los parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (Cuadro 2) mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos para rendimiento y sus componentes, revelando una amplia variabilidad; por lo tanto, estos recursos son muy útiles en el mejoramiento genético de cártamo para desarrollar materiales sobresalientes para su cultivo bajo temporal. El coeficiente de variación osciló entre 2.18 y 10.98%, lo que indicó que la conducción del experimento y los resultados obtenidos son confiables.

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

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios					
		Rendimiento por planta	Peso 100 semillas	Semillas por capítulo	Capítulos por planta	Ramas por planta	Días a floración
Bloques	1	2.260	0.007	2.300	5.760	3.361	0.444
Tratamientos	17	223.126**	0.318**	95.703**	225.283**	11.857**	48.366**
Error	17	1.449	0.009	1.070	0.998	0.603	2.856
C.V. (%)		10.98	2.91	6.61	5.63	9.52	2.16

** Significancia al 1%
C.V. Coeficiente de Variación

Los promedios para las diferentes características estudiadas se muestran en el Cuadro 3. El cártamo se cultiva en México, básicamente para la extracción de aceite, cuya producción potencial depende del rendimiento y el porcentaje de éste, contenido en la semilla. Baker y Wilson (1981), indicaron que los componentes del rendimiento actúan en forma de una serie de eventos secuenciales que involucran varios procesos metabólicos y actividades de desarrollo; por lo tanto, el efecto de estrés debido a factores ambientales sobre el rendimiento final puede variar, dependiendo del estado de crecimiento en el cual ocurre.

En este estudio el rendimiento de semilla por planta varió de 0.80 a 36.10 g, con un promedio de 10.96 g. Las líneas N-4055 (14-21) y N-4055(14-21) 2 produjeron el máximo rendimiento con 36.10 y 34.71 g por planta respectivamente, y fueron estadísticamente iguales. Bajo este criterio, ambas líneas fueron clasificadas como resistentes a sequía, puesto que durante el desarrollo del cultivo prevaleció un fuerte estrés de humedad. Aunque todos los genotipos fueron probados en el mismo ambiente de sequía, sólo las dos líneas anteriormente citadas poseen capacidad para aprovechar eficazmente mayor cantidad de humedad del suelo, luz y bióxido de carbono del ambiente, así como de manufacturar más fotosintatos y transformarlos en rendimiento económico. Por lo tanto, estas líneas poseen una verdadera resistencia a sequía, lo que aconseja incrementar su semilla para evaluarlos en diferentes localidades en condiciones de temporal, para observar su grado de interacción genotipo-ambiente, y en ensayos avanzados para la formación de variedades sobresalientes.

Kuruvadi (1988), señaló que la producción potencial económica de las plantas cultivadas bajo temporal es el mejor método para clasificar los genotipos por su grado de resistencia y susceptibilidad a sequía.

El número de capítulos por planta varió entre 4.2 (Mante-81) y 37.90 N-4055(14-21), con un promedio de 17.7. Las líneas N-4055(14-21) y N-4055(14-21)2 produjeron el máximo número de capítulos con 37.90 y 35.5, respectivamente. Estas mismas líneas fueron superiores en la manifestación del carácter semillas por capítulo, con una producción de 30.85 y 27.15 semillas por capítulo respectivamente; este carácter fluctuó entre 5.45 y 30.85, con un promedio de 15.65. Peso de 100 semillas es otro componente de rendimiento, por lo que participa en la producción total del genotipo; en este estudio varió entre 2.56 y 4.18 g con un promedio de 2.38 g; las líneas POI-5-66-5-1 y R()CL(D) produjeron 4.18 y 3.91 g y fueron estadísticamente iguales.

La selección para número de capítulos por planta, semillas por capítulo y peso de 100 semillas, en forma individual o conjunta pueden aumentar los rendimientos en los genotipos.

No se encontraron variedades que simultáneamente mostraran valores altos para todos los componentes del rendimiento, ya que a lo largo del estudio

Cuadro 3. Promedios para diferentes características agronómicas de cártamo bajo temporal.

Genotipos	Rendimiento planta (g)	Peso de 100 semi- llas (g)	Semillas por capitulo	Capítulos por planta	Ramas por planta	Días a flora- ción.
N-4055(14-21)2	34.71	3.17	30.85	35.50	11.10	77.00
CS-9-1-55	17.70	3.59	19.20	25.70	9.20	83.50
N-4055(14-21)1	17.76	3.54	18.35	27.40	10.00	79.50
R() CL (D)	14.85	3.91	18.60	20.40	7.30	72.00
CS-15-2-58-51-1	16.95	3.08	22.20	24.80	7.50	85.00
POI-5-66-5-1	6.84	4.18	10.35	15.80	10.40	75.00
CM-802	11.81	3.28	11.85	30.40	11.40	83.50
Kino-76(RCH)/						
18VF75	5.29	3.19	11.90	13.90	9.40	82.50
Kino-76	4.49	2.89	13.65	11.40	6.80	79.00
Gila	4.95	3.43	20.35	7.10	6.50	75.50
Alhuey	5.49	2.93	13.30	14.10	11.10	83.50
Noroeste-VF84	2.64	3.29	9.65	8.30	5.80	69.00
Mante-81	1.02	3.30	7.30	4.20	3.90	82.00
CVF-36	1.70	3.48	7.15	6.80	5.80	81.00
N-4055(14-21)	36.10	3.51	27.15	37.90	11.30	71.50
Washington	0.80	2.56	5.45	5.70	4.50	72.50
Egipto-CM-1239	4.51	2.84	18.55	8.60	6.30	81.50
Saffola-208	9.75	2.87	15.90	21.40	8.60	75.50
Media General	10.96	3.28	15.65	17.74	8.16	78.28
Tukey (0.05)	4.8	0.4	4.2	4.0	3.1	6.8

se observaron distribuidos en diferentes cultivares. Las líneas N-4055(14-21) y N-4055(14-21)2 manifestaron los mejores resultados para capítulos por planta y semillas por capítulo, mientras que para peso de 100 semillas mostraron valores relativamente bajos, por lo que clasificaron como superiores y se recomiendan como progenitores para futuros programas de hibridación, con el objeto de obtener recombinaciones superiores en la progenie.

Ramachandrun y Goud (1982), señalaron que basados en las interrelaciones de los componentes principales de rendimiento de semilla, una planta con pocos, pero más grandes capítulos, teniendo un máximo número de semillas de tamaño pequeño, es considerada como la mejor en mejoramiento simultáneo para rendimiento de semilla y contenido de aceite.

Conway (1981), concluyó que la selección de los progenitores para diversidad de componentes del rendimiento genera variación genética para esos caracteres, sin que necesariamente se incremente el rendimiento final.

El número de ramas por planta participa indirectamente en el rendimiento final a través de mayor número de capítulos, según Ahmed *et al.*, (1987). En este estudio los materiales CM-802, N- 4055(14-21), Alhuey y N-4055(14-21)2 manifestaron los valores más altos con 11.3, 11.3, 11.1 y 11.1 ramas por planta respectivamente, en comparación de las restantes líneas. Los resultados de esta investigación indican, en forma general, que los genotipos con mayor producción de ramas produjeron más número de capítulos. Se encontró una variación apreciable para días a floración, carácter que fluctuó de 69 a 85 días, con una media de 78 días; los genotipos Noroeste-VF84, N-4055(14-21), R(0)CL(D) y Washington, fueron los más precoces y produjeron floración entre 69 y 72.5 días. La línea N-4055(14-21) requirió sólo de 71.5 días para llegar a floración, y produjo el más alto rendimiento de grano por planta individual, por lo que mostró poseer un mecanismo de escape a sequía, y se recomienda para su cultivo bajo condiciones de temporal, en rotaciones y cultivos asociados.

Los parámetros genéticos para las diferentes características agronómicas en cártamo cultivado en condiciones de temporal, se presentan en el Cuadro 4. La heredabilidad, en sentido amplio, fluctuó entre 94.09 y 99.35% para las diferentes variables estudiadas. Estos valores son considerados como muy altos; por lo tanto, es muy efectivo un programa de selección, tanto en generaciones tempranas como tardías.

Makne *et al.* (1979) encontraron valores altos de heredabilidad para peso de mil semillas, altura de planta y número de semillas por capítulo. Johnson y Frey (1967) mencionan que heredabilidades cercanas al 100%, indican que el fenotipo es un buen indicador del genotipo y que la selección y ganancia genética pueden realizarse fácilmente.

En el presente estudio se encontraron asociaciones positivas y altamente significativas (Cuadro 5) de rendimiento, con las características semillas por

Cuadro 4. Parámetros genéticos para diferentes características agronómicas de cártamo bajo temporal.

Característica	Varianza error	Varianza genotípica	Varianza fenotípica	Heredabilidad amplia(%)	
Rendimiento	1.45	110.84	111.57	99.35	
Peso de 100 semillas	0.01	0.15	0.16	93.75	
Semillas por capítulo	1.07	47.32	47.86	98.87	
Capítulos por planta	1.00	112.14	112.64	99.56	
Ramas por planta		0.60	5.63	5.93	94.94
Días a floración	2.86	22.76	24.19	94.09	

Cuadro 5. Correlaciones fenotípicas entre las diferentes características de cártamo evaluadas bajo temporal.

	Peso de 100 semillas	Semillas por capítulo	Capítulos por planta	Ramas por planta	Días a floración
Rendimiento por planta	0.239	0.867**	0.922**	0.647**	-0.122
Peso de 100 semillas	--	0.112	0.241	0.281	-0.187
Semillas por capítulo	--	--	0.735**	0.502*	-0.045
Capítulos por planta	--	--	--	0.798**	0.027
Ramas por planta	--	--	--	--	0.152

capítulo ($r=0.867^{**}$), capítulos por planta ($r=0.922^{**}$) y ramas por planta ($r=0.647^{**}$), lo cual muestra que es efectivo seleccionar para rendimiento en forma indirecta, a través de cualquiera de esos rasgos. Otras relaciones positivas y significativas se identificaron entre semillas por capítulo con capítulos por planta ($r=0.735^{**}$) y ramas por planta ($r=0.502^*$), así como entre capítulos por planta con ramas por planta ($r=0.798^{**}$). No se detectaron asociaciones significativas para días a floración con las demás características estudiadas.

CONCLUSIONES

1. Existe una variabilidad considerable para rendimiento y sus componentes en los recursos genéticos evaluados, bajo sequía.
2. Se identificaron dos líneas altamente rendidoras. N-4055(14-21) y N-4055(14-21)2. Estas líneas fueron también superiores en la manifestación de los componentes de rendimiento, capítulos y ramas por planta y número de semillas por capítulo. Mientras que en peso de 100 semillas, se destacaron POI-5-66-5-1 y R()CL(D).
3. Noroeste-VF84, N-4055(14-21), R()CL(D) y Washington fueron clasificados como precoces.
4. El rendimiento y sus componentes produjeron valores altos para heredabilidad en sentido amplio.
5. Se observaron correlaciones positivas y significativas de rendimiento de semilla con capítulos por planta, semillas por capítulo y ramas por planta.

REVISIÓN DE LITERATURA

- Ahmed, A.M., A.M. Abdel-Rahman y A. M. Hassanein. 1987. Effect of soil moisture and phenylmercuricacetate on the physiology of lupine y safflower. *Biol. Plant (Prague)*. 29:374-383.
- Baker, I. and G.L. Wilson. 1981. Temperature influences on development of grain sorghum yield. *Sorghum Newls*. 24:124.
- Blum, A. 1979. Genetic improvement of drought resistance in crop plants: a case for sorghum. *Stress physiology in crop plants*. In: Harry Musell. New York. (Ed). John Wiley. pp. 429-445.
- Conway, M.P. 1981. Yield components as parental selection criteria in breeding for yield of barley (*Hordeum vulgare* L., emend, Lam.). Ph.D. Thesis. Univ. of Minnesota, St. Paul.

- Johnson, R. G. and K.J. Frey. 1967. Heritabilities of quantitative attributes of oats (*Avena* spp) at varying levels of environmental stresses. *Crop Sci.* 7:43-46.
- Kozłowski, T.T. 1968. In water deficit and plant growth. (T.T. Kozłowski Ed.). New York. Academic. 1:1-21.
- Kuruvadi, S. 1988. Mejoramiento de cultivos bajo condiciones de temporal. UAAAN. Saltillo, Coahuila. Folleto de Divulgación. Vol. II. No. 6.
- Makne, V.G., V.D. Patil and V.P. Chaudari. 1979. Genetic variability and character association in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Indian J. Agric. Sci.* 49:766-768.
- Nair, P.N., M.K. George and V.N. Gopinathan. 1983. Estimation of variability and genetic parameters in chillies. *Indian Cocoa, Arecanut and Spices Journal* 7(4):115-117.
- Otoole, J.C. and T.T. Chang. 1979. Drought resistance in cereal rice: a case study. Stress physiology in crop plants. In: Harry Mussell (Ed.). New York. Published by John Wiley and Sons. Inc. pp. 373-405.
- Ramachandrum, M. and J.V. Goud. 1982. Components of seed yield in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Genet Agrar.* 26:211-222.
- Thombre, M.V. and B.P. Joshi. 1981. Correlation and path analysis in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties. *J. Maharashtra Agric. Univ.* 6:191-193.

MEJORADORES DE SUELO, ZINC Y REGULADORES DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA *Solanum tuberosum*, L. EN ARTEAGA, COAHUILA

Eduardo A. Narro Farías¹
Rodolfo Delgado Ibarra²
Luis Miguel Lasso Mendoza³
Javier S. Silveyra Medina⁴

RESUMEN

Las características de los suelos agrícolas de la Sierra de Arteaga, Coahuila, constituyen una limitante en la obtención de altos rendimientos de papa. En base a lo anterior, el principal objetivo de este trabajo es el mejorar las condiciones del suelo y las funciones que éste desempeña en beneficio de las plantas, estimular las plantas mediante reguladores de crecimiento y aplicación foliar de zinc para producir un crecimiento más rápido, vigoroso y ramificado del sistema radical, que explore un mayor volumen de suelo, tenga mayor cantidad de nutrimentos y agua disponibles y se genere un mayor potencial de rendimiento.

Durante 1986 se estableció un experimento en la Sierra de Arteaga, para evaluar dos dosis de estiércol bovino (0 y 20 ton/ha), tres dosis de NZN (0,7.5 y 15 l/ha) y tres dosis de la mezcla ácido indolbutírico - ácido naftalenacético aplicados a los tubérculos "semilla" de papa (0,100 y 200 ppm).

La incorporación de estiércol al suelo incrementó la disponibilidad del agua y de nutrimentos para las plantas y mejoró otras características del suelo. La densidad de raíces fue afectada favorablemente en todos los tratamientos estudiados y especialmente en respuesta a la adición de estiércol y 7.5 l/ha de NZN. El rendimiento estuvo relacionado con la densidad de raíces.

1. Ph. D. Maestro Investigador del Depto. de Suelos, Div. de Ingeniería, UAAAN.

2. M.C. Egresado del Programa de Graduados de la UAAAN

3 y 4. M.C. Maestros Investigadores del Depto. de Suelos, Div. de Ingeniería, UAAAN.

Aunque el cultivo se desvaró en verde, unos 20 días antes de alcanzar el máximo rendimiento posible, los valores obtenidos fueron muy superiores a la media regional y al testigo comercial y los rendimientos más altos correspondieron a los tratamientos estiércol + 7.5 l de NZN/ha y al de estiércol + 100 ppm de AIB- ANA, con 58 y 53 ton/ha respectivamente.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa en el sureste de Coahuila y centro-oeste de Nuevo León está altamente tecnificado en algunos aspectos como insumos utilizados y operaciones de labranza practicadas. Sin embargo, los rendimientos medios que se obtienen son de alrededor de 25 ton/ha, los cuales se pueden considerar bajos de acuerdo a la potencialidad del cultivo.

La importancia económica y social del cultivo de papa en la región y en México, en general es obvia; produce grandes volúmenes de alimento de calidad para el pueblo, da empleo a miles de personas y genera una gran derrama económica que beneficia directa o indirectamente un amplio sector de la población.

En ocasiones, el mercado nacional se satura de este producto y las posibilidades de exportación son muy bajas, por lo que el agricultor papero tiene que enfrentar muchos problemas y posiblemente operar con pérdidas, a pesar de haber obtenido rendimientos aceptables. La generación de mejores técnicas que no incrementen significativamente los costos de producción, son atractivas para los paperos, ya que les brindan la oportunidad de producir la misma cantidad de tubérculo planeada en una superficie menor, con menor costo y con la oportunidad de dar mayor descanso a la tierra cultivada con papa.

La mayor parte de los suelos de la zona papera de los Estados de Coahuila y Nuevo León presentan problemas similares de suelo, los cuales son calcáreos, poco profundos, de bajo contenido de materia orgánica, alta capacidad de fijación de fósforo, hierro y zinc, textura pesada y estructura pobre. Estas características dan origen a un escaso crecimiento radical de las plantas de papa y se generan problemas en la absorción de nutrimentos, especialmente de los pocos móviles en el suelo y también se dificulta la absorción de agua. Esta problemática genera la obtención de bajos rendimientos.

Muchos estudios realizados por investigadores de diferentes países coinciden en que la condición del suelo es de vital importancia en el cultivo de la papa. Un buen suelo para este cultivo debe ser friable, es decir, fácilmente desmorable, de laboreo sencillo, buena estructura granular, pH ligeramente ácido y de buena fertilidad (FAO, 1969; Burton, 1981; Talavera, 1983).

El objetivo principal del presente trabajo es obtener el máximo rendimiento posible de papa en un suelo calcáreo, de pH alcalino y textura pesada, mediante el mejoramiento del suelo y la estimulación del crecimiento radical, por el uso de estiércol bovino, zinc foliar y reguladores de crecimiento.

REVISIÓN DE LITERATURA

El cultivo de la papa

La planta de papa, *Solanum tuberosum*, L., es dicotiledónea y pertenece a la familia Solanaceae. Es una planta suculenta, herbácea y anual en su parte aérea, pero perenne por sus tubérculos. Posee tallos aéreos y subterráneos y sus hojas son compuestas, imparipinadas con tres o cuatro pares de folíolos laterales y un folíolo terminal (Barkley, 1973; Tamaro, 1981; Montaldo, 1984). Las flores están dispuestas en corimbos, son hermafroditas y de color blanco, violeta o rosado según la variedad (Borov, 1977) y el fruto es una baya de 15 a 30 mm de diámetro cuya importancia es únicamente para el mejoramiento genético (Montaldo, 1984).

El sistema radical es fibroso y adventicio, de regular grosor y superficial, ya que su mayor zona de crecimiento se encuentra en el estrato 0 - 40 a 60 cm de profundidad del suelo y con un radio generalmente superior a 50 cm (Borov, 1977; Delorit y Ahlgreen, 1976). Entre más denso sea el sistema radical, existe mayor posibilidad de contacto con los nutrimentos y el agua del suelo, ya que el flujo de masa, la difusión y la interceptación radical se hacen más eficientes; los pelos radicales pueden incrementar en 5 a 18 veces el área superficial de absorción y los tejidos jóvenes son más eficientes que los viejos, en absorber nutrimentos (Mengel y Kirby, 1979).

La absorción de nutrimentos por las raíces depende de las dimensiones y condición del sistema radical, de los procesos que ponen en contacto a los nutrimentos de la solución del suelo con las superficies de absorción de las raíces, de la velocidad con que el suelo pueda reponer los nutrimentos que son removidos y de la condición general del suelo en cuanto a aireación, temperatura y sanidad (FAO, 1969; Arkin y Taylor, 1981; Narro, 1987).

El cultivo de papa se adapta a muchas condiciones de suelo y clima, pero prospera mejor en suelos fértiles de alto contenido de materia orgánica, buena aireación, alta disponibilidad de humedad, bajo contenido de carbonatos y sales, pH entre 5.5 y 6.0 y buena estructura granular. La falta de una o varias de estas características puede ser causa de reducciones en el rendimiento y/o calidad de los tubérculos, por lo que el problema debe ser corregido mediante las prácticas adecuadas de manejo del cultivo (Pearson, 1982; Martin *et al.*, 1976; Narro, 1985).

Las plantas de papa extraen del suelo, en kilogramos/hectárea aproximadamente 200 de N, 30 de P₂O₅, 250 de K₂O, 52 de CaO, 16.3 de MgO, 10.4 de S, 10 de Fe, 4 de Mn, 0.65 de Zn y 0.07 de Cu (Fried y Broeshart, 1967; Lorenz y Maynard, 1980; Narro y Ortíz, 1983). La mayor absorción de N, P y K ocurre entre los 50 y 100 días después de la siembra, cuando las plantas completaron

el 20% de su desarrollo total y pueden haber tomado el 50% de la cantidad total de P que requieren, y cuando la planta acumuló el 50% de su biomasa, tomó ya el 75% de la cantidad total de los nutrimentos requeridos (Holf, 1958; Talavera, 1983; Sprague, 1964).

En regiones como Arteaga y Saltillo, Coah., y Galena, N.L., se pueden obtener rendimientos medios superiores a 40 ton/ha de papa, con un consumo de agua de 50 a 70 cm, pero un déficit hídrico en el período de tuberización puede causar reducciones considerables en el rendimiento (Doorenbos y Kasam, 1979 y Vaan Loon, 1980).

Los suelos calcáreos

Un suelo calcáreo es aquél que tiene suficientes carbonatos de calcio-magnesio libres, que le permiten presentar una efervescencia visible cuando son tratados con una solución de ácido clorhídrico diluido, 0.1 N (SSSA, 1978).

Entre los principales problemas de las plantas cultivadas en estos suelos están la dificultad de absorber ciertos nutrimentos, como el fósforo, fierro, zinc, manganeso, cobre y boro, los cuales presentan baja disponibilidad (Mortvedt, 1983; Russell y Russell, 1968; Tisdale y Nelson, 1966 y Sprague, 1964). En estos suelos el principal catión intercambiable es el calcio y puede generar problemas de abastecimiento de potasio y magnesio a las plantas bajo determinadas condiciones (Fitzpatrick, 1980).

Mejoradores de suelo

Los mejoradores de suelos agrícolas son materiales que al ser aplicados al suelo producen cambios en éste, además, generan una mejoría en las funciones que el suelo desempeña en beneficio de las plantas (SSSA, 1978; Narro y Méndez, 1982 y Narro, 1985).

Entre los mejoradores orgánicos de suelo están los ácidos húmicos, abonos verdes, pajas, estiércoles, guanos, compostas y otros productos que generalmente favorecen la formación de agregados y la estructuración del suelo, incrementan la capacidad de intercambio catiónico, aportan nutrimentos vegetales y generan otros cambios favorables a las plantas (Buckman y Brady, 1966; Krauskopt, 1972; Tamane y Mortimarane, 1978; Contreras, 1985; Carreón, 1985, Gil, 1986; Arias, 1986; Narro, 1987).

La aplicación de estiércol bovino en suelos calcáreos de la región papera de Coahuila y Nuevo León, provocó incrementos en el contenido de materia orgánica, en el pH, en el porcentaje de agregados estables mayores de 0.25 mm de diámetro, en el porcentaje de humedad aprovechable y en la capacidad de intercambio catiónico. También produjo disminuciones en la densidad aparente, compactación, formación de costras en la superficie del suelo e incrementó el contenido y disponibilidad de varios nutrimentos vegetales (Espinoza, 1984; Contreras, 1985; Narro, 1985; Carreón, 1985; Mejía, 1985; Gil, 1986; Arias, 1986).

Existen muchos ejemplos en la literatura de los beneficios que se obtienen en suelos minerales que reciben aplicaciones adecuadas de estiércol bovino.

El zinc en el suelo

La disponibilidad de zinc en el suelo se reduce al aumentar el pH, por incorporación de materia orgánica y por aplicaciones de fuertes cantidades de fertilizante fosfatado, aunque existen algunas contradicciones, especialmente en el caso de la materia orgánica (Cook, 1962; DeRemer y Smith, 1963; Boawn y Liggett, 1963; Thompson y Troeh, 1978; Mathers, 1982; Yadav y Shukla, 1982).

La absorción de zinc por las plantas también es afectada negativamente por la compactación del suelo, altos contenidos de humedad, aireación deficiente y bajas temperaturas del suelo (Thompson y Troeh, 1978; Moragham, 1980). El análisis foliar de zinc en papa no es un buen indicador del requerimiento de este elemento, sobre todo al considerar diferentes cultivares y años (Saltanpour, *et al.*, 1970).

El zinc en la planta forma parte de la clorofila y participa como constituyente y/o activador de muchas enzimas, regulariza los niveles de auxinas y participa en la actividad de la ribonucleasa (Sauchelli, 1969; Epstein, 1972; Bonner y Varner, 1976). El zinc también es necesario para la formación del aminoácido triptófano, involucrado en la elaboración de la hormona ácido indolacético (Bidwell, 1983).

Auxinas

El ácido indolacético (AIA) en bajas concentraciones puede promover el crecimiento radical axial en raíces jóvenes, mientras que altas concentraciones lo inhiben; en raíces viejas el crecimiento es inhibido a cualquier concentración. El contenido de auxinas se incrementa con la edad de la planta y cuando llega al máximo óptimo, cualquier aplicación exógena de AIA causa una inhibición en crecimiento. Se dice que el AIA juega un importante papel en la regulación del crecimiento radical (Pilet *et al.*, 1979; Moore, 1979).

Las auxinas, como promotoras del crecimiento de raíces, pueden tratarse con las siguientes consideraciones: (1) como un factor que limita el crecimiento, (2) como mecanismo de acción y (3) como interacciones de las auxinas con otras sustancias en la promoción del crecimiento.

A medida que la concentración de ácido naftalenacético (ANA), natural o artificial, aumenta después de cierto valor crítico, la promoción del crecimiento se hace menor. Existen dos etapas en la elongación de las células y es en la segunda etapa (de duración) cuando la auxina aparece como un factor limitante. La inhibición del crecimiento inducido por la auxina se atribuye a que estimula la formación de etileno, aunque no es un factor único de inhibición y está relacionado con el pH y el contenido de calcio en las células (Scott, 1972; Bonner, 1976 y Moore, 1979).

Las auxinas ejercen un control primario en la formación de raíces. Los mejores estimuladores de enraizamiento son el AIB, que se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación y el ANA, más tóxico, debe evitarse en concentraciones excesivas; estas auxinas, a menudo, son más eficientes cuando se utilizan en combinación, en partes iguales. Las auxinas no interrumpen el reposo de las yemas vegetativas, ni aceleran la germinación de semillas en general (Hill, 1977).

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental del presente estudio fue establecida en el Rancho Guadalupe, localizado en las coordenadas $100^{\circ} 44'$ longitud oeste y $25^{\circ} 12'$ latitud norte, dentro del municipio de Arteaga, Coahuila. El clima es C (E) x', tipo semifrío, subhúmedo, con lluvias escasas todo el año; un porcentaje de lluvia invernal mayor de 18. Perteneció el subgrupo de climas fríos con precipitación media anual de 370 mm (García, 1980).

El suelo es un Molisol, Ustolls, Argiustolls, Typic Argiustolls (Soil Survey Staff, 1975) y sus principales características físicas y químicas se describen en el Cuadro 1. Este suelo presenta un incremento en carbonatos totales con profundidad y un horizonte petrocálcico a 90 cm de profundidad.

Cuadro 1. Características físicas y químicas de una muestra compuesta de suelo, del estrato 0-40, del área experimental.

Determinación	Valor obtenido	Método utilizado
Arena (%)	17.5	Bouyoucos
Limo (%)	30.0	Bouyoucos
Arcilla (%)	52.5	Bouyoucos
Clase textural	Arcilla	Triángulo USDA
Capacidad de campo (g/g)	0.23	Olla de presión
pH (2:1)	7.5	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	3.4	Walkley-Black, vía húmeda
N total (%)	0.22	Kjeldhal
P aprovechable (kg/ha)	75.0	Olsen
K intercambiable (kg/ha)	66.00	Cobaltinitrito de sodio
C.I.C. (me/100g)	48.0	Acetato de amonio pH7
Carbonatos totales (%)	4.9	Titulación con NaOH 1 N

Tratamientos y diseño experimental

En el presente trabajo se estudiaron dos dosis de estiércol bovino como mejorador de suelo (0 y 20 ton/ha) aplicado a incorporado 10 días antes de la siembra, en el estrato 0-15 cm de profundidad, con dos pasos de rastra. El suelo previamente fue barbechado y rastreado.

Se estudiaron también tres dosis de NZN como fuente de zinc (0,7.5 y 15 l/ha). Las aplicaciones fueron de 7.5 l/ha a los 60 días después de la siembra, cuando las plantas tenían alrededor de 35 cm de altura y a los 85 días después de la siembra, cuando el cultivo presentaba un 45% de floración. Las aplicaciones se realizaron con mochila manual.

El último factor de estudio fue el tratamiento a los tubérculos "semilla" con una mezcla de partes iguales de ácido indolbutírico con ácido naftalenacético (AIB-ANA) en tres dosis (0,100 y 200 ppm). La aplicación se efectuó el día anterior a la siembra, por aspersión de la solución a los tubérculos en las cajas en que se encontraban almacenados.

Los factores en estudio fueron establecidos en un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas subdivididas, con tres repeticiones. La parcela experimental constó de seis surcos con separación de 0.92 cm, por 6 m de longitud. La parcela útil constó de los dos surcos centrales por 4 m de longitud.

El estiércol bovino se ubicó en la parcela grande, las dosis de NZN en la parcela mediana y las dosis de AIB-ANA en la parcela chica. Para referirse a los tratamientos, se utilizará la letra E, para estiércol; Z para NZN; y A, para las auxinas, y los subíndices 1, 2 y 3 para los niveles bajos, medio y alto respectivamente.

Descripción de materiales

El tubérculo semilla, de la variedad Alpha provino de la cosecha anterior del mismo agricultor en ese rancho. El tamaño fue de 4 a 6 cm de diámetro, con 120 g de peso aproximado y con pocas yemas brotadas. El estiércol bovino se obtuvo de un establo lechero de vacas Holstein.

Como fuente de zinc se utilizó NZN que contiene 5.5% de Zn y 22% de N. Los reguladores de crecimiento utilizados fueron de elaboración sintética.

Cronología del experimento

El 1º de marzo se incorporó el estiércol en el suelo que contenía residuos de paja de cebada, que fue el cultivo anterior en esa área; el 10 de marzo se abrieron surcos y se aplicó el fertilizante (140-400-300 a base de sulfato de amo-

nio, superfosfato simple de calcio y cloruro de potasio) en banda con fertilizadora; en seguida se depositó el tubérculo semilla manualmente, al fondo del surco, dejando 15 cm de distancia entre ellos. A continuación se fumigó con una mezcla de 30 kg de PCNB polvo humectable 75% + 20 l de PCNB líquido 24% + 4 l de Curater 50% + 10 l de Heptacloro; todo esto por hectárea con aguilón. Finalmente se tapó el tubérculo con una bordeadora de discos y se regó por aspersión (side roll) con 7.5 cm de lámina de agua.

Los siguientes riegos fueron el cuatro de abril y luego cada semana del 19 de abril al 26 de julio, con láminas de 6 a 7.5 cm, dependiendo de la ocurrencia de las lluvias. El 11 de abril se aplicó Lexone 50, en dosis de 600 g/ha, para control de malezas. Se realizaron escardas manuales, arroje de plantas y azadoneo, mientras el cultivo permitió la entrada.

El control de plagas y enfermedades fue principalmente preventivo. Se utilizaron productos tales como el Agresor 610 para la palomilla blanca, y Destroyer y Manzate para tizones, de acuerdo a las condiciones del clima y del cultivo.

El 12 de mayo se aplicaron 90 kg de urea/ha en forma manual, a un lado de los surcos; el día 5 de agosto se desvaró en verde y posteriormente se machetearon los tallos doblados y se taparon los tubérculos expuestos a los rayos solares. El 25 de agosto se realizó la cosecha y se clasificó la papa en primera, segunda, tercera y mono, de acuerdo a su tamaño y forma.

Evaluación de tratamientos

Para conocer el efecto de los tratamientos, se evaluaron periódicamente algunas características físicas y químicas del suelo en el estrato 0-40 cm. También se evaluaron diferentes características del crecimiento de las plantas, especialmente densidad de raíces y rendimiento total y por categorías de papa. Los datos colectados fueron procesados por análisis de varianza, pruebas de medias y regresión lineal simple y múltiple.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variación en características edáficas

El Cuadro 2 muestra los valores medios de las características del suelo evaluadas en muestras tomadas el día 3 de junio, y en el Cuadro 3 se presentan los valores obtenidos en las muestras del día siete de agosto de 1986, cuando el cultivo se encontraba desvarado.

Además de estas determinaciones, se analizaron las mismas características del suelo citadas, en muestras de tierra compuestas, para parcelas con y sin estiércol bovino, tomadas a los 30, 60, 90 y 150 días después de aplicado el estiércol, (Cuadro 4).

Cuadro 2. Características físicas y químicas promedio de tres muestras compuestas de suelo de cada tratamiento, a los 86 días después de la siembra.

Tratamiento	pH 2:1	M.O. (%)	C.I.C. (me/100g)	N total (%)	Pw cc (%)	P aprov. (kg/ha)	K int. (kg/ha)
E ₁ Z ₁ A ₁	7.5	4.0	37.5	0.20	31.7	72.2	963
E ₁ Z ₁ A ₂	7.5	4.1	42.7	0.21	34.7	90.0	969
E ₁ Z ₁ A ₃	7.4	3.8	38.1	0.22	33.7	80.7	882
E ₁ Z ₂ A ₁	7.7	3.8	45.9	0.21	36.0	88.3	1009
E ₁ Z ₂ A ₂	7.7	4.2	44.4	0.21	37.2	90.0	957
E ₁ Z ₂ A ₃	7.5	4.0	41.7	0.21	38.7	91.6	1021
E ₁ Z ₃ A ₁	7.5	3.9	39.8	0.22	33.1	73.9	917
E ₁ Z ₃ A ₂	7.4	4.1	41.1	0.22	33.1	72.2	957
E ₁ Z ₃ A ₃	7.6	4.2	39.1	0.22	34.0	85.7	946
E ₂ Z ₁ A ₁	7.7	3.8	39.8	0.21	35.0	55.3	859
E ₂ Z ₁ A ₂	7.7	4.2	41.7	0.22	36.3	102.6	957
E ₂ Z ₁ A ₃	7.7	4.1	40.4	0.22	35.3	85.7	772
E ₂ Z ₂ A ₁	7.6	4.0	36.2	0.20	35.4	122.6	975
E ₂ Z ₂ A ₂	7.6	4.0	44.7	0.22	35.9	96.7	940
E ₂ Z ₂ A ₃	7.5	3.7	44.0	0.21	36.1	93.3	1009
E ₂ Z ₃ A ₁	7.4	3.9	42.0	0.22	35.8	106.0	1021
E ₂ Z ₃ A ₂	7.5	3.8	38.1	0.21	35.8	90.0	1004
E ₂ Z ₃ A ₃	7.5	4.3	39.1	0.23	37.9	97.6	905

Cuadro 3. Características físicas y químicas promedio de tres muestras compuestas de suelo de cada tratamiento, a los 150 días después de la siembra.

Tratamiento	pH 2:1	M.O. (%)	C.I.C. (me/100g)	N total (%)	Pw cc (%)	P aprov. (kg/ha)	K int. (kg/ha)
E ₁ Z ₁ A ₁	8.0	5.1	40.0	0.20	33.6	30.0	662
E ₁ Z ₁ A ₂	8.0	4.8	41.7	0.20	31.9	54.5	685
E ₁ Z ₁ A ₃	7.9	5.4	38.8	0.19	31.4	62.1	697
E ₁ Z ₂ A ₁	8.0	5.4	42.7	0.21	33.7	70.5	610
E ₁ Z ₂ A ₂	7.6	5.6	43.7	0.21	32.4	78.8	396
E ₁ Z ₂ A ₃	8.0	5.3	31.7	0.20	32.1	85.7	709
E ₁ Z ₃ A ₁	8.2	5.0	39.4	0.19	34.6	57.0	662
E ₁ Z ₃ A ₂	8.0	5.1	37.6	0.19	33.5	70.5	593
E ₁ Z ₃ A ₃	7.7	5.3	41.7	0.19	32.2	100.1	691
E ₂ Z ₁ A ₁	7.7	5.6	40.4	0.20	31.4	57.0	587
E ₂ Z ₁ A ₂	8.0	4.9	39.6	0.20	32.1	76.4	732
E ₂ Z ₁ A ₃	8.0	5.1	39.8	0.18	31.7	80.7	674
E ₂ Z ₂ A ₁	7.8	5.2	39.6	0.17	33.4	84.0	714
E ₂ Z ₂ A ₂	7.9	5.7	42.1	0.20	32.8	84.5	709
E ₂ Z ₂ A ₃	7.9	5.3	40.2	0.20	33.5	53.6	685
E ₂ Z ₃ A ₁	8.0	5.4	40.2	0.20	33.1	64.6	709
E ₂ Z ₃ A ₂	8.2	5.1	43.1	0.21	34.4	66.3	697
E ₂ Z ₃ A ₃	7.8	4.9	36.6	0.18	34.2	95.9	680

Cuadro 4. Características físicas y químicas promedio de muestras compuestas de suelo con y sin estiércol, tomadas a los 30, 60, 90 y 150 días después de la aplicación del estiércol.

Características	Parcelas sin estiércol				Parcelas con estiércol			
	Días después de la aplicación de estiércol							
	30	60	90	150	30	60	90	150
pH	7.5	7.5	7.8	7.9	7.4	7.5	7.8	8.2
M.O.	3.8	3.3	4.0	5.1	3.5	3.4	3.8	5.3
C.I.C.	38.6	40.1	44.0	39.3	40.8	41.1	42.1	43.5
N _T	0.22	0.19	0.20	0.18	0.22	0.21	0.22	0.18
P _w CC	34.7	28.4	30.0	34.2	35.1	31.8	30.9	33.8
P Aprox.	91.2	48.5	56.6	57.0	66.9	62.7	44.7	87.4
K Interc.	940	844	790	691	904	825	894	714

El pH del suelo aumentó a medida que transcurrió el ciclo del cultivo, debido, posiblemente, al agua de riego utilizada. Estos resultados concuerdan con los reportados por Mejía (1985), Carreón (1985) y Contreras (1985).

El contenido de materia orgánica en el suelo aumentó durante el ciclo debido al estiércol incorporado y al crecimiento de raíces de las plantas y muy posiblemente al incremento en la microflora del suelo. No se observó diferencia estadística significativa entre tratamientos, lo cual puede indicar que la dosis de estiércol de bovino utilizada fue relativamente baja para impactar esta característica del suelo.

En el resto de las características del suelo que fueron evaluadas, el estiércol mejoró ligeramente al suelo, pero no se lograron cambios que alcancen diferencias estadísticas significativas, debido, tal vez, al reducido número de repeticiones que se incluyeron en el estudio. Lo anterior concuerda con lo reportado por Arias (1987), Gil (1987), Mejía (1985) y Contreras (1985). Entre los cambios generados destaca el incremento en la capacidad de retención de humedad del suelo a capacidad de campo, en respuesta al estiércol aplicado.

Una de las principales razones por las que el efecto de los tratamientos en estudio sólo generaron cambios pequeños en las características evaluadas del suelo, es el alto contenido de materia orgánica que tenía el mismo al inicio del experimento. Por otro lado, existen otras características del suelo que no pudieron ser evaluadas y que posiblemente fueron afectadas favorablemente.

Variación en el desarrollo de las plantas

Las principales características de las plantas que fueron evaluadas el día cinco de junio, cuando el cultivo se encontraba en floración, se presentan en el Cuadro 5.

En general, los tratamientos que recibieron estiércol bovino mostraron ligeramente mayor vigor que aquéllos que no lo recibieron. Lo anterior se puede apreciar al comparar altura de tallos, pesos secos e índice de área foliar. Respecto a las dosis probadas de NZN no se manifiestan diferencias claras en esta etapa del cultivo y respecto al uso de auxinas, se observan ligeras reducciones en las diferentes características vegetales, al incrementarse la dosis de la mezcla utilizada.

La concentración de nueve nutrimentos en peciolo y hojas, evaluada a los 60 días después de la siembra (antes de la aplicación del NZN), a los 88 días (antes de la segunda aplicación de NZN) y a los 150 días (cuando el cultivo estaba desvarado), se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 5. Características vegetales promedio, evaluadas a los 89 días después de la siembra.

Tratamiento	Tallos			Hojas		Tubérculos				
	No.	Diám. cm	Altura cm	PS g	No./T	PS g	IAF	No.	Diám. cm	PS g
E ₁ Z ₁ A ₁	4.5	1.2	72	12.1	12.6	23.6	3.6	8	1.0	2.2
E ₁ Z ₁ A ₂	5.9	1.0	71	24.7	11.5	55.8	6.9	10	2.3	17.0
E ₁ Z ₁ A ₃	4.3	1.1	64	17.6	11.4	40.9	4.8	3	2.7	8.4
E ₁ Z ₂ A ₁	4.8	1.0	69	18.6	12.6	43.0	5.5	39	2.5	62.2
E ₁ Z ₂ A ₂	4.3	1.0	66	15.8	12.3	41.2	5.0	17	2.4	16.8
E ₁ Z ₂ A ₃	4.0	1.0	66	10.1	12.1	20.6	2.8	15	2.7	19.3
E ₁ Z ₃ A ₁	5.1	1.1	70	21.0	11.6	44.3	4.9	10	3.0	33.9
E ₁ Z ₃ A ₂	4.8	1.1	68	15.0	12.2	31.4	2.7	11	2.6	21.7
E ₁ Z ₃ A ₃	4.3	1.0	66	31.2	11.3	68.4	7.4	16	0.8	5.0
E ₂ Z ₁ A ₁	5.5	1.1	74	16.0	12.1	25.6	3.5	3	1.7	2.4
E ₂ Z ₁ A ₂	4.3	1.2	75	16.5	12.6	30.0	3.3	10	1.9	8.2
E ₂ Z ₁ A ₃	4.7	1.2	75	16.4	12.3	32.7	6.8	22	1.9	15.5
E ₂ Z ₂ A ₁	4.8	1.0	70	30.4	11.8	55.3	9.2	43	2.6	50.2
E ₂ Z ₂ A ₂	4.8	1.2	72	28.7	12.4	48.1	7.1	17	3.1	58.8
E ₂ Z ₂ A ₃	5.0	1.1	77	16.1	12.9	30.9	3.0	11	3.1	16.6
E ₂ Z ₃ A ₁	5.2	1.1	71	33.5	12.4	64.9	7.2	9	1.5	19.7
E ₂ Z ₃ A ₂	6.3	1.1	73	17.8	12.1	29.4	4.6	7	1.7	2.8
E ₂ Z ₃ A ₃	5.5	1.1	77	34.7	12.7	57.5	7.2	11	3.0	33.0

PS = peso seco; IAF = índice de área foliar y No/T = número de hojas por tallo.

Cuadro 6. Concentración de nutrimentos en hojas y pecíolos de plantas bajo los tratamientos en estudio, de acuerdo a análisis foliares practicados en muestras tomadas a los 60, 88 y 150 días después de la siembra.

Tratamiento	N Total (%)			P (%)			K(%)		
	60	88	150	60	88	150	60	88	150
E ₁ Z ₁ A ₁	4.0	3.8	3.0	0.16	0.19	0.16	4.5	3.0	3.2
E ₁ Z ₁ A ₂	5.6	4.0	3.0	0.15	0.22	0.14	4.5	3.4	3.6
E ₁ Z ₁ A ₃	4.2	3.9	3.4	0.20	0.21	0.12	4.4	3.0	3.5
E ₁ Z ₂ A ₁		5.0	2.8		0.20	0.17		3.2	3.7
E ₁ Z ₂ A ₂		4.2	2.9		0.18	0.18		4.0	3.3
E ₁ Z ₂ A ₃		3.9	3.0		0.19	0.20		3.1	4.0
E ₁ Z ₃ A ₁			2.8			0.19			3.8
E ₁ Z ₃ A ₂			3.5			0.18			3.1
E ₁ Z ₃ A ₃			3.1			0.16			3.3
E ₂ Z ₁ A ₁	4.2	4.0	2.8	0.20	0.16	0.15	4.8	3.7	4.2
E ₂ Z ₁ A ₂	4.4	4.2	3.1	0.18	0.20	0.22	5.1	3.6	3.1
E ₂ Z ₁ A ₃	4.1	3.4	3.3	0.20	0.19	0.16	4.5	3.2	4.2
E ₂ Z ₂ A ₁		4.2	2.9		0.21	0.16		3.7	3.4
E ₂ Z ₂ A ₂		4.1	2.7		0.18	0.18		4.1	3.7
E ₂ Z ₂ A ₃		3.7	3.0		0.22	0.22		3.4	7.1
E ₂ Z ₃ A ₁			2.7			0.20			3.2
E ₂ Z ₃ A ₂			2.7			0.19			4.0
E ₂ Z ₃ A ₃			3.2			0.18			3.4

Tratamiento	Ca(%)			Mg(%)			Fe(ppm)		
	60	88	150	60	88	150	60	88	150
E ₁ Z ₁ A ₁	6.4	4.6	4.1	0.45	0.46	0.53	299	76	159
E ₁ Z ₁ A ₂	6.6	6.3	8.8	0.47	0.53	0.51	331	85	269
E ₁ Z ₁ A ₃	7.1	6.6	7.8	0.47	0.45	0.51	581	100	169
E ₁ Z ₂ A ₁		5.7	9.9		0.46	0.54		99	194
E ₁ Z ₂ A ₂		5.1	10.0		0.45	0.62		100	219
E ₁ Z ₂ A ₃		3.8	9.5		0.47	0.57		81	153
E ₁ Z ₃ A ₁			9.6			0.58			308
E ₁ Z ₃ A ₂			10.4			0.56			206
E ₁ Z ₃ A ₃			9.9			0.57			150
E ₂ Z ₁ A ₁	6.8	5.2	8.6	0.48	0.49	0.60	333	60	220
E ₂ Z ₁ A ₂	7.2	5.3	10.3	0.51	0.51	0.49	312	70	221
E ₂ Z ₁ A ₃	6.4	5.6	9.1	0.45	0.52	0.58	280	71	167
E ₂ Z ₂ A ₁		4.7	9.3		0.50	0.52		73	205
E ₂ Z ₂ A ₂		6.4	10.1		0.51	0.59		77	255
E ₂ Z ₂ A ₃		5.8	16.5		0.52	1.19		79	151
E ₂ Z ₃ A ₁			8.4			0.55			232
E ₂ Z ₃ A ₂			11.7			0.62			319
E ₂ Z ₃ A ₃			9.2			0.56			204

Tratamiento	Mn (ppm)			Cu (ppm)			Zn (ppm)		
	60	88	150	60	88	150	60	88	150
E ₁ Z ₁ A ₁	253	279	398	11	12	10	35	44	41
E ₁ Z ₁ A ₂	225	255	441	12	12	10	36	42	50
E ₁ Z ₁ A ₃	233	239	353	12	11	11	54	33	45
E ₁ Z ₂ A ₁		314	429		13	10		41	47
E ₁ Z ₂ A ₂		328	412		15	10		48	42
E ₁ Z ₂ A ₃		260	471		13	10		38	49
E ₁ Z ₃ A ₁			397			13			45
E ₁ Z ₃ A ₂			421			11			45
E ₁ Z ₃ A ₃			410			12			38
E ₂ Z ₁ A ₁	247	286	442	11	12	12	36	40	49
E ₂ Z ₁ A ₂	312	310	439	11	16	10	52	47	52
E ₂ Z ₁ A ₃	280	330	559	9	14	12	36	45	63
E ₂ Z ₂ A ₁		321	438		16	10		52	58
E ₂ Z ₂ A ₂		345	443		14	11		53	50
E ₂ Z ₂ A ₃		306	471		13	14		42	51
E ₂ Z ₃ A ₁			412			12			48
E ₂ Z ₃ A ₂			506			13			59
E ₂ Z ₃ A ₃			449			13			62

La concentración de nutrientes en las hojas mostró diferentes comportamientos. La concentración de N total disminuyó en todos los tratamientos al avanzar el ciclo del cultivo; el fósforo y el cobre, en general, incrementaron su concentración y luego la disminuyeron; el calcio y el hierro presentaron un decremento y luego un aumento hacia el final del ciclo, mientras que el magnesio y el manganeso aumentaron constantemente su concentración, y el potasio y el zinc presentaron variaciones irregulares con los tratamientos.

La aplicación de estiércol bovino al suelo favoreció la absorción de la mayoría de los nutrientes analizados, de acuerdo al valor de concentración que éstos presentan. También la dosis intermedia de NZN (7.5 l/ha) favoreció en la mayor parte de los nutrientes su absorción y concentración en las hojas, mientras que las dosis de AIB-ANA no presentaron un comportamiento generalizado uniforme.

Los resultados de los análisis foliares difieren en parte a los reportados por Large (1979), y Narro y Ortiz (1983) y coinciden en mayor parte con Saltanpour et al. (1970).

La densidad de raíces de las plantas, a los 89 días después de la siembra, cuando el cultivo estaba en floración, se presenta en el Cuadro 7. La densidad de raíces en la etapa fenológica de floración, fue incrementada por todos los productos probados, en comparación con el testigo que tuvo 4.51 cm de raíz/cm³ de suelo.

Cuadro 7. Longitud y densidad de raíces por tratamiento estudiado, estimados mediante el método de Newman (1966) citado por Narro (1976) a una profundidad de 0-30 cm. Valores promedio de 3 a 6 muestras analizadas.

Tratamiento	Longitud de raíz, cm	Densidad de raíces cm de raíz/cc de suelo
E ₁ Z ₁ A ₁	66.37	4.51
E ₁ Z ₁ A ₂	80.74	5.49
E ₁ Z ₁ A ₃	110.61	7.52
E ₁ Z ₂ A ₁	115.38	7.85
E ₁ Z ₂ A ₂	124.25	8.45
E ₁ Z ₂ A ₃	94.34	6.42
E ₂ Z ₁ A ₁	109.40	7.44
E ₂ Z ₁ A ₂	95.04	6.46
E ₂ Z ₁ A ₃	106.34	7.23
E ₂ Z ₂ A ₁	130.61	8.88
E ₂ Z ₂ A ₂	101.34	6.89
E ₂ Z ₂ A ₃	116.52	7.92

No se incluyen los tratamientos con 15 l de NZN/ha por no haberse diferenciado al momento del muestreo.

Lo anterior coincide con la menor concentración de nutrimentos en las plantas del tratamiento testigo (E₁Z₁A₁). La mayor respuesta en incremento en densidad de raíces se asocia con el uso de estiércol bovino y 7.5 l de NZN/ha y además, el rendimiento del cultivo está altamente correlacionado con la densidad de raíces.

Basados en el efecto que produjo el estiércol bovino, es posible que al mejorar las características físicas del suelo, se crearon condiciones para que las raíces del cultivo penetraran y se desarrollaran con un mínimo de dificultad (Narro, 1986).

Rendimiento

El rendimiento de papa obtenido en cada tratamiento, de cada una de las categorías y totales, son presentadas en el Cuadro 8. El análisis de varianza del rendimiento total de papa en los tratamientos, indica que existe diferencia significativa entre las dosis de auxinas empleadas y la mejor; para las condiciones del experimento fue no aplicar auxinas a los tubérculos semilla. El resto de las fuentes de variación no alcanzó diferencias significativas.

El rendimiento de papa de primera, en su análisis de varianza, presentó diferencia significativa en las fuentes de variación dosis de zinc y en la interac-

Cuadro 8. Rendimientos promedio de las tres repeticiones, por categoría y totales, obtenidos en cada tratamiento en estudio. Valores dados en toneladas por hectárea.

Tratamiento	Primera	Segunda	Tercera	Mono	Total
E ₁ Z ₁ A ₁	32.32	5.44	6.39	6.17	50.32
E ₁ Z ₁ A ₂	25.98	3.67	6.48	6.30	42.43
E ₁ Z ₁ A ₃	25.02	3.85	8.61	4.03	41.52
E ₁ Z ₂ A ₁	26.52	5.17	6.48	6.75	44.93
E ₁ Z ₂ A ₂	34.04	4.76	4.26	5.30	48.19
E ₁ Z ₂ A ₃	32.87	3.63	6.26	3.99	46.74
E ₁ Z ₃ A ₁	28.52	4.08	5.44	11.51	49.55
E ₁ Z ₃ A ₂	29.29	2.36	5.35	5.71	42.17
E ₁ Z ₃ A ₃	34.23	3.49	5.71	4.22	47.64
E ₂ Z ₁ A ₁	32.01	5.17	7.26	5.80	50.23
E ₂ Z ₁ A ₂	29.47	6.35	6.98	7.84	53.30
E ₂ Z ₁ A ₃	24.34	4.80	5.71	6.30	41.16
E ₂ Z ₂ A ₁	36.63	5.94	7.57	7.89	58.03
E ₂ Z ₂ A ₂	20.38	6.48	9.34	6.35	48.55
E ₂ Z ₂ A ₃	25.30	5.17	9.25	6.67	46.38
E ₂ Z ₃ A ₁	25.98	4.53	5.39	6.80	42.70
E ₂ Z ₃ A ₂	18.36	5.21	8.16	11.02	42.75
E ₂ Z ₃ A ₃	19.90	7.93	5.58	5.89	39.30

ción estiércol-auxinas. La mejor dosis de zinc fue 7.5 l/ha seguida de la no aplicación; para la interacción estiércol-zinc, en la prueba de medias se encontró que el tratamiento de menor rendimiento de papa de primera fue 20 ton/ha de estiércol + 15 l de NZN/ha. En la interacción estiércol-auxina, las mejores combinaciones, de acuerdo a la prueba de Duncan, fueron: E₂A₁, E₁A₃, E₁A₂ y E₁A₁.

En el análisis de varianza de papa de segunda hubo diferencia significativa sólo en dosis de estiércol y fue mejor aplicar estiércol que no aplicar. En papa de tercera se encontró diferencia altamente significativa en dosis de estiércol y diferencia significativa en la interacción estiércol-auxina, cuyas mejores interacciones fueron E₂A₂, E₁A₃, E₂A₃ y E₂A₁.

Las diferencias encontradas en papa de segunda y de tercera hacen pensar que el potencial de incremento en rendimiento en los días que faltaron para que el cultivo alcanzara su máximo rendimiento fue mayor, especialmente en aquellos tratamientos que recibieron estiércol y en segundo lugar para el nivel intermedio y alto de la mezcla de auxinas estudiada.

El mejor tratamiento, bajo las condiciones del presente estudio, tanto en rendimiento total como en papa de primera fue el E₂Z₂A₁ con 58.32 y 36.63 ton/ha, respectivamente y aunque no existió diferencia significativa, los resulta-

dos concuerdan con numerosos estudios anteriores (Narro, 1986) y es posible mejorar más el suelo durante el desarrollo del cultivo y obtener mejores rendimientos si se aplica el estiércol tres o cuatro meses y/o se activa más su proceso de descomposición, antes de la siembra (DeRemer y Smith, 1963; Narro, 1986).

En los análisis de regresión múltiple efectuados se encontró que el rendimiento total de papa, en los tratamientos que no recibieron NZN, se encuentra relacionado en un 50.82% con el pH, M.O., CIC, N total, P aprovechable y K intercambiable; además, la dependencia estadística es altamente significativa.

CONCLUSIONES

1. El tratamiento que mostró mejor respuesta en rendimiento fue E₂Z₂A₁, aunque no alcanzó diferencia significativa. Este tratamiento también presentó la mayor densidad de raíces.
2. Bajo las condiciones del experimento y especialmente por el desvaire prematuro, los siguientes factores causaron reducciones en rendimiento: A₃Z₃, E₂Z₃ y E₂A₃.
3. Las papas de segunda y tercera fueron incrementadas significativamente por el uso de estiércol y también hubo incremento significativo en papa de tercera por la interacción estiércol-auxinas.
4. El uso del estiércol bovino mejora las características agrícolas del suelo, aunque su efecto no genera diferencias significativas. El estiércol también generó una mayor absorción de nutrimentos por las plantas y un mayor crecimiento radical.
5. Se alcanzó en buena parte el objetivo principal de este estudio al mejorar el suelo, estimular el crecimiento radical de las plantas de papa y alcanzar mejores rendimientos.

BIBLIOGRAFIA

- Arias D., F.I. 1986. Efecto de diferentes dosis y fechas de aplicación de estiércol bovino, sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*, L.). Tesis profesional Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Arkin, G.F. y H.M. Taylor. 1981. Modifying the root environment to reduce crop stress. ASAE Monograph 4. Michigan.

- Barley, P.K. 1962. Influence of soil strength on growth of roots. *Soil Sci.* 81:175-180.
- Bidwell, R.G.S. 1983. *Fisiología vegetal*. ACT Editor. México.
- Boawn, C.L. y C.E. Ligget. 1963. Zinc deficiency of the Rosset Burbank potato. *Soil Sci.* 73:137-141.
- Bonner, J. y E.J. Varner. 1976. *Plant biochemistry*. 3th edition. Academic Press, New York.
- Borov, L.I. 1977. *Cultivos de tubérculo del trópico*. Ed. O.D.H. Univ. Patricio Lumumba, Moscú.
- Buckman, H.O. y N.C. Brady. 1966. *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Ed. Montaner y Siman, España.
- Burton, W.G. 1981. Challenges for stress physiology in potato. *Amer. Potato J.* 58 (1) 3-10.
- Carreón P., A. 1985. Efecto de seis mejoradores de suelo en el desarrollo del cultivo de papa, en un suelo alcalino. Tesis M.C. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Contreras N., M. 1985. Efecto de nueve mejoradores sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo y desarrollo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*, L.). Tesis M.C. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Cook, L.R. 1962. *Soil management for conservation and production*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Delorit, J.R. y H.L. Ahlgren. 1976. *Producción agrícola*. C.E.C.S.A., México.
- DeRemer, E.D. y R.L. Smith. 1963. A preliminary study on the nature of a zinc deficiency in field beans as determined by radioactive zinc. *Agron. J.* 55:67-70.
- Doorenbos, J. y A.H. Kassam. 1979. *Yield response to water*. FAO Irrigation and Drainage Paper 33. Roma.
- Epstein, E. 1972. *Mineral nutrition of plants. Principles and perspectives*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Espinosa L., A. 1984. Efecto de la adición de estiércol bovino sobre algunas propiedades selectas de un suelo migajón arcilloso calcáreo. Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Fabiani, L. 1967. La papa. Ed. AEDOS, Barcelona, España.

FAO. 1969. El uso eficaz de los fertilizantes. Estudios Agropecuarios No. 43. Roma.

Fitzpatrick, E.A. 1980. Suelos, su formación, clasificación y distribución. C.E.C.S.A., México.

Fried, M. y H. Broeshart. 1967. The soilplant system in relation to inorganic nutrition. Academic Press, New York.

García, E. 1980. Apuntes de climatología. 3a. edición, UNAM, México.

Gil L., R. 1986. Efecto de cinco dosis de estiércol bovino y tres fechas de aplicación sobre propiedades selectas de un suelo calcáreo. Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Harris, P.M. (ed.) 1978. The potato crop. Chapman and Hall, London.

Hill, A.T. 1977. Hormonas reguladoras del crecimiento vegetal. Cuadernos de biología. Ed. Omega, Barcelona.

Holf, D.J. 1958. Corn growth and nutrient absorption. Ohio Agr. Exp. Sta. Res. Circular.

Krauskopt, K.E. 1972. Geochemistry of micronutrients. En Micronutrients in agriculture. Ed. J.J. Mortvedt *et al.*, Madison, Wisconsin.

Large, R. 1979. Soil and plant analysis. A and L Agricultural Laboratories. Memphis, Tenn.

Lorenz, O.A. y D.N. Maynard. 1980. Knott's handbook for vegetable growers. Wiley Interscience Pub., New York.

Martin, J.H. *et al.* 1976. Principles of field crop production. 3th ed. MacMillan Pub. Co. Inc., New York.

Mathers, A.C. 1982. Efectos de la aplicación de estiércoles sobre el rendimiento y calidad de los cultivos. En: Castellanos, J. y J. Reyes (eds.) La utilización del estiércol en la agricultura. Ingenieros agrónomos de ITESM Sec. Laguna, Torreón.

Mejía C., F. 1985. Efecto de dos mejoradores del suelo sobre el desarrollo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*, L.) en el municipio de Saltillo, Coahuila. Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- Mengel, K. y E.A. Kirkby. 1979. Principles of plant nutrition. 2nd ed. International Potash Institute, Berna, Suiza.
- Montaldo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. IICA, Costa Rica.
- Moore, C.T. 1979. Biochemistry and physiology of plant hormones. Springer-Verlag, New York.
- Moragham, J.T. 1980. Effect of soil temperature on response of lax to phosphorus and zinc fertilizers. Soil Sci. 129:290-296.
- Mortvedt, J.J. et al. (ed.) 1983. Micronutrientes en agricultura. Edición en español. AGT Editor, S.A.
- Narro F., E.A. 1976. Evolution of dry matter distribution and yield of maize (*Zea mays*, L.) as affected by water stress under field conditions. Ph.D. Tesis, Univ. of California - Davis.
- _____ y V. Mendez G. 1982. Efecto de mejoradores de suelo y dosis de fertilización fosfatada en el desarrollo del cultivo de papa en un suelo de pH alcalino. XV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, México.
- _____ y P. Ortiz F. 1983. Efecto de cuatro niveles de vermiculita y cuatro dosis de fertilizante fosfatado en el desarrollo y rendimiento de la papa en Navidad, N.L. XVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Oaxaca.
- _____ 1985. Mejoradores de suelos calcáreos y fertilización fosfatada en el cultivo de la papa. Agraria 1(1) 57-70. Saltillo, México.
- _____ 1986. Efecto de mejoradores de suelo sobre el rendimiento del cultivo de la papa. Reunión sobre investigación y análisis de la problemática de papa. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- _____ 1987. Física de suelos con enfoque agrícola. Saltillo, México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Parsons, D.B. 1982. Papas. Manuales para educación agropecuaria. Ed. Trillas, México.
- Pillet, E.P. et al. 1979. Endogenous and exogenous auxin in the control of root growth. Planta 146:405-408.
- Russell, E.J. y W.E. Russell. 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. 9a. ed. Ed. Aguilar, México.

Saltanpour, P.N. *et al.* 1979. Zinc experiments on potato in the San Luis Valley of Colorado. *American Potato J.* 47:435-447.

Sauchelli, V. 1969. Trace elements in agriculture. Van Nostrand Reinholds Company, New York.

Scott, K.T. 1972. Auxins and roots. *Ann. Rev. Pl. Physiol.* 23:235-258.

Soil Survey Staff. 1975. Soil taxonomy, a basic system of soil clasification of making and interpreting soil surveys. SCS, USDA. Agricultural Handbook No. 436.

SSSA. 1978. Glossary of soil science terms. Mdison, Wis.

Sprague, H.B. (ed.). 1964. Hunger signs in crops. David McKay Co. New York.

Talavera, R. 1983. Factores que afectan el rendimiento de un cultivo de papa. *Milciades 2* (1) 43-47.

Tamane, R.V. y D.P. Mortimarane. 1978. Suelos: su química y su fertilidad en zonas tropicales. Ed. Diana, México.

Tamaro, D. 1981. Manual de horticultura. 9a. ed. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona.

Thompson, L.M. y F.R. Troeh. 1978. Soils and soil fertility. 4th edition. McGraw Hill, New York.

Tisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Montaner y Simon, S.A., Barcelona.

Van Loon, C.D. 1980. The effect of water stress on potato growth, development and yield. *Amer. Potato J.* 58(1) 51-56.

Wittmark, A.J. 1975. Potato growing in the atlantic provinces. *Can. Dept. Agr. Pub.* 1281: 1-28.

CONTROL BIOLÓGICO DE *Meloidogyne incognita* CHITWOOD POR *Paecilomyces lilacinus* (THOM) SAMSON EN SUELO DE NAVIDAD, MUNICIPIO DE GALEANA, NUEVO LEÓN.

Melchor Cepeda Siller¹
Jesús Martín Lara Castillo²

RESUMEN

En las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se realizó un experimento bajo condiciones similares de campo con el objetivo de evaluar la eficiencia de *Paecilomyces lilacinus* para disminuir la infección de *Meloidogyne incognita* y diagnosticar la presencia de hongos parasitando huevos de nematodo en tubérculos de papa procedentes del campo experimental de Navidad, Nuevo León. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones, se sembraron en primavera tubérculos de papa variedad Alpha y se inocularon 300 masas de huevos por unidad experimental, considerando los siguientes tratamientos: *Paecilomyces lilacinus*, Aldicarb, materia orgánica y testigo. A la cosecha se examinaron los tubérculos para determinar la expresión del índice de agallamiento y masas de huevos. *P. lilacinus* disminuyó la infección y la reproducción de *Meloidogyne incognita* en 77.5 y 69.7% respectivamente; de manera similar se comportó el Aldicarb con 67.5 y 68.1% respectivamente, no se presentó diferencia significativa entre la materia orgánica y el testigo. *P. lilacinus* controló eficientemente a *Meloidogyne incognita*, sin embargo, al evaluar otras variables, el hongo aumentó la producción.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.), es un cultivo de gran importancia económica en la zona agrícola de Navidad, Municipio de Galeana, N.L., donde en la actualidad se destinan aproximadamente más de 3400 ha, con una producción promedio de 25 a 30 ton/ha, la cual disminuye con frecuencia por el estancamiento de nematodos fitoparásitos, principalmente el agallador *Meloidogyne incognita*, cuyo daño ha sido la causa fundamental del abandono del cultivo (alrededor de 500 ha) y la disminución en la producción de semilla de papa.

1. Ing. M.C. Maestro-Investigador del Departamento de Parasitología, Div. de Agronomía. UAAAN.

2. Tesista M.C.

El control biológico de nematodos por enemigos naturales, es una de las medidas más promisorias y económicas que se han probado durante los últimos años en varios países del mundo.

El nematodo agallador *Meloidogyne incognita*, tiene gran variedad de enemigos naturales, de los cuales sobresale el hongo parásito de huevos *Paecilomyces lilacinus*, de reciente descubrimiento y que está siendo probado semi-comercialmente en ciertos lugares mostrando un efecto satisfactorio; basado en lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivos: Disminuir el porcentaje de daños en papa por *Meloidogyne incognita* mediante la inoculación de *Paecilomyces lilacinus* bajo condiciones similares a las reales y diagnosticar la presencia de hongos parasitando huevos de *M. incognita* en tubérculos de papa provenientes del campo experimental de la UAAAN, Navidad, N.L.

REVISIÓN DE LITERATURA

El cultivo de la papa en México se inició en la región ecológica de las sierras de Tlaxcala, Puebla, Veracruz y Estado de México, con alturas de 2500 a 3400 msnm; ahí se cultivan bajo temporal y sin tecnificación las variedades criollas de *Solanum andigenum*, de ciclo largo, susceptibles a virosis y tizón tardío; sus rendimientos en las regiones mencionadas son de 10 ton/ha. (Bayer, 1983).

Uno de los mayores obstáculos para la producción de alimentos en diferentes países es el daño causado por el nematodo agallador *Meloidogyne* spp; se estima que el promedio de daños en los cultivos debido a este organismo es del 15% y de 60% en cultivos individuales.

El hongo *Paecilomyces lilacinus* es un Hyphomiceto saprófito frecuente en muchos suelos del mundo, se clasificó originalmente en el género *Penicillium* Link, como *Penicillium lilacinum* Thom., la especie fue reclasificada en *Paecilomyces* Bainer por Samson basándose en la morfología de los conidióforos, y recibió varios nombres debido a sus diversos rangos de hábitat y su variable expresión morfológica (Morgan-Jones et al, 1984).

Jatala et al (1981), reportan que *Paecilomyces lilacinus* tiene rápida proliferación en el suelo y aparentemente con una sola aplicación es suficiente para su establecimiento.

En las últimas décadas, se ha estudiado con mayor frecuencia la aplicación de hongos atrapadores de nematodos, sin embargo, su acción es pasiva y accidental predando pocos nematodos a causa de que éstos tienen que pasar a través de los anillos atrapadores o ser capturados por la red hifática pegajosa; además, sus actividades están muy influenciadas por el medio ambiente. Así, su establecimiento y multiplicación en el suelo agrícola se vuelve limitada debido a su falta de adaptabilidad y competitividad así como su lenta multiplicación y por lo tanto, su comportamiento en el campo ha sido inconsistente (Jatala, 1985).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La región agrícola de Navidad, Nuevo León, está situada al oriente de la ciudad de Saltillo, Coahuila, a 84 km por la carretera 57 (México-Piedras Negras), se localiza a los 25°00' de latitud norte y 100°32' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altura de 1800 msnm, y una precipitación anual de 400 mm. De esta región, específicamente del campo agrícola de la UAAAN, se obtuvo el suelo y tubérculos infectados para la realización de esta investigación, en el Departamento de Parasitología de la UAAAN en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Experimentos preliminares

Se hicieron visitas a la región de Navidad durante los meses de agosto a septiembre de 1986, con el propósito de obtener material vegetativo infectado tomando muestras al azar durante la cosecha; parte del material se destinó a la siembra en maceta para mantener la población del nematodo y realizar las inoculaciones posteriores; otra parte se utilizó para localizar hongos parásitos de huevos de *Meloidogyne incognita* presentes en la región.

Pruebas para posibles parásitos de huevos.

Se hicieron dos pruebas: en una se colocaron huevos y en otra huevos y matriz gelatinosa; ambas en cajas petri con papa dextrosa agar (PDA). En el primer caso, para obtener exclusivamente parásitos de huevos y en el segundo, para hongos asociados a la matriz como saprófitos o como atrapadores de larvas de segundo estadio; la evaluación se hizo mediante apreciación visual a los cinco días. Para la obtención de huevos libres de matriz gelatinosa, se llevó a cabo la técnica de Hussey y Barker (1973).

Parasitismo del hongo *in vitro*.

En septiembre se multiplicó el hongo a partir de una cepa proveniente del Centro Internacional de la Papa (CIP) del Perú; se colocaron huevos al alcance de hifas en crecimiento activo en cajas petri con PDA y, sobre portaobjetos, se inocularon huevos con conidios del hongo con el fin de observar la propagación de la infección y corroborar que *P. lilacinus* sí infesta huevos del nematodo agallador *in vitro*

Pruebas de sustrato. Se utilizaron como sustratos follaje macerado de alfalfa y maíz y tubérculos macerados de papa. En todos los casos se colocaron porciones de material en cajas petri y después se inocularon conidios del hongo observando su colonización a los cinco y 10 días.

Tratamientos con *P. lilacinus* y nematocidas

En el experimento se evaluaron cuatro tratamientos teniendo como unidad experimental a recipientes laminados de 100 lt de volumen con área expuesta de 0.5 m² aproximadamente, cada uno con suelo proveniente de Navidad, conteniendo su microflora natural; en los recipientes se sembró papa variedad Alpha utilizando dos tubérculos por unidad experimental y los tratamientos se colocaron de la siguiente forma.

T 1: Testigo

T 2: *Paecilomyces lilacinus* (100 gr de papa colonizada por repetición)

T 3: Aldicarb (1200 mg por repetición)

T 4: Materia orgánica (estiércol de equino, 600 gr por repetición).

Se inocularon las unidades experimentales con 300 masas de huevos en cada una y se utilizó un diseño completamente al azar, cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \mu + Z_i + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

$$E_{ij} \sim N(0, \alpha^2)$$

Los tratamientos antes mencionados se evaluaron en cinco repeticiones y las variables medidas fueron: peso fresco de follaje, peso seco de follaje, número de tubérculos por mata, peso de tubérculos, número de agallas por tubérculo y número de huevos por tubérculo.

Se desarrollaron análisis estadísticos y contrastes ortogonales por variable; para el caso de las variables directas se hizo una transformación de datos mediante raíz cuadrada; además, se aplicó la prueba de la expresión del índice de agallamiento y masas de huevos con la escala cero-cinco establecida por el Proyecto Internacional de *Meloidogyne* (PIM) de *Meloidogyne* spp, en las variables cinco y seis.

Taylor y Sasser (1980), describen la escala de la siguiente forma:

0 = Ninguna	agalla o masas de huevos
1 = 1 - 2	agallas o masas de huevos
2 = 3 - 10	agallas o masas de huevos
3 = 11 - 30	agallas o masas de huevos
4 = 31 - 100	agallas o masas de huevos
5 = Más de 100	agallas o masas de huevos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimentos preliminares

Pruebas para posibles parásitos de huevos

Los resultados obtenidos en ambas pruebas indican que no hubo crecimiento fungoso que revelara la presencia de hongos parásitos de huevos o saprófitos atrapadores asociados a la matriz gelatinosa del nematodo.

Parasitismo de huevos *in vitro*

Al exponer huevos al alcance de hifas de *P. lilacinus* en crecimiento activo sobre PDA, se observó que éstas penetraban al corión e invadían interiormente, destruyendo el huevo mientras crecían y finalmente reemergían preferentemente de manera vegetativa.

Al colocar huevos del nematodo en portaobjetos, como sustrato único para el hongo, se observó que los conidios emitían un tubo de germinación y penetraban al huevo, desarrollando hifas internas para después reemerger, de preferencia produciendo conidióforos y conidios típicos de este organismo.

Prueba de sustrato

Los resultados indican que después de la inoculación de *P. lilacinus* hubo colonización en los tres sustratos, observándose que los fragmentos de papa eran más rápidos y uniformemente colonizados que los otros dos sustratos a los cinco y 10 días.

Resultados de las variables medidas

Peso fresco de follaje. El análisis estadístico realizado indica diferencia no significativa y, al efectuar contrastes, se observó que el tratamiento con mayor peso de follaje fue la materia orgánica con 256.4 g y el menor fue el tratamiento de *P. lilacinus* (Figura 1).

Peso seco de follaje. El análisis estadístico mostró que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, al efectuar contrastes, se observó que el tratamiento con mayor peso seco de follaje fue la materia orgánica, con 44.34 g, y el menor fue el tratamiento con el hongo 29.06 g (Figura 1).

Número de tubérculos por planta. Al practicar el análisis estadístico correspondiente se observó que no hubo diferencia significativa entre tratamientos y al efectuar contrastes se detectó que la materia orgánica fue el tratamiento con mayor número de tubérculos por planta, con un resultado de datos transformados de 3.6790 y el menor fue Aldicarb con 3.2458 (Figura 2).

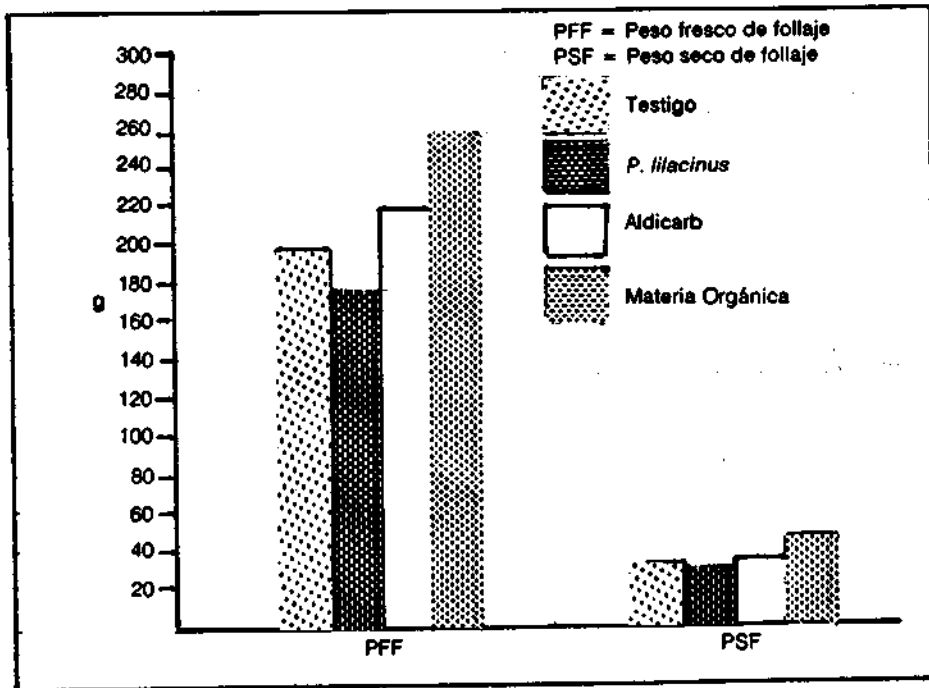


Figura 1. Peso fresco y seco de follaje de papa var. Alpha después del uso de tratamientos para el control de *Meloidogyne* spp. Buenavista, Saltillo, Coah., UAAAN. 1987.

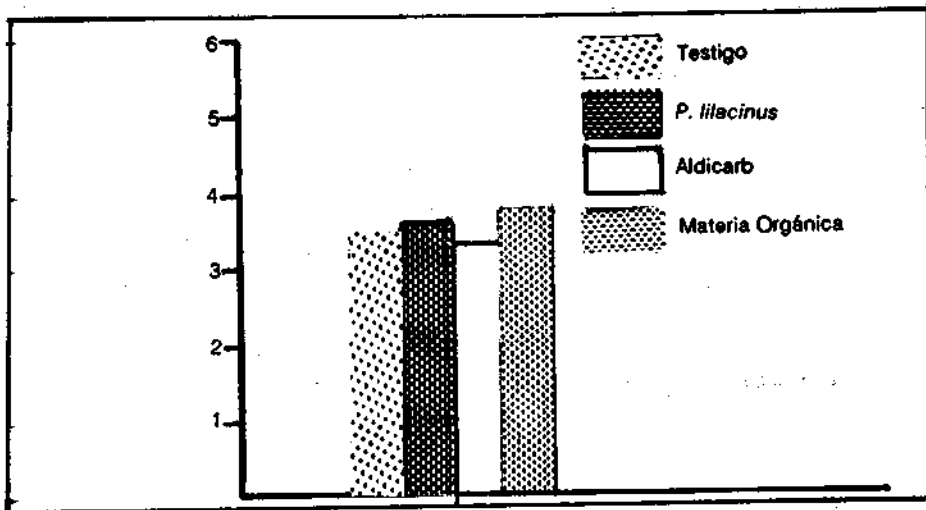


Figura 2. Efectos de tratamientos para el control de *Meloidogyne* spp. sobre el número de tubérculos de papa var. Alpha. Buenavista, Saltillo, Coah., UAAAN. 1987.

Peso de tubérculos. El análisis estadístico llevado a cabo arrojó diferencia altamente significativa y al efectuar contrastes se observó que el tratamiento con mayor peso de tubérculos fue la materia orgánica, con 613.6 g y el menor fue el testigo con 325.45 g (Figura 3).

Número de agallas por tubérculo. El análisis estadístico ejecutado mostró diferencia significativa y al realizar contrastes se observó que el testigo fue el que más agalla por tubérculo mostró, con un resultado de datos transformados de 6.0635 y el tratamiento con menor número de agallas fue *P. lilacinus* con un resultado de datos transformados de 2.8591 (Figura 4).

Número de masas por tubérculo. El análisis estadístico mostró diferencia altamente significativa entre los tratamientos y al efectuar contrastes se observó que el testigo fue el que más masas de huevos del nematodo presentó, con un resultado de datos transformados de 11.0101, y el tratamiento con menor número de masas fue *P. lilacinus* con un resultado de datos transformados de 5.9722 (Figura 4).

Índice de agallamiento y masas de huevos por tubérculo. Al someter los datos de las variables cinco y seis a la escala del (PIM), se observó que el tratamiento que expresaba menor índice de agallamiento y masas de huevos fue *P. lilacinus* con 2.87 y 4.09, respectivamente; el de mayor índice fue el testigo, con 4.14 y 5.0, respectivamente (Cuadro 1). Con el fin de esclarecer más los resultados obtenidos en la prueba, se obtuvieron los porcentajes de control y el tratamiento que tuvo mayor control tanto sobre el agallamiento como sobre la reproducción fue *P. lilacinus*, con un 77.5 y 69.7% de control, respectivamente; el menor fue la materia orgánica, con un 20.0 y 38.6% respectivamente. Aldicarb mostró un control de 67.5 y 68.1 respectivamente (Cuadros 2 y 3).

CONCLUSIONES

1. *Paeclomyces lilacinus* disminuye los daños por *Meloidogyne incognita* en tubérculos de papa bajo condiciones similares a las reales, ejerciendo mayor control que otros tratamientos.
2. En los tubérculos provenientes del campo experimental de la UAAAN, en Navidad, Municipio de Galeana, N.L. no se encontraron hongos parasitando huevos de *Meloidogyne incognita*.

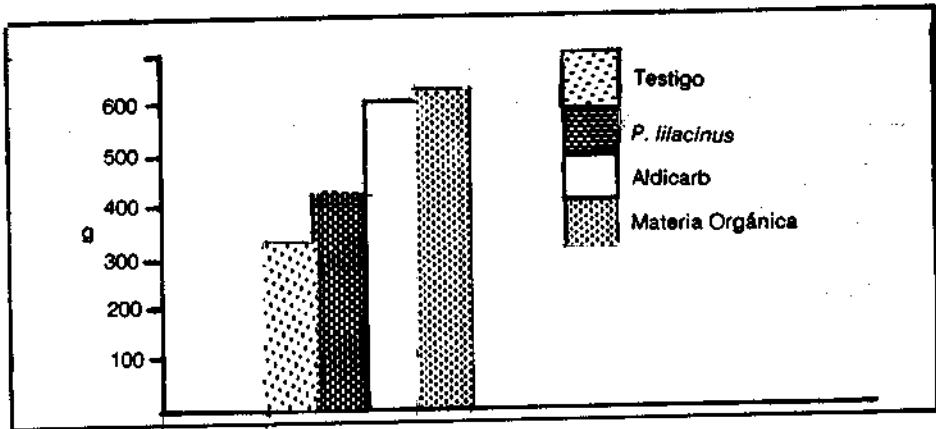


Figura 3. Efecto de tratamientos para el control de *Meloidogyne* spp. sobre la producción de papa var. Alpha, Buenavista, Saltillo, Coah., UAAAN. 1987.

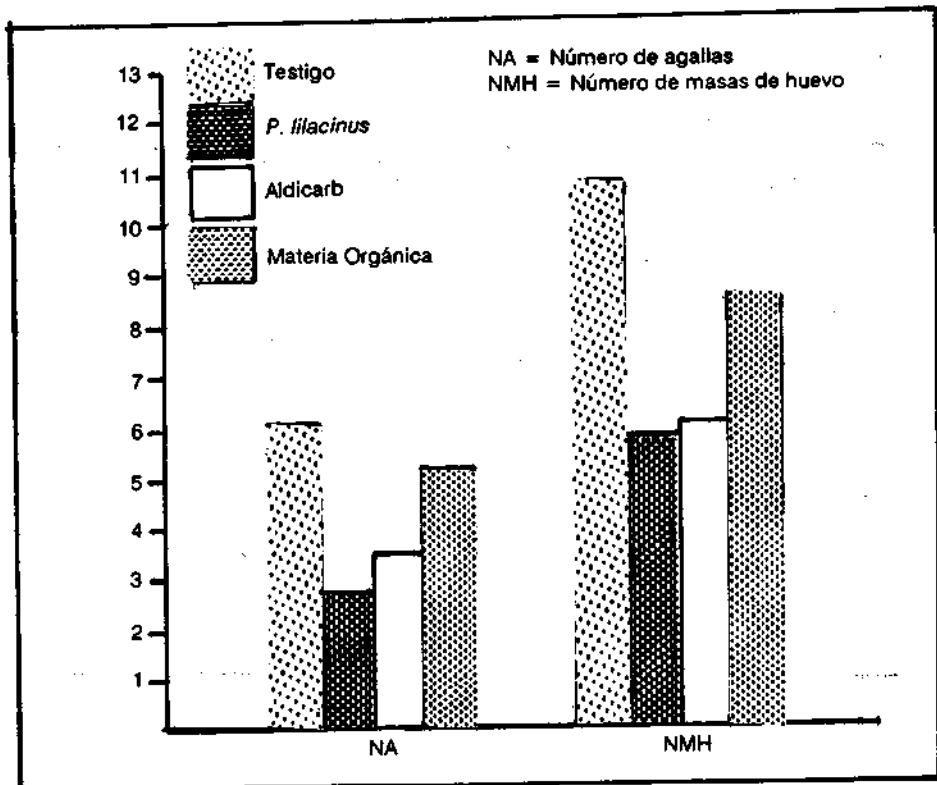


Figura 4. Número de agallas y masas de huevos en papa var. Alpha tratada contra *Meloidogyne* spp. Buenavista, Saltillo, Coah., UAAAN. 1987.

Cuadro 1. Índice de agallamiento y masas de huevos en papa variedad Alpha tratada contra *Meloidogyne incognita*. Buenavista, Saltillo, Coah., UAAAN. 1987.

Tratamiento	Índice de agallamiento ^a	Índice de masas de huevos ^b
Testigo	4.14	5
<i>P. lilacinus</i>	2.87	4.09
Aldicarb	3.15	4.12
Materia Orgánica	4.02	4.64

^a y ^b En base a escala del IMP.

Cuadro 2. Porciento de control de tratamientos sobre el agallamiento por *Meloidogyne incognita* en papa variedad Alpha. Buenavista, Saltillo, Coah., UAAAN. 1987.

Tratamiento	% de control ^a
<i>P. lilacinus</i>	77.5
Aldicarb	67.5
Materia orgánica	20

^a Respecto al testigo

Cuadro 3. Porciento de control de tratamientos sobre la reproducción de *Meloidogyne incognita* en papa variedad Alpha. Buenavista, Saltillo, Coah., UAAAN. 1987.

Tratamiento	% de control ^a
<i>P. lilacinus</i>	69.7
Aldicarb	68.1
Materia orgánica	38.6

^a Respecto al testigo

BIBLIOGRAFÍA

- Bayer, 1983. Manual fitosanitario de la papa. Bayer. México. 18 p.
- Hussey, R.S., y K.R. Barker. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. Plant. Dis. Rptr. 57(12):1025-1028. United States of America.
- Jatala, P. 1985. Biological control of nematodes. In: Sasser, J.N. and C.C. Carter (Eds.). An advanced treatise on *Meloidogyne* spp. NC. St. Univ. Graphis. Raleigh, U.S.A. 303-308. p.
- Jatala, P., R. Salas, R. Kaltenbach y M. Bocangel. 1981. Multiple application and long-term effect of *Paecilomyces lilacinus* in controlling *Meloidogyne incognita* under field conditions. J. Nematol. 13:445. United States of America.
- Morgan-Jones, G.A.K. Culbreath y R. Rodríguez - Kabana. 1984. Notes of Hyphomycetes: 49 *Xenoklindria obovata* an *X. prolifera*, new species isolated from diseased eggs of the nematode *Meloidogyne arenaria* Mycotaxon 20:599-606. United States of America.
- Taylor, A.L. y J.N. Sasser. 1980. Biology identification and control of root-knot nematode *Meloidogyne* spp. International Meloidogyne, Project. Raleigh. U.S.A 111 p.

IDENTIFICACIÓN Y DINÁMICA POBLACIONAL DE *Pratylenchus* spp. EN MANZANO (*Pyrus malus* L.) EN ARTEAGA, COAHUILA.

Melchor Cepeda Siller¹
Jesús García Camargo²
Martín A. Alonso Gómez³

RESUMEN

Dentro de los principales problemas parasitológicos que se presentan en el cultivo del manzano en las regiones productoras del mundo, se encuentra el nematodo de la lesión *Pratylenchus* spp., por lo que el presente trabajo tiene como objetivos principales el identificar las especies de *Pratylenchus* asociadas a la rizófera del manzano en dos huertas (riego y temporal) ubicadas en el cañón de la Carbonera, Municipio de Arteaga, Coahuila; y a la vez, determinar la dinámica poblacional del nematodo y el número de generaciones presentes en el año en las mencionadas huertas. Bajo las condiciones en las que se desarrolló el trabajo, se definió la presencia de *Pratylenchus penetrans* y *Pratylenchus brachyurus*, determinándose esta última especie como la más importante para las huertas mencionadas. La población presente en muestras de suelo de la huerta de riego presentó dos generaciones en mayo y septiembre y en el sistema radical en los meses de mayo, julio y agosto; en la huerta de temporal se encontraron tres generaciones en los meses de mayo, agosto y octubre y en el sistema radical en los meses de mayo, julio y septiembre.

INTRODUCCIÓN

Dentro del Estado de Coahuila, el área comprendida por la Sierra de Arteaga, en el sur del Estado, es la principal zona donde se cultiva este frutal, con una superficie de 12,300 hectáreas, de las cuales aproximadamente 8800 son de riego y 3500 de temporal (Cepeda 1988), por lo que este frutal se encuentra considerado como una gran fuente generadora de ingresos y empleos que ayudan a la economía de las regiones productoras.

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

El presente trabajo fue realizado, entre otras causas, porque en la actualidad los rendimientos de las huertas de manzano de la sierra de Arteaga han descendido paulatinamente, y presentan un lento desarrollo vegetativo, y debido a los reportes de Arguindégui (1983) y Cepeda y Hernández (1985) quienes, en muestreos llevados a cabo en árboles de las variedades Golden y Red Delicious, en distintos puntos de esta región, incluyendo en el área denominada Cañón de la Carbonera, encontraron a *Pratylenchus* spp. en cantidades considerables en la mayoría de los puntos muestreados.

Por lo anterior y debido a que se ha asentado que los únicos medios para determinar si los nematodos son los responsables de un desarrollo pobre de la planta, es encontrarlos e identificarlos a partir de muestras de suelo o de material vegetativo enfermo (Krusberg *et al.*, 1973), ya que se ha consignado que es necesario un mayor conocimiento acerca de la dinámica de población de las especies de *Pratylenchus* (Wong y Ferris, 1968), se plantearon los siguientes objetivos: identificar las especies de *Pratylenchus* asociadas a la rizófera del manzano en dos huertas (riego y temporal) ubicadas en el Cañón de la Carbonera y determinar la dinámica poblacional del nematodo de la lesión (especie importante) en las dos huertas, así como el número de generaciones presentes en el año.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las huertas de frutales tales como durazno, cerezo, manzano y peral, tienen problemas de nematodos asociados con bajos rendimientos, pobre crecimiento y manifestación de deficiencias; esos problemas son complejos y los nematodos que se asocian más generalmente son varias especies locales e introducidas (Chitwood, 1981).

Se han reportado muchos géneros de nematodos asociados con árboles de manzano, pero sólo las especies de *Pratylenchus* parecen ser de mayor importancia económica y éstas varían con la localización geográfica, tal vez con el tipo de suelo (Mc Elroy, 1972). Así mismo Townshend, (1975), menciona que los nematodos de la lesión pueden causar la declinación de huertos existentes y provocar la falla de muchos árboles jóvenes.

Pratylenchus penetrans es la especie más importante asociada al manzano y ha sido registrada como un parásito de los patrones de manzano en Alemania, Canadá, Estados Unidos, Holanda e Inglaterra, implicándose como un factor importante involucrado con un pobre desarrollo radical, pérdida del vigor y problemas de replante en los citados lugares (Braun *et al.*, 1966; Mc Elroy, 1972 y Pitcher *et al.*, 1960).

Entre las especies de nematodos reportadas para manzano se encuentra *Pratylenchus thornei*, *P. vulnus*, *P. loosi*, *P. coffeae*, *P. penetrans*, *P. minyus* y *P. fallax*.

Existen algunos factores que afectan la dinámica poblacional de los nematodos, tales como el clima (temperatura y humedad), suelo (textura, humedad, estructura, pH, aireación, cantidad de materia orgánica), malezas o plantas hospedadoras, labores de cultivo (frecuencia de cultivo, remoción del suelo, fertilización, aplicación de plaguicidas) y características del nematodo (factor de reproducción, duración del ciclo de vida y longevidad) esto es en relación a investigaciones reportadas por Tinoco (1981).

Florini *et al.* (1987), observaron que las densidades poblacionales de *Pratylenchus* spp., no varían significativamente entre las épocas de muestreo, aunque las densidades pueden ser altas a fines de la temporada del cultivo.

En huertos viejos y de reemplazo, la alimentación del nematodo de la lesión provoca pequeñas lesiones de color café en las raíces y pudriciones en las raicillas alimenticias; en ocasiones las lesiones llegan a decolorar el sistema radical, a la vez que hay la presencia de numerosas raicillas a manera del síntoma de escoba de bruja; este efecto es más notable en árboles viejos, y se observa que los árboles severamente dañados pueden llegar a morir (Townshend, 1975).

Klinkenberg (1963) advirtió que *Pratylenchus penetrans* se alimenta destruyendo las células corticales; así mismo, Hollis (1963) menciona que otras especies de *Pratylenchus* dañan raíces de diámetros de 3 a 6 mm. Krusberg *et al.*, (1973) y Mai *et al.*, (1977), reportan que *Pratylenchus penetrans*, es un parásito primario de la corteza de la raíz, que migra a través y entre las células del parénquima, hace túneles dentro de la corteza de la planta y provoca la muerte de las células radicales debido a la alimentación directa por parte del nematodo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se ubicó en dos huertas -bajo condiciones de riego (Localidad 1) y de temporal (Localidad 2)-, de manzano de la variedad Golden Delicious standar, las localidades seleccionadas se encuentran ubicadas en el Cañón de la Carbonera, el cual se halla dentro de la sierra de Arteaga, principal zona manzanera del Estado de Coahuila (Figura 1).

El clima prevalente es templado, con veranos cálidos, temperatura media anual de 12 a 18°C en tanto que las mínimas y máximas en el mes más frío son de -3°C y 18°C respectivamente; y de 18 y 24°C durante el mes más cálido (Dirección General de Territorio Nacional, 1982).

Una vez seleccionadas las huertas se procedió a realizar muestreos preliminares para determinar la presencia del género *Pratylenchus* y la población existente de éste en las citadas localidades durante el año de 1987-1988.

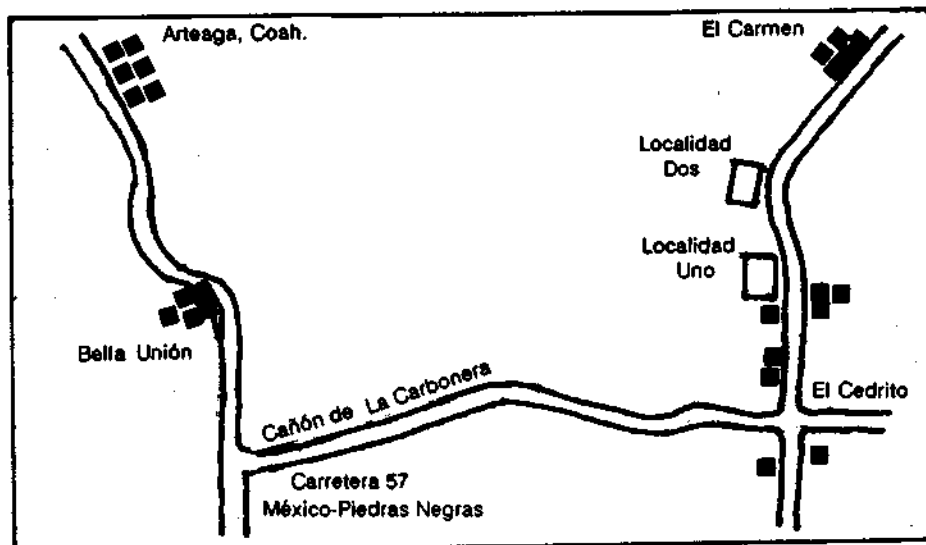


Figura 1. Ubicación de las localidades 1 y 2 en el Cañón de La Carbonera, Municipio de Arteaga, Coahuila.

Una vez realizado lo anterior, se seleccionaron cuatro árboles (cada uno como una unidad experimental) al azar en cada una de las huertas, denominándose como R1, R2, R3 y R4 en la huerta de riego; y para el caso de la huerta de temporal T1, T2, T3 y T4.

Ya seleccionados los árboles en los cuales se determinó la dinámica poblacional de la principal especie de *Pratylenchus*, se procedió a tomar muestras de suelo y de raíz para obtener especímenes de este género, para lo cual se consideraron los estudios taxonómicos de Corbett (1969), y así poder definir la presencia de una o varias especies y posteriormente iniciar una serie de muestreos periódicos quincenales del 15 de enero de 1987 al 16 de enero de 1988.

Una vez identificada la especie en las dos localidades, se llevaron a cabo muestreos al azar, de suelo y sistema radical en la zona de goteo de cada uno de los árboles de las dos huertas, por ser ésta la región en donde se encuentran las poblaciones más altas de nematodos debido al elevado número de raíces secundarias.

Las muestras de suelo y raíz fueron tomadas del estrato 0-40 cm de profundidad. Se realizaron tres submuestreos en distintas partes del área de goteo de los árboles y se mezclaron para tomar una muestra respectivamente de 2 kg.

Las muestras obtenidas en las dos localidades se trasladaron al laboratorio de Nematología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, donde fueron procesadas mediante la técnica del embudo Baermann (Barker *et al*, 1969).

La muestra fue homogenizada con la mano, extrayéndosele piedras, raíces de malezas y otras impurezas. De la muestra de suelo solamente se procedió a pesar 100 g. que fueron colocados en cuatro embudos Baermann por localidad donde se mantuvieron por un tiempo máximo de 48 horas para posteriormente colocar 10 ml. en tubos de ensaye, manteniéndose así las muestras hasta que se realizó el conteo de las poblaciones existentes.

El procesado de raíces tuvo algunas variantes, ya que éstas fueron primeramente seleccionadas por su diámetro (aproximadamente 2 cm.), tratando de utilizar aquéllas no muy suberizadas que luego fueron separadas de raicillas de malezas u otras plantas, para posteriormente ser lavadas con agua y cortadas en trozos de 1 cm. de longitud que se colocaron en embudos de Baermann (cuatro embudos por localidad); posteriormente del embudo se obtuvo una alícuota de 10 ml y el conteo de la población existente en una placa de vidrio de 10 cm. de largo por 5 cm. de ancho, graduado a intervalos de 1 cm, y con capacidad de 10 ml. adaptándose al microscopio compuesto.

El número de nematodos de *Pratylenchus brachyurus*, en los conteos se uniformizó a número de nematodos existentes en 100 g. de suelo normal y en 50 g. de raíz fresca.

A la par del muestreo destinado al conteo de la población de nematodos de la lesión existente a la época de muestreo, se llevaron a cabo muestras de suelo en el mismo estrato, con la ayuda de una barrena tipo Veihmeyer, para determinar la cantidad de agua presente en el suelo al momento de ejecutarlas, también se realizó un análisis físico-químico del mismo para observar su posible influencia en la fluctuación de la dinámica poblacional del nematodo en las dos localidades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los muestreos realizados en suelo y sistema radical, se logró definir que el género *Pratylenchus* está presente en las dos localidades, con las especies *brachyurus* y *penetrans*. Se observó que la primera presentó mayores poblaciones en las dos localidades, mientras que la segunda se encontró en menores cantidades.

Los resultados de la dinámica poblacional para *P. brachyurus* durante el desarrollo del muestreo de suelo y sistema radical en la localidad (1) bajo condiciones de riego se pueden observar en las Figuras 2 y 3, y para la localidad

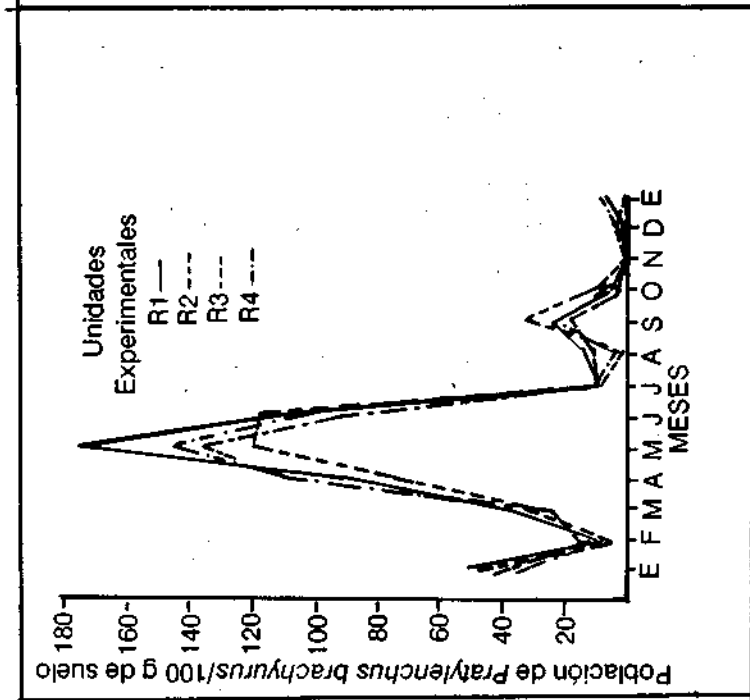


Figura 2. Población de *Pratylenchus brachyurus* encontrada en muestras de suelo en la Localidad 1, ubicada en el Cañón de La Carbonera, Municipio de Arteaga, Coahuila. UAAAN 1987.

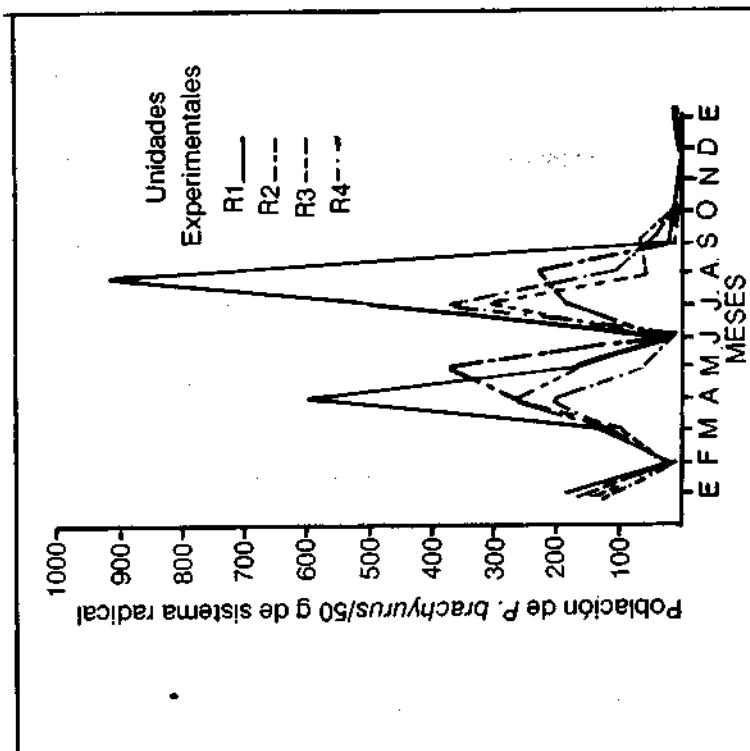


Figura 3. Población de *Pratylenchus brachyurus* encontrada en muestras de sistema radical proveniente de la Localidad 1, ubicada en el Cañón de La Carbonera, Municipio de Arteaga, Coahuila. UAAAN 1987.

(2) bajo condiciones de temporal, se aprecian en las Figuras 4 y 5; cabe mencionar que estas figuras muestran el concentrado de la dinámica poblacional de *P. brachyurus* de cada unidad experimental.

La población presente en muestras de suelo de la localidad (1) bajo riego tuvo una dinámica poblacional en la que se observó la presencia de dos generaciones, en mayo y septiembre respectivamente, lo anterior también se observó en la población presente en el sistema radical, aunque en los meses de mayo, y julio-agosto. En el suelo, en la localidad (2) de temporal, se encontraron tres generaciones bien definidas durante los meses de mayo, agosto y octubre, con una excepción en que en dichas generaciones observadas en la población del sistema radical de la localidad (2) de temporal se presentaron en mayo, julio y

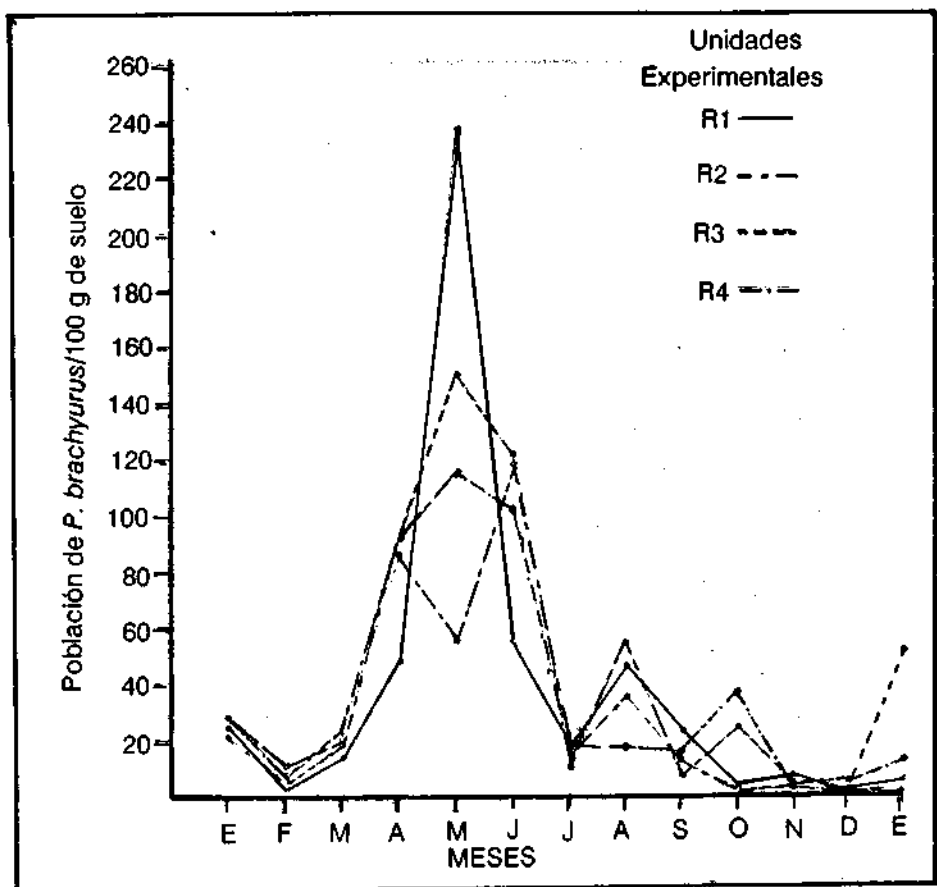


Figura 4. Población de *Pratylenchus brachyurus* encontrada en muestras de suelo provenientes de la Localidad 2 en el Cañón de La Carbonera, Municipio de Arteaga, Coahuila. UAAAN. 1987.

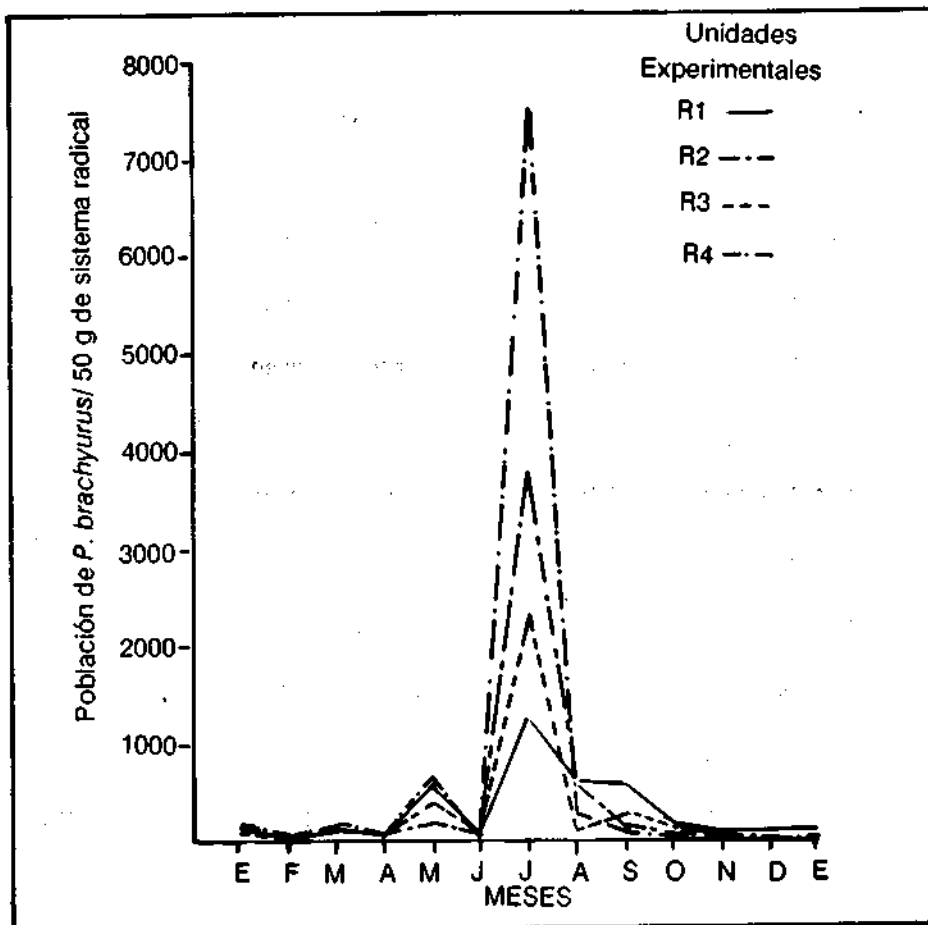


Figura 5. Población de *Pratylenchus brachyurus* encontrada en muestras de sistema radical proveniente de la Localidad 2, en el Cañón de La Carbonera, Municipio de Arteaga, Coahuila. UAAAN 1967.

septiembre, existiendo un pico poblacional máximo de 7500 nematodos /50 g. de sistema radical, en comparación con los que se encontró el cultivo del maíz intercalado en la localidad (2) de temporal en julio, mes en que se observó la presencia del citado pico poblacional.

Aparentemente, las condiciones físico-químico prevalentes en el suelo de las dos localidades ofrecen características abióticas y factores que favorecen el desarrollo de organismos antagónicos al nematodo de la lesión, lo cual evita que sus poblaciones aumenten excesivamente durante el año.

CONCLUSIONES

1. En las dos localidades muestreadas se encontró *Pratylenchus penetrans* y *P. brachyurus*, siendo esta última considerada como la especie más persistente.
2. En la localidad bajo condiciones de riego se presentaron dos generaciones de *P. brachyurus* en el suelo en los meses de mayo y septiembre de 1978 y en el sistema radical en mayo y julio-agosto.
3. En la localidad bajo condiciones de temporal se presentaron tres generaciones de *P. brachyurus* en el suelo en los meses de mayo, agosto y octubre, y en el sistema radical en mayo, julio y septiembre.
4. Los factores bióticos y abióticos presentes en las dos localidades muestreadas ofrecen características que limitan el incremento de las poblaciones de *Pratylenchus brachyurus* durante el año.

BIBLIOGRAFÍA

- Arguindegui, P., R.M. 1983. Nematodos asociados al cultivo del manzano (*Pyrus malus* L.), en el municipio de Arteaga, Coahuila. Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 77 p.
- Barker, K.R., C.J. Nausbaum y L.A. Nelson. 1969. Seasonal population dynamics of selected plant-parasitic nematodes as measured by three extraction procedures. *J. Nematology* 1(3): 232- 239. USA.
- Cepeda, S.M. y F.D. Hernández. 1985. Revisión bibliográfica del nematodo de la lesión *Pratylenchus* spp. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Boletín 25. 120 p.
- Cepeda, V., M.A. 1988. Control químico de la roña del manzano *Venturia inaequalis* (Cke) Wint, en el cañón de Los Lirios, Municipio de Arteaga, Coahuila. Tesis M.C. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 120 p.
- Chitwood, B.G. 1981. Plant-parasitic nematode problems in Michigan, Michigan: with special reference to the genera of Tylenchorhynchinae (Nematoda). East Lansing, USA. p. 6-10.
- Florini, D.A., R. Loria y J.B. Kotcon. 1987. Influence of edaphic factors and previous crop on *Pratylenchus* spp population densities in potato. *J. Nematology* 19 (1): 85-92.

- Hollis, J.P. 1963. Action of plant-parasitic nematodes of their hosts. *Nematologica* 9(3): 475-494. The Netherlands.
- Klinkenberg, C.H. 1963. Observations on the feeding habits of *Rotylenchus uniformis*, *Pratylenchus crenatus*, *P. penetrans* *Tylenchorhynchus dubius* y *Hemicyclophora similis*. *Nematologica* 9(4): 502-506. The Netherlands.
- Krusberg, L.R., O. Morgan, J.G. Kantzes y L.O. Weaver. 1973. Plant Parasitic Nematodes in Maryland and their control. Bull. University of Maryland, Sheet 120. USA. 13 p.
- Mai, W.F., J.R. Bloom and T.A. Chen. 1977. Biology and ecology of the plant-parasitic nematode *Pratylenchus penetrans*. Bull. 815 Pennsylvania State University. Pennsylvania, USA. 64 p.
- Mc Elroy, F.D. 1972. Nematodes of three fruits and small fruits. IM: Webster, J.M. (Ed.) Economic Nematology. Academic Press. London, England. p. 335-376.
- Pitcher, R.S., Z.A. Patrick y W.B. Mountain. 1960 Studies on the host-parasite relations of *Pratylenchus penetrans* (Cobb) to apple seedlings. 1. Pathogenicity under sterile conditions. *Nematologica* 5(2): 309-314. The Netherlands.
- Townshend, J.L. 1975. Root-lesion nematode in Ontario orchards Bull. Ministry of Agriculture. Canada. 4 p.
- Wong, K. y J.M. Ferris. 1968. Factors influencing the population fluctuation of *Pratylenchus penetrans* in soil. III Host. Plant. species. *Phytopathology* 58(5):662-655. USA.

RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y SECO DE CUATRO COMPUESTOS FORRAJEROS DE TRITICALE (*X. triticosecale* Wittmack) EN TRES AMBIENTES DEL NORTE DE MÉXICO

Héctor Hernández Gaona¹
A. Javier Lozano del Río²
Fernando Borrego Escalante³
Emilio Padrón Corral⁴

RESUMEN

Durante el ciclo agrícola 1987-1988 se evaluaron cuatro compuestos forrajeros de triticales formados por tres tipos de líneas de hábitos diferentes: primaverales, intermedio e invernal en diferentes proporciones, además del testigo comercial Eronga-83 de hábito primaveral, en tres localidades (Abasolo, Buenavista y Zaragoza) del Estado de Coahuila, México.

Se encontró que los compuestos forrajeros superaron significativamente al testigo comercial Eronga-83 en rendimiento de forraje verde y seco después de cada corte, además de que su capacidad de recuperación fue mayor.

No se encontraron grandes diferencias en rendimiento entre los compuestos forrajeros.

La calidad forrajera de los compuestos fue muy similar a la variedad testigo.

INTRODUCCIÓN

En el Norte del país la producción de forraje alcanza su punto crítico en el período de invierno, debido a las bajas temperaturas existentes en la región que

1. Tesista M.C.

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

4. Lic. M.C. Maestro Investigador del Depto. de Estadística y Cálculo. Div. Ingeniería, UAAAN.

limitan la productividad de especies forrajeras, tanto nativas como cultivables. El triticale representa un recurso inmediato para tratar de subsanar esta escasez, ya que diversos investigadores han evaluado diferentes genotipos de triticale en varios ambientes de esta región (Castro, 1976; Quiroga y Fariás, 1981; García y Ayala, 1981; Caezar, 1985, 1987 y Escobar, 1987), y han encontrado que el triticale supera a la mayoría de los cultivos invernales en cuanto a rendimiento y calidad de forraje. El objetivo de esta investigación consiste en determinar el comportamiento agronómico de cuatro compuestos forrajeros formados por líneas de los tres hábitos de crecimiento en diferentes proporciones, comparados con el testigo comercial, Eronga-83 bajo condiciones de riego, en tres localidades del Norte de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en tres localidades del Estado de Coahuila, México: Abasolo, Buenavista y Zaragoza, cuyas coordenadas geográficas y características climáticas aparecen en el Cuadro 1.

El material genético utilizado en el experimento (Cuadro 2), consistió en líneas experimentales de triticale de tres hábitos de crecimiento diferentes: primaverales, intermedias e invernales, proporcionadas al programa de cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Además, se utilizó la variedad comercial Eronga-83 triticale como testigo.

Desarrollo del experimento

La densidad de siembra utilizada en las tres localidades fue de 150 kg/ha para todos los tratamientos, incluyendo al testigo comercial Eronga-83, sembrando a mano y a chorrillo.

Cuadro 1. Características de los sitios experimentales

	Abasolo	Buenavista	Zaragoza
Latitud Norte	21°10'56"	25°31'	27°31'
Longitud oeste	101°25'31"	101°01'	99°50'
Altitud (msnm)	550	1743	400
Clima	extremoso	muy árido y semicálido	semiseco templado
Precipitación (mm)	300-400	424	524
Temp. media anual (°C)	20-22	17.1	27.9
Textura del suelo	Francos	Migajón arcilloso	xerosol cálcico y háplico

Cuadro 2. Material genético utilizado en el experimento

Compuesto 1		Compuesto 2	
*	Eronga-83	*	Eronga-83
**	274/320//CIN"S" X-27145-OYA-1BV-2BV-P-1BV-OY	**	KISS//193 303/358/3/RM"S" X-23 315-OYA-2BV-P-P-1BV-OY
***	URSS 3310 X-9M-OY-1Y-2BV-1BV-OY	***	URSS 3310 X-9M-OY-1Y-2BV-1BV-OY
Compuesto 3		Compuesto 4	
*	Eronga -83	*	Eronga-83
**	M2A// WE/OCTO OUTC C-1761-4M-OY-1BV-OY	**	274/320//MEX64/KS 64 X-21749-)YA-1BV-P-P-1BV-OY
***	URSS 3310 X-9M-OY-1Y-2BV-1BV-OY	***	URSS 3310 X-9M-OY-1Y-2BV-1BV-1BV-OY

* Hábito de crecimiento primaveral = 60% = 90.0 kg 1 Ha

** Hábito de crecimiento intermedio = 25% = 37.5 kg/ha

*** Hábito de crecimiento invernal = 15% = 22.5 kg/ha

El tamaño de la parcela fue de ocho surcos de 3 m de longitud y 30 cm entre surcos. La parcela útil estuvo formada por los seis surcos centrales.

Se fertilizó con la dosis 100-80-00 en las localidades de Abasolo y Buena-vista, y en Zaragoza Coahuila se empleó la dosis 80-100- 00, aplicando 50 unidades de nitrógeno después de cada corte en las tres localidades.

Los cortes de hicieron en forma manual con rozadera, a una altura aproximada de 2-3 cm de la superficie del suelo.

El rendimiento de forraje verde se registró en cada corte entre la etapa de encañe y embuche en la parcela útil, en kg/parcela, transformándolo posteriormente a ton/ha.

El rendimiento de forraje seco se registró también en cada corte, tomando una muestra de 500 g de forraje verde de cada parcela y, después de secarla en un asoleadero, se pesó para registrar el dato en g/parcela transformándolo después a ton/ha. En los análisis de calidad se determinó el porcentaje de proteína, fibra, extracto etéreo, cenizas y extracto libre de nitrógeno.

El diseño experimental utilizado en cada localidad fue en bloques al azar en parcelas divididas, en el cual la parcela grande la constituyeron los cortes, y la parcela chica los cinco tratamientos.

Los análisis estadísticos efectuados fueron: análisis de varianza individual por localidad, además de un análisis de varianza combinado para localidades.

Se realizaron pruebas de medias (DMS al 1 y 5% de probabilidad) para observar las diferencias de los tratamientos en cada corte y de cada corte en cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimientos de forraje verde

Análisis de varianza individual

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de los análisis de varianza individuales para cada una de las localidades, en donde se observa alta significancia estadística para las fuentes de variación, cortes, tratamientos y la interacción tratamientos por cortes en todas las localidades.

Por lo que respecta a la alta significancia en la fuente de variación cortes en las pruebas de medias correspondientes (DMS al 1 y 5% de probabilidad), la producción de forraje verde al primer corte fue significativamente diferente del segundo y tercer corte en las tres localidades, sin embargo, los patrones de producción variaron entre éstas, pues mientras que en las localidades Buenavista y Zaragoza el primer corte fue significativamente superior a los dos restantes, en la localidad de Abasolo fue a la inversa; es decir, la producción en el primer corte fue significativamente menor que en los dos restantes (Cuadro 4).

Cuadro 3. Cuadrados medios y significancias estadísticas de los análisis de varianza individuales para producción de forraje verde en las 3 localidades. Ciclo 87-88.

F.V.	g.l.	C.M.		
		Abasolo	Buenavista	Zaragoza
Repeticiones	2	7.201	104.818	7.452
Cortes	2	1178.237**	1119.744**	205.837**
E.P.G.	4	9.918	37.937	3.419
Total P.G.	8			
Tratamientos	4	93.396**	66.121**	34.857**
Trat x Cortes	8	47.974**	57.939**	13.868*
E.P.CH	24	5.314	8.996	5.782

$CV_t = 15.72\%$ $CV_t = 12.91\%$ $CV_t = 15.41\%$
 $CV_c = 9.60\%$ $CV_c = 11.86\%$ $CV_c = 5.29\%$

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Villegas (1964) quien menciona que el rendimiento de forraje de cereales de invierno se reduce entre un 20 y un 80 % al realizarse cortes sucesivos. En la localidad de Abasolo, Coahuila, estos resultados se explican debido a que el cultivo tuvo un déficit de humedad antes del primer corte, esto aunado a las altas temperaturas prevalecientes en la localidad, aceleró el desarrollo del componente primaveral y favoreció una rápida transición de las plantas de la fase vegetativa a la reproductiva, lo que incidió en una menor cantidad de forraje en el primer corte.

Por lo que respecta a la alta significancia en la fuente de variación tratamientos, en el Cuadro 5 se puede observar que, en general, los cuatro compuestos fueron superiores desde un 30 a 60% al testigo comercial Eronga-83 de hábito primaveral. Esto se explica debido a que los compuestos muestran una diferencia significativa en la capacidad de recuperación después de cada

Cuadro 4. Comparación de medias de rendimiento de forraje verde (DMS al 1% de probabilidad) entre cortes (ton/ha) incluyendo los cinco tratamientos y las tres localidades.

Corte	Abasolo		Corte	Buenavista		Corte	Zaragoza	
	Rendimiento (ton/ha)	Nivel de significancia		Rendimiento (ton/ha)	Nivel de significancia		Rendimiento (ton/ha)	Nivel de significancia
3	21.832	a	1	33.147	a	1	19.869	a
2	17.385	a	2	19.101	b	2	13.749	b
1	4.749	b	3	17.408	b	3	13.194	b
	<u>43.966</u>			<u>69.656</u>			<u>46.812</u>	

Cuadro 5. Comparación de medias de rendimiento de forraje verde (DMS al 1% de probabilidad) en los tres cortes (ton/ha) entre los cinco tratamientos evaluados en las tres localidades.

Tratamiento	Abasolo		Tratamiento	Buenavista		Tratamiento	Zaragoza	
	Rendimiento medio (ton/ha)	Nivel de significancia		Rendimiento medio (ton/ha)	Nivel de significancia		Rendimiento medio (ton/ha)	Nivel de significancia
4	52.516	a	4	75.955	a	3	50.739	a
1	52.295	a	3	73.894	a	1	49.998	a
3	44.226	b	1	72.899	a	2	49.628	a
2	41.895	b	2	69.891	a b	4	47.174	a b
5	28.908	c	5	55.656	c	5	36.526	c

corte, en comparación con el testigo Eronga-83, debido a las diferencias en el hábito de crecimiento, ya que los compuestos están formados, además de las líneas de hábito primaveral, con líneas de hábito intermedio e invernal que presentan una cantidad mucho mayor de macollos, lo que resulta en una mayor capacidad de recuperación y, por lo tanto, de producción de forraje, lo cual concuerda con lo observado por Caezar (1985) y Robles (1983).

Por lo que respecta a la alta significancia estadística en la interacción cortes por tratamientos, en general, se puede observar que en las distintas localidades los tratamientos difieren en la contribución a la interacción con los cortes (Cuadro 6), ya que en la localidad de Abasolo, Coahuila, los cortes dentro de los tratamientos son los que contribuyen en forma significativa a la interacción, además de los tratamientos dentro del segundo y tercer corte. Se puede observar que en esta localidad el testigo comercial Eronga-83 (tratamiento 5) no contribuyó a la interacción, así como tampoco contribuyen los tratamientos dentro del primer corte.

En la localidad de Buenavista, Coahuila, ocurre lo contrario, ya que el tratamiento que más contribuye a la interacción es el tratamiento cinco (testigo), además de los tratamientos dentro del segundo y tercer corte. En la localidad de Zaragoza, Coahuila, se pudo observar que los compuestos uno, dos y tres son los que contribuyen a la interacción, además del testigo comercial Eronga-83, así como los tratamientos dentro del tercer corte. Estas diferencias en la aportación a la interacción Genotipo- ambiente son frecuentes al evaluar genotipos en diferentes localidades, ya que la diferencia en los estímulos ambientales provoca amplia variación en el desarrollo del cultivo (Feregrino, 1985).

Cuadro 6. Descomposición de la interacción cortes por tratamientos en sus efectos simples incluyendo las tres localidades, mostrando los cuadrados medios y su significancia estadística.

F.V.	g.l.	C.M.		
		Abasolo	Buenavista	Zaragoza
C/T ₁	2	438.611**	144.967	48.866*
C/T ₂	2	210.646**	183.715	38.584*
C/T ₃	2	286.022**	123.136	32.414*
C/T ₄	2	376.084**	125.950	16.975
C/T ₅	2	58.773	773.732**	124.468**
T/C ₁	4	0.292	14.553	3.633
T/C ₂	4	26.062**	48.572**	5.465
T/C ₃	4	162.991**	118.873**	53.498**

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Análisis de varianza combinado de forraje verde

Los resultados del análisis de varianza combinado entre localidades se presentan en el Cuadro 7, en donde se puede apreciar alta significancia estadística para las fuentes de variación localidades, cortes, tratamientos dentro de cortes y la interacción localidades por cortes.

Con respecto a las localidades, esta alta significancia estadística indica la diferencia en condiciones ambientales entre las tres localidades, lo que resulta en una distinta expresión del potencial de rendimiento de los tratamientos evaluados.

De acuerdo con los resultados obtenidos se realizó una prueba de comparación de medias (DMS al 1% de probabilidad) como se muestra en el Cuadro 8, donde se observa que la localidad de Buenavista, Coahuila, fue significativamente superior en potencial de rendimiento de forraje verde a las dos localidades restantes, ya que presentó una media general de 69.656 ton/ha, incluyendo los cinco tratamientos en los tres cortes, siendo superior en 58.4 y 48.7% a las localidades de Abasolo y Zaragoza, Coahuila, que promediaron, respectivamente, 43.966 y 46.812 ton/ha, de forraje verde.

La alta significancia que muestra la fuente de variación cortes, se explica por la diferencia encontrada en rendimiento de forraje verde entre los cortes, incluyendo las tres localidades, ya que la producción promedio al primer corte fue de 19.255 ton/ha, superior en un 20.38 y un 5.63 % al segundo y tercer corte, respectivamente (Cuadro 9).

Cuadro 7. Resultados del análisis de varianza combinado para producción de forraje verde. Ciclo 87-88.

F.V.	g.l.	S.C.	C.M.
Localidades	2	1983.365	991.683**
Rep/Loc	6	238.643	39.774
Cortes	2	250.204	125.102**
L x C	4	4757.434	1189.358**
R x C/L	12	212.239	17.687
T/C	12	1416.602	121.800**
T/C ₁	4	17.557	4.389
T/C ₂	4	245.602	61.401**
T/C ₃	4	1198.442	299.611**
L x T/C	24	274.161	11.423
Error	72	475.010	6.597
Total	134	9652.658	

C.V. = 14.4%

* Significativo al 5% probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 8. Resultados de la prueba de comparación de medias entre localidades (DMS al 1% de probabilidad) para producción de forraje verde. Ciclo 87-88.

Localidad	Rendimiento de forraje verde (ton/ha)	Nivel de significancia
Buenavista	69.656	a
Zaragoza	46.812	b
Abasolo	43.966	c

Cuadro 9. Resultados de la prueba de comparación de medias entre cortes (DMS al 1% de probabilidad) para producción de forraje verde del análisis de varianza combinado.

Cortes	Rendimiento de forraje verde (ton/ha)	Significancia estadística
1	19.255	a
3	18.227	a
2	15.995	b

Se observó una alta significancia estadística para la interacción localidades por cortes (Cuadro 7), por lo que se procedió a descomponerla en sus efectos simples, encontrando alta significancia en las localidades dentro de los cortes segundo y tercero, y en los cortes dentro de las tres localidades. Para localidades dentro de cortes se observaron diferencias entre las localidades de Abasolo y Buenavista, Coahuila, pero más notorias entre éstas y la localidad de Zaragoza. En los cortes dentro de las localidades se observaron diferencias notables entre los tres cortes (Cuadro 10).

En el caso de la fuente de variación tratamientos dentro de cortes, la alta significancia estadística encontrada se explica en base a la diferencia de rendimiento de forraje verde encontrada entre los cuatro compuestos de triticales evaluados y la variedad comercial Eronga-83 (Cuadro 11).

Cuadro 10. Descomposición de la interacción localidades por cortes en sus efectos simples.

F.V.	g.l.	S.C.	C.M.
L/C ₁	2	6 056.9211	3 028.460
L/C ₂	2	176.64996	88.324**
L/C ₃	2	507.2271	253.613**
C/L ₁	2	2 356.4739	1 178.237**
C/L ₂	2	2 239.4882	1 119.744**
C/L ₃	3	411.67468	205.837**

Cuadro 11. Resultados de la prueba de comparación de medias de rendimiento (DMS al 1% de probabilidad) para producción de forraje verde entre los tratamientos evaluados en las tres localidades.

Tratamiento	Rendimiento de forraje verde (ton/ha)	Significancia estadística
4	58.458	a
1	58.397	a
3	56.286	b
2	53.804	c
5	40.360	d

En el cuadro anterior se observa que los compuestos uno y cuatro son iguales estadísticamente, son los de más alto rendimiento de forraje verde 58.397 y 58.548 ton/ha, y son superiores en promedio al tratamiento tres en un 3.88 %, al tratamiento dos en un 8.67% y al testigo comercial Eronga-83 en un 44.87%.

Estos resultados muestran la diferencia en producción de forraje verde en cada localidad, explicable por las diferencias en latitud, altura sobre el nivel del mar, tipo de suelo, clima y manejo del cultivo, y se refleja en una diferencia significativa entre localidades, ejemplificada por la máxima producción promedio registrada en Buenavista, Coahuila, en comparación con la mínima producción promedio reportada para Abasolo, Coahuila. Estas diferencias se explican también por la magnitud de la interacción genotipo-ambiente, frecuente al evaluar genotipos en diferentes localidades y/o años. La variación en rendimientos entre localidades, encontrada en este experimento, concuerda con las observaciones con variedades de triticale en distintos ambientes o años reportadas por diversos autores como Bishnoi *et al.* (1978); y Golub. (1983).

Producción de forraje seco

Análisis de varianza individuales

En el Cuadro 12 se presentan los resultados de los análisis individuales para cada una de las tres localidades, donde se observa alta significancia estadística en la fuente de variación cortes en la localidad de Abasolo, Coahuila, y significancia estadística en la localidad de Buenavista, Coahuila. Para la fuente de variación tratamientos se advierte alta significancia estadística en las localidades de Abasolo y Buenavista, Coahuila, y significancia estadística en la localidad de Zaragoza. Para la interacción tratamientos por cortes se percibe alta significancia estadística en las localidades de Abasolo y Buenavista, Coahuila.

Con respecto a la fuente de variación cortes, en las pruebas de comparación de medias realizadas para las localidades de Abasolo y Buenavista, Coahuila, la producción de forraje seco al primer corte fue más baja en la localidad de Abasolo, Coahuila, siendo lo contrario en la localidad de Buenavista, en donde el primer corte fue el más alto en la producción de forraje seco. Para el segundo y tercer corte los valores en la producción de forraje seco tuvieron valores semejantes (Cuadro 13).

Estos resultados muestran una tendencia de aumento de materia seca a través de los cortes en las localidades de Abasolo y Zaragoza, Coahuila, y difieren de lo manifestado por Villegas (1964), quien encontró que el rendimiento de los cereales de invierno se reduce entre un 20 y un 80%, al realizarse cortes

Cuadro 12. Cuadrados medios y significancias estadísticas de los análisis de varianza individuales para producción de forraje seco en las tres localidades.

F.V.	g.l.	C.M.		
		Abasolo	Buenavista	Zaragoza
Repeticiones	2	0.135	2.302	0.094
Cortes	2	28.031**	11.501*	0.837
E.P.G.	4	0.208	0.803	0.246
Total P.G.	8			
Tratamientos	4	1.350**	1.487**	0.674*
Trats. x Cortes	8	0.911**	2.019**	0.335
E.P. Ch.	24	0.131	0.336	0.167
Total P. Ch.	44			
		CV _T = 14.40%	CV _T = 15.90%	CV _T = 16.26%
		CV _c = 8.11%	CV _c = 10.99%	CV _c = 8.82%

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

Cuadro 13. Comparación de medias de rendimiento (DMS al 1% de probabilidad) para producción de forraje seco entre cortes (ton/ha) de los cinco tratamientos evaluados en las localidades de Abasolo y Buenavista, Coahuila.

Corte	Abasolo		Corte	Buenavista	
	Rendimiento medio (ton/ha)	Nivel de significancia		Rendimiento medio (ton/ha)	Nivel de significancia
3	3.401	a	1	4.626	a
2	3.201	a	3	3.366	a
1	0.939	b	2	2.943	b

sucesivos. En el caso de este experimento el aumento se debió al efecto de "relieve" de las líneas en cada compuesto, a diferencia de la tendencia a disminuir la producción en caso de la utilización de variedades solas.

Con respecto a la fuente de variación tratamientos, los resultados muestran que el compuesto cuatro se comporta mejor que los otros tratamientos en todas las localidades (Cuadro 14), ya que se mantiene en el nivel de significancia estadística superior, seguido por los tratamientos uno, tres y dos, que se mantienen en dos localidades en el nivel de significancia estadística inmediato inferior. El testigo comercial se comportó estadísticamente inferior a todos los tratamientos en todas las localidades, lo anterior se explica por la diferencia en producción de forraje seco de los tratamientos con respecto al testigo comercial Eronga-83, debido a su mayor capacidad de amacollamiento; estos resultados concuerdan con lo observado por Caezar (1985) y Robles (1983).

En lo que respecta a la interacción cortes por tratamientos, se observó alta significancia en las localidades de Abasolo y Buenavista, encontrándose que en Abasolo, Coahuila, tanto los compuestos experimentales como el testigo comercial Eronga-83, contribuyen en forma similar a la interacción además de los tratamientos dentro del tercer corte. En la localidad de Buenavista, Coahuila, se observó que sólo el testigo comercial Eronga-83 fue el que contribuyó a la interacción, además de los tratamientos dentro del segundo y tercer corte (Cuadro 15).

Análisis de varianza combinado de forraje seco

Los resultados del análisis de varianza combinado entre localidades se presentan en el Cuadro 16, encontrándose alta significancia estadística para las fuentes de variación localidades, cortes, localidades por cortes y tratamientos dentro de cortes.

Con respecto a las localidades, su alta significancia estadística indica la diversidad en condiciones ambientales entre los tres sitios, que resulta en una expresión diferente del potencial de rendimiento de los tratamientos evaluados.

Cuadro 14. Comparación de medias de rendimiento (DMS al 1% de probabilidad) de forraje seco en los tres cortes (ton/ha), entre los cinco tratamientos evaluados en las tres localidades.

Tratamiento	Abasolo		Buenavista		Zaragoza		Nivel de significancia	
	Rendimiento medio (ton/ha)	Nivel de significancia	Tratamiento	Rendimiento medio (ton/ha)	Nivel de significancia	Tratamiento		Rendimiento medio (ton/ha)
4	8.643	a	1	11.797	a	2	8.740	a
1	8.527	a	3	11.633	a	3	8.576	a
2	7.411	b	4	11.558	a	4	8.216	a b
3	7.364	b	2	10.835	a b	1	8.040	b
5	5.762	c	5	8.857	c	5	6.667	c

Cuadro 15. Descomposición de la interacción cortes por tratamientos en sus efectos simples para producción de forraje seco en las localidades de Abasolo y Buenavista, Coahuila.

F.V.	g.l.	C.M.	
		Abasolo	Buenavista
C/T ₁	2	8.713**	0.945
C/T ₂	2	5.744**	1.793
C/T ₃	2	5.780**	1.408
C/T ₄	2	8.853**	0.480
C/T ₅	2	2.582*	14.947**
T/C ₁	4	0.013	0.762
T/C ₂	4	0.349	1.234*
T/C ₃	4	2.807**	3.734**

* Significancia al 5% de probabilidad

** Significancia al 1% de probabilidad

Cuadro 16. Resultados del análisis de varianza combinado para producción de forraje seco. Ciclo 87-88.

F.V.	g.l.	S.C.	C.M.
Loc	2	1 983.365	991.683**
Rep/Loc	6	238.643	39.774
Cortes	2	250.204	125.102**
L x C	4	4 757.434	1 189.358**
R x C/L	12	212.239	17.687
T/C	12	1 461.602	121.800**
T/C ₁	4	17.557	4.389
T/C ₂	4	245.602	61.401**
T/C ₃	4	1 198.442	299.611**
L x T/C	24	274.161	11.423
Error	72	475.010	6.597
Total	134	9 652.658	
C.V. = 14.4%			

* Significancia al 5% de probabilidad

** Significancia al 1% de probabilidad

En base a lo anterior, se realizó una prueba de comparación de medias (DMS al 1% de probabilidad), donde se encontró que la localidad de Buenavista, Coahuila, fue superior en producción de forraje seco a las dos restantes localidades, ya que presentó una media general de 10.935 ton/ha, incluyendo los cinco tratamientos en los tres cortes, siendo superior en un 45 y un 35.88% a las localidades de Abasolo y Zaragoza, Coahuila, que promediaron respectivamente 7.541 y 8.047 ton/ha de forraje seco (Cuadro 17).

En el caso de la fuente de variación, cortes, la alta significancia estadística encontrada en el análisis de varianza combinado se explica por la diferencia que mostró el rendimiento de forraje seco entre el primero, segundo y tercer corte, incluyendo las tres localidades, ya que la producción promedio del tercer corte fue de 3.240 ton/ha, superior en un 11.72% al segundo corte que produjo 2.900 ton/ha, y en un 20% al primer corte que produjo 2.700 ton/ha (Cuadro 18).

En la interacción localidades por cortes se observa una alta significancia estadística (Cuadro 16), por lo que se procedió a descomponerla en sus efectos simples, encontrando una alta significancia estadística en las localidades dentro del primer y segundo corte, y significancia estadística en localidades dentro del tercer corte, además de alta significancia estadística en los cortes dentro de las localidades de Abasolo y Buenavista, Coahuila, y significancia estadística de cortes dentro de la localidad de Zaragoza (Cuadro 19).

Con respecto a localidades dentro de cortes, se observaron diferencias entre las tres localidades, pero más marcadamente de Zaragoza con respecto a Abasolo y Buenavista. Para cortes dentro de localidades se advirtieron diferencias del tercer corte con el segundo y primero, que tienden a comportarse de manera semejante.

La alta significancia estadística encontrada para la fuente de variación tratamientos dentro de cortes, se debió mayormente a la diferencia en rendimiento de forraje seco descubierto entre los cuatro compuestos experimentales y la variedad comercial Eronga-83 (Cuadro 20); en éste se observa que los cuatro compuestos ya mencionados formaron un primer grupo de significancia estadística, y el testigo Eronga-83 quedó incluido como único tratamiento en un segundo grupo inferior estadísticamente. Independientemente de lo anterior, el tratamiento cuatro obtuvo el mayor valor de producción de forraje seco promedio con 9.472 ton/ha, y fue superior en un 26.76% al testigo comercial Eronga-83. En forma global, los cuatro tratamientos experimentales incluidos en el primer grupo de significancia estadística rindieron 9.278 ton/ha de forraje seco, superando en un 30.76% a Eronga-83, que rindió 7.095 ton/ha. Así mismo, y en forma similar a lo hallado en el análisis de varianza combinado para producción de forraje verde, la alta significancia estadística encontrada en la interacción localidades por cortes, indica el comportamiento diferencial entre éstos al variar las condiciones ambientales.

Cuadro 17. Resultados de la prueba de comparación de medias entre localidades (DMS al 1% de probabilidad) para producción de forraje seco. Ciclo 87-88.

Localidad	Rendimiento de forraje seco (ton/ha)	Nivel de significancia
Buenavista	10.935	a
Zaragoza	8.047	b
Abasolo	7.541	c

Cuadro 18. Comparación de medias de rendimiento (DMS al 1% de probabilidad) de forraje seco (ton/ha) entre cortes incluyendo los cinco tratamientos evaluados y las tres localidades.

Cortes	Rendimiento de forraje seco (ton/ha)	Nivel de significancia
3	3.240	a
2	2.900	b
1	2.700	b

Cuadro 19. Descomposición de la interacción localidades por cortes en sus efectos simples para producción de forraje seco.

F.V.	g.l.	S.C.	C.M.
L/C ₁	2	102.56348	51.281**
L/C ₂	2	3.15062	1.575**
L/C ₃	2	1.84466	0.922*
C/L ₁	2	56.06209	28.031**
C/L ₂	2	23.00125	11.500**
C/L ₃	2	1.67526	0.837*

Cuadro 20. Resultados de la prueba de comparación de medias de rendimiento de forraje (DMS al 1% de probabilidad) entre los tratamientos evaluados en las tres localidades.

Tratamiento	Rendimiento de forraje seco (ton/ha)	Nivel de significancia
4	9.472	a
1	9.454	a
3	9.191	a
2	8.995	a
5	7.095	b

Estos resultados muestran la diferencia en producción de forraje seco que se explican por las diferentes condiciones ambientales existentes en cada localidad; esto se ejemplifica por la máxima producción de forraje seco obtenida en la localidad de Buenavista, Coahuila, comparada con la más baja producción de forraje que exhibió la localidad de Abasolo, Coahuila. Esta diferencia se explica también por la interacción que los múltiples factores del medio ambiente ejercen con marcada influencia en el desarrollo de las plantas, controlando no sólo su crecimiento y productividad, sino que también son factores importantes en su distribución. Es pues, importante para la fisiología vegetal, determinar los factores climáticos que influyen sobre la función interna de las plantas, así como las respuestas que éstas presentan a dichos factores. Evidentemente, los factores climáticos más importantes para el crecimiento de los vegetales son: la disponibilidad de agua, la luz y la temperatura (Jasso, 1984).

CONCLUSIONES

En base a las condiciones en que se llevó a cabo este estudio, y de acuerdo a los objetivos planteados, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los cuatro compuestos experimentales superaron en forma significativa a la variedad comercial del mismo cultivo Eronga-83 utilizada como testigo, en rendimiento total de forraje verde y seco.
2. La capacidad de recuperación de los cuatro compuestos experimentales después de cada corte fue muy superior a la que mostró el testigo comercial (Eronga-83), debido a los componentes de hábito intermedio e invernial que tienen una mayor capacidad de amacollamiento y rebrote, además de diferenciarse en su fenología.
3. No se encontraron diferencias significativas entre los compuestos experimentales estudiados en cuanto a calidad forrajera, sin embargo, en forma general, ésta disminuyó en baja proporción entre cortes. Independientemente de lo anterior, la calidad forrajera en los compuestos experimentales evaluados es similar o incluso superior a lo reportado para otros cultivos forrajeros de invierno por diversos investigadores.

REVISIÓN DE LITERATURA

Bishnoi, V.R., P. Chitapong, J. Hughes, and J. Nishimuta. 1978. Agron. J. 70(3):439-441 United States of America.

Campo Agrícola Experimental de Zaragoza (Caezar). 1985. Resumen del día del agricultor. SARH-INIFAP. Zaragoza, Coahuila, México. 28 p.

- _____. 1987. Resumen del 16^o día del agricultor. SARH-INIFAP. Zaragoza, Coahuila, México.
- Castro, A.L. 1976. Rendimiento y calidad forrajera de cinco cereales evaluados en diferentes estados de desarrollo vegetativo. Tesis M.C. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados. 80 p.
- Escobar, H.A. 1987. Efectos de tres sistemas de corte en la producción de tres cereales forrajeros, en condiciones de riego. Tesis M.C. Buenavista, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 69 p.
- Feregrino, C.J.L.E. 1985. Influencia del medio ambiente sobre el desarrollo, rendimiento y calidad del forraje y grano de triticale (*X. triticosecale* Wittmack). III requerimientos ambientales para desarrollo y calidad. Tesis de Licenciatura. Buenavista, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 63 p.
- García C., A., y J. Ayala. 1981. Evaluación del potencial forrajero de avena, cebada, triticale y sorgo en tres localidades de Zacatecas bajo condiciones de temporal. En: Resúmenes de investigación del CIANOC en forrajes. México. INIA. 25 p.
- Golub, N.N. 1983. Results of trials with triticale. *Seleksiya. Semenouostua*. 5:29-30 URSS.
- Jasso, I.R. 1984. Influencia del medio ambiente sobre el desarrollo, rendimiento y calidad del forraje y grano de triticale (*X. triticosecale* Wittmack). I Modelo de producción de forraje y grano en función de la humedad del suelo y unidades térmicas en Buenavista, Coahuila. Tesis M.C. Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 66 p.
- Quiroga G., H.M. y M. Farías J. 1981. Jardín de introducción de triticale forrajero 1980-1981. Campo agrícola experimental La Laguna. México. CIAN-INIA-SARH. 18 p.
- Robles S., R. 1983. Producción de granos y forrajes 4a. ed. México. Limusa. p. 267-284.
- Villegas A. 1964. Rendimiento de grano y forraje de 25 variedades de avena (*Avena sativa* L.) en Apodaca, N.L. Tesis de licenciatura. México. 87 p. Universidad Autónoma de Nuevo León.

COMPARACIÓN ENTRE PROBADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LÍNEAS S₂ DE MAÍZ (*Zea mays* L.)*

Jorge R. Durón Ibarra¹
Eleuterio López Pérez²

RESUMEN

En programas de mejoramiento genético de maíz, es importante y necesario contar, para la fase de mejora poblacional, con poblaciones de amplia variabilidad genética, y para la fase de hibridación, con probadores que hagan una eficiente discriminación e identificación de líneas superiores entre un gran número de ellas. La finalidad del presente estudio fue: estimar la variabilidad genética de las poblaciones Pool 23 y Pool 24, en base al comportamiento de líneas S₂ cruzadas con seis probadores y correlacionar el comportamiento de los probadores para identificar líneas superiores. Para el presente trabajo, evaluado durante 1985 en las localidades de Río Bravo, Tamps; Cardel, Ver. y Mochis, Sin., se incluyeron 20 líneas S₂ derivadas de cada una de las poblaciones Pool 23 y Pool 24 en cruza con los probadores Pool 23 Co, Pool 24 Co, H-421, H-422, AN-12 y 43-46-1.

Las líneas de cada población en promedio con los seis probadores, mostraron diferencias altamente significativas para el carácter rendimiento, en la fuente de variación líneas/poblaciones, lo cual indica la existencia de variabilidad en las poblaciones Pool 23 y Pool 24. Los mestizos de la población Pool 24 mostraron, en promedio, los mayores componentes de varianza genética así como de la interacción línea x probador para el carácter rendimiento. Asimismo fue una línea élite (43-46-1) como probador, quien exhibió los valores más altos de las estimaciones de los componentes de varianza.

Finalmente, las correlaciones fenotípicas entre probadores para el carácter rendimiento presentaron valores muy bajos y no significativos; sin em-

*. Parte del trabajo de tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias.

1. M.C. Investigador. Líder del Programa de Maíz del INIFAP-CIFAP-Región Pánuco.

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

bargo, se encontró que los probadores de amplia base genética emparentados, mostraron una mayor similitud en detectar a las líneas más o menos rendidoras.

INTRODUCCIÓN

Todo programa de mejoramiento genético de maíz debe conducirse en dos fases, como son: la mejora poblacional y la hibridación. En la primera fase, y cuando se use un probador no emparentado, es importante seleccionar al probador más apropiado, ya que la ganancia de la selección depende en gran parte de las diferencias en la frecuencia genética del carácter bajo selección, tanto de la población como del probador empleado. En la fase de hibridación, es necesario el desarrollo de líneas endocriadas superiores, así como la evaluación de éstas en sus combinaciones híbridas. Por lo tanto, la selección de un probador, para utilizarse en esta fase, se basa en el uso que tendrán las líneas bajo prueba al formar los híbridos.

De lo anterior, surge la importancia de contar con probadores que hagan una eficiente discriminación de líneas endocriadas, a fin de detectar las más sobresalientes y así optimizar los recursos disponibles.

Los materiales que pueden usarse como probadores son diversos, y muchas definiciones han sido propuestas para tratar de describir al probador más idóneo; sin embargo, existen discrepancias sobre cuál deberá ser el más adecuado para la identificación de líneas superiores.

En base a lo anterior, se utilizaron seis probadores de diferente base genética en cruza con 20 líneas S₂ derivadas de cada una de las poblaciones Pool 23 y Pool 24, con la finalidad de estimar la variabilidad genética de estas últimas poblaciones, y correlacionar el comportamiento de los probadores para identificar líneas superiores.

REVISIÓN DE LITERATURA

Se le da el nombre de probador, a la línea, variedad, híbrido o cualquier otro material genético con el cual se mide la aptitud combinatoria de un grupo de líneas endocriadas.

En los programas de mejoramiento genético de maíz, en la década de los 20', para detectar líneas sobresalientes se procedía a formar y evaluar $n(n-1)/2$ cruza simples entre n líneas, según lo consigna Matzinger (1953); sin embargo, a medida que el número de líneas aumentaba, la metodología anterior se hacía más difícil. Fue entonces que Davis (1927) y Jenkins y Brunson (1932), sugirieron el uso de un probador común para seleccionar líneas endocriadas superiores.

Diversos conceptos se han manejado para elegir al mejor probador y así detectar líneas sobresalientes. Los principales son: aptitud combinatoria general contra aptitud combinatoria específica, amplia base genética contra estrecha base genética, alta frecuencia de genes favorables contra baja frecuencia, y varios probadores contra uno solo.

Hull (1945), sugirió el uso de una línea como probador para mejoramiento poblacional y formación de híbridos superiores. Por su parte Matzinger (1953), estudió tres tipos de probadores para evaluar líneas autofecundadas de maíz y concluyó que cuando se trata de evaluar un número grande de ellas, el mejor pudiera ser una población de amplia base genética.

Algunos investigadores como Green (1948) Lonquist y Rambaugh (1968), al encontrar marcadas diferencias en la clasificación de líneas, hechas por mestizos con diferentes probadores, han llegado a sugerir el uso de más de un probador. Al respecto, Keller (1949), recomendó que siempre que sea posible no se utilice un solo probador para los mestizos, sino dos o tres, y que éstos no estén emparentados entre sí.

Las evidencias presentadas por Rawlings y Thompson (1962), Allison y Curnow (1966), Lonquist (1968), y Márquez (1980), permiten llegar a conclusiones similares respecto a que el mejor probador, tanto para la evaluación de líneas en un programa de hibridación, como para el mejoramiento poblacional en un esquema de selección recurrente, puede ser tanto una línea homocigótica recesiva, como una población con frecuencia génica baja en *loci* importantes.

Posterior a la revisión de trabajos sobre probadores Allard (1975), concluye que el mejor probador es el que proporcione más información cuando las líneas evaluadas se utilicen en sus combinaciones híbridas; el probador debe ser también fácil de utilizar. No existe un probador que cumpla con todos los requisitos para todas las circunstancias, puesto que el valor de un probador viene determinado, en gran parte, por el uso que ha de hacerse de cierto número de líneas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material genético

La población base a partir de las cuales se derivaron las 40 líneas S₂ fueron: población A (Pool 23), Blanco Cristalino Tardío Tropical (TLWF) y la población B (Pool 24) y Blanco Dentado Tardío Tropical (TLWD).

Las 40 líneas S₂ fueron cruzadas cada una con los probadores: Pool 23 Co, Pool 24 Co, H-421, H-422, AN-12 y 43-46-1.

Por lo que respecta al Pool 23 Co y Pool 24 Co, son probadores de amplia base genética y emparentados; H-421 y H-422, son híbridos simples de alto rendimiento; AN-12 y 43-46-1, son líneas endocriadas de estrecha base genética.

Diseño y parcela experimental

Las evaluaciones de los mestizos se realizaron durante 1985, en las siguientes localidades: Río Bravo, Tamps., donde se sembraron las cruza de prueba con los seis probadores; en Cardel, Ver., donde se evaluaron los mestizos con los probadores Pool 23 Co, Pool 24 Co y 43-46-1 y; en los Mochis, Sin., donde se sembraron los mestizos con los probadores. El diseño experimental utilizado fue de bloques incompletos al azar con dos repeticiones por localidad.

En Río Bravo, la parcela experimental estuvo formada, por un surco de 5 m de longitud, una distancia entre surcos de 0.80 m; la distancia entre plantas fue de 0.25 m. En Cardel y Mochis fue de un surco de 5 m de longitud, con una distancia entre surcos de 0.92 m; la distancia entre plantas fue de 0.25 m. En todas las localidades se tuvieron 20 plantas por parcela.

Caracteres estudiados

Durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo se tomaron 10 caracteres de la planta y mazorca de maíz. No obstante, para los objetivos específicos del presente estudio, solo se hará mención a la información correspondiente a la variable rendimiento.

Análisis de varianza

Se realizaron análisis de varianza por localidad para cada variable; posteriormente se hizo una partición de la suma de cuadrados de entradas, en suma de cuadrados de la población A y población B; así mismo se efectuó una subdivisión de los grados de libertad y sumas de cuadrados de los mestizos de cada población en líneas, probadores y líneas/probadores.

También se realizaron análisis de varianza combinado para los mestizos con tres probadores sobre dos localidades. Al igual que para el análisis individual, se hicieron las mismas particiones y subdivisiones de la suma de cuadrados de entradas.

Así mismo, se realizaron estimaciones de los componentes de varianza, los cuales fueron obtenidos de las esperanzas de cuadrados medios de los análisis de varianza individual y combinado. También las varianzas de estos componentes fueron obtenidas usando las fórmulas propuestas por Comstock y Moll (1963).

Con el objetivo de conocer si los probadores clasifican de una manera similar a las líneas, se estimaron correlaciones entre las medias de los mestizos de cada probador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza

De acuerdo a las diferencias altamente significativas encontradas para todos los caracteres de las líneas, excepto pudrición de mazorca (Cuadro 1), se infiere que existe variabilidad genética en las poblaciones Pool 23 y Pool 24, la cual puede ser aprovechada para fines de mejoramiento poblacional.

Sin embargo, en los análisis combinados de las localidades de Río Bravo con Cardel, y Río Bravo con los Mochis, las líneas no mostraron diferencias significativas para el carácter rendimiento, dicho comportamiento puede ser atribuible al efecto enmascarador del ambiente.

Estimaciones de componentes de varianza

En base a los resultados de Río Bravo (Cuadro 2), se puede observar que las líneas de la Pob. A (Pool 23) exhibieron mayores componentes de varianza genética que las líneas de la Pob. B (Pool 24), para las características de altura de planta y mazorca; sin embargo, esta última población mostró mayores componentes de varianza genética para días a floración y rendimiento; esta situación hace suponer que al trabajar en un programa de mejoramiento genético, cuyos objetivos sean precocidad y alta producción, se tendrá mayor probabilidad de éxito al usar como germoplasma base a la población Pool 24.

Reyes (1979), cuestionó hasta dónde es importante que las líneas interactúen o no con los probadores, siendo cierto que en un programa de mejoramiento se emplean las líneas para formar híbridos o sintéticos; por lo tanto, es importante la interacción. Al respecto, en el Cuadro 2 se observa que las líneas de la Pob B mostraron los valores más altos de la interacción línea x probador para todos los caracteres, excepto altura de mazorca.

Por otro lado, Matzinger (1953), reportó que a medida que la heterogeneidad de los probadores aumenta, el componente de varianza de la interacción de línea x probador disminuye; puede decirse que en este trabajo, para el carácter rendimiento (Cuadro 2), se observó esa tendencia, comportamiento que no sucedió para el resto de los caracteres.

Cuadro 1. Cuadrados medios para seis caracteres de maíz evaluados en Rfo Bravo, Tamaulipas en 1985.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Días a flor	Altura de mazorca	Altura de planta	Mala Cob.	Mazorcas podridas	Rendimiento en mazorca
Rep/Prob	6	1.66*	63.12	208.12	0.02	0.02	829800.15
Probadores	5	155.46**	3673.37**	8231.87**	0.11**	0.11*	12830861.68**
Poblaciones	1	537.63**	6976.87**	10267.50**	0.24	0.13*	10586268.03**
Prob x Pob	5	4.18	156.87	57.25	0.03	0.02	3380311.80**
Líneas/Pob	38	13.27**	279.76**	676.26**	0.05	0.03	2873886.48**
Líneas/Pob A	19	11.51**	295.23**	733.99**	0.04**	0.03	1708514.77**
Líneas/Pob B	19	15.04**	246.29**	618.52**	0.07**	0.02	4039258.20**
Líneas x Prob/Pob	190	1.96**	71.00	108.59	0.01	0.01	820333.61
Líneas x Prob/Pob A	95	1.73**	73.04	97.55	0.01	0.01	716600.49
Líneas x Prob/Pob B	95	2.19**	68.96	119.63	0.01	0.01	924066.72*
Error	234	0.70	69.32	106.43	0.01	0.02	643111.72
C.V. (%)		1.09	13.09	5.43	131.12	44.77	14.14
\bar{X}		76.34	63.56	189.94	0.09	0.32	5669.66

* y ** = Significativo y altamente significativo al 0.5 y 0.1 de probabilidad, respectivamente.

Cuadro 2. Estimaciones de los componentes de varianza y errores estándar de las líneas de la población A y B y sus interacciones con probadores, Río Bravo, Tamps.

C A R A C T E R					
Fuentes de variación*	Días a flor	Altura de mazorca (cm)	Altura de planta (cm)	Rendimiento en mazorca	
Líneas de la Pob A	.90 ± .30	18.83 ± 7.60	52.30 ± 18.83	88783.64 ± 44072.66	
Líneas de Pob B	1.20 ± .39	14.75 ± 6.35	42.67 ± 15.83	283012.26 ± 103662.28	
Líneas de la Pob A x prob	.52 ± .13	1.86 ± 6.80	0 ± 8.55	36744.69 ± 59356.93	
Líneas de la Pob B x prob	.74 ± .16	0 ± 6.47	6.60 ± 9.88	140477.80 ± 72648.45	
Líneas x P ₁ y P ₂	.47 ± .19	7.69 ± 9.99	5.63 ± 14.04	0 ± 52639.60	
Líneas x P ₃ y P ₄	.49 ± .19	8.16 ± 10.09	.50 ± 12.97	37961.32 ± 93366.53	
Líneas P ₅ y P ₆	.45 ± .18	0 ± 6.30	0 ± 10.65	172471.49 ± 1143365.16	

*Pob A, Pob B, P₁, P₂, P₃, P₄, P₅ y P₆ se refiere a las poblaciones Pool 23 y Pool 24 y a los probadores Pool 23 Co, Pool 24 Co, H-421, H-422, AN-12 y 43-46-1, respectivamente.

En los análisis combinados de las localidades de Río Bravo con Cardel, y de Río Bravo con los Mochis (Cuadro 3), nuevamente se detectó que las líneas de la Pob. B exhibieron los mayores componentes de varianza para el carácter rendimiento, lo cual puede reafirmar lo antes expuesto, en el sentido de tener mayor probabilidad de éxito al utilizar la población Pool 24 como fuente geoplásmica en programas de mejoramiento; sin embargo, para estos análisis no se pudo hacer una comparación homogénea de probadores.

La varianza entre mestizos ha sido un criterio utilizado con frecuencia para seleccionar un buen probador, según lo citó Rawling y Thompson (1962) y Allison y Curnow (1966); al respecto, la variabilidad entre mestizos con diferentes probadores se muestra en el Cuadro 4, en base a la localidad de Río Bravo (que fue la única en donde se sembraron todas las cruza de prueba), de la combinación de Río Bravo con Cardel, y de Río Bravo con Mochis (en donde se evaluaron solamente tres grupos de mestizos en cada combinación).

Se puede observar que el probador 43-46-1, el cual es una línea élite, exhibió los valores más altos de las estimaciones de componentes de varianza para el carácter rendimiento en ambas poblaciones y en todas las localidades (excepto en la combinación de Río Bravo con Cardel, para la Pob. B; sin embargo, el mayor valor también lo presentó una línea élite); es decir, se muestra la característica de este probador para provocar variabilidad en los cruzamientos donde interviene.

El resultado anterior concuerda con los reportados por Hallauer y López (1979), quienes encontraron que un solo probador, en su caso una línea autofecundada de alto rendimiento, puede servir para evaluar aptitud combinatoria general y específica; así también concuerda con los resultados presentados por Darrah *et al.* (1972), y Horner *et al.* (1976), en donde concluyen que probadores de estrecha base genética son efectivos para el mejoramiento en general.

Cuadro 3. Estimaciones de los componentes de varianza genética y errores estándar de las líneas de las poblaciones A y B, en base a las localidades de Río Bravo, Tamps., con Cardel, Ver, y de Río Bravo, Tamps. con los Mochis, Sin.

Fuente de variación	Rendimiento	
	R.B. con Cardel	R.B. con Mochis
Líneas de la Pob A	0 ± 43033	24335 ± 49063
Líneas de la Pob B	3478 ± 79160	62675 ± 120957
Líneas de la Pob A x Loc	107578 ± 67093	0 ± 66062
Líneas de la Pob B x Loc	253060 ± 111713	224431 ± 153188
Líneas de la Pob A x prob.	0 ± 65319	150655 ± 107494
Líneas de la Pob B x prob.	79557 ± 57915	0 ± 99938
Líneas x P ₁ y P ₂		

Cuadro 4. Estimaciones de varianzas genéticas y errores estándar para los mestizos de la población A y B, en base a la localidad de Río Bravo, Tamps., y de la combinación de Río Bravo, Tamps. con Cardel, Ver., y de Río Bravo con Mochis, Sin.

Probador	RENDIMIENTO		
	L o c a l i d a d e s		
	R.B.	R.B. con Cardel	R.B. con Mochis
	0 ± 77183	35390 ± 49816	
Pool 23 Co	30722 ± 112673	78183 ± 92164	
	17308 ± 108684	3758 ± 138569	
Pool 24 Co	567982 ± 276108	0 ± 158627	
	0 ± 75838		3267 ± 166432
H-421	340481 ± 206442		0 ± 193170
	277168 ± 187126		275028 ± 134020
H-422	248366 ± 178355		0 ± 176443
AN-12	42890 ± 116300		71463 ± 147724
	537525 ± 266765		359949 ± 283971
	539917 ± 267468	415221 ± 229468	
43-46-1	675383 ± 309082	234820 ± 174410	

Nota: Los valores superiores e inferiores corresponden a la Pob A y B, respectivamente.

Correlaciones fenotípicas

El objetivo de estimar correlaciones, fue el de identificar aquellos probadores que mostraran mayor similitud entre ellos para detectar a las mismas líneas, ya fueran más o menos rendidoras en combinaciones híbridas. Según los resultados obtenidos se pudo detectar que, en general, los valores de los coeficientes de correlación fueron muy bajos, por lo que es conveniente usar más de un probador, tal y como lo propone Keller (1949); sin embargo, es de notarse que los probadores que mostraron mayor similitud en detectar a las líneas más o menos rendidoras, fueron los probadores Pool 23 Co y Pool 24 Co (Cuadro 5 y 6), que como puede observarse, dichos probadores detectaron a las líneas 18, 17 y 13 dentro de las cinco más rendidoras de la población A (Pool 23), y a las líneas 20, 10 y 13 de la población B (Pool 24); así como las líneas 16 y 8 entre las cinco menos rendidoras de la población A, y a las líneas 19, 15 y 2 de la población B. Puede ser que este tipo de probadores sigan siendo los más confiables para detectar líneas con mayores efectos de amplitud combinatoria general, esto debido a su amplia variabilidad genética, destacando al probador Pool 24, cuya población mostró tener líneas con mayor variabilidad genética.

Cuadro 5. Medias de rendimiento para los cinco más altos mestizos de la población Pool 23 (A) y Pool 24 (B) con cada probador.

Línea Rend.*	Pool 23 Co		Pool 24 Co		H-421		H-422		An-12		43-46-1	
	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
18	6688.00	13	7249.50	20	8124.50	15	8581.25	07	7969.25	07	6960.75	
11	6341.75	17	6999.75	11	7937.50	16	8467.50	18	7935.25	15	6692.50	
17	6287.00	09	6706.25	10	7641.25	14	8385.75	10	7826.25	09	6675.25	
13	5546.75	18	6657.00	02	7525.75	01	8313.75	09	7575.25	14	6246.00	
15	6207.25	06	6645.00	16	7506.25	07	7506.25	04	7485.50	10	6031.25	
Línea **												
20	6600.50	13	7410.50	11	8741.50	01	9499.75	13	7943.50	17	7091.50	
10	6503.25	20	7214.00	10	8320.25	11	8959.75	04	7692.00	10	6514.75	
13	6364.25	10	7067.75	18	7600.25	13	8817.25	11	7671.75	08	6438.75	
08	6299.25	11	6861.00	02	7527.75	10	8377.75	18	7368.50	16	6328.50	
16	6206.00	18	6637.75	04	7496.50	12	8320.75	01	7251.25	06	6312.50	

* Datos correspondientes a la Pob. A

** Datos correspondientes a la Pob. B

Cuadro 6. Medias de rendimiento para los cinco más bajos mestizos de la población Pool 23 (A) y Pool 24 (B) con cada probador.

	Pool 23 C ₀	Pool 24 C ₀	H-421	H-422	AN-12	43-46-1
Línea Rend. *						
08	5273.75	04 5229.75	04 5780.00	05 6212.25	20 6032.50	06 5425.75
02	4521.00	19 5312.50	06 6197.50	02 6220.00	12 6094.60	05 5454.75
16	5506.00	08 5381.00	19 6239.75	10 6927.50	06 6126.50	18 5504.25
13	5546.75	20 5634.75	18 6307.25	13 7111.15	15 6396.25	19 5528.75
07	5631.75	16 5791.25	15 6481.25	19 7202.00	05 6441.25	17 5575.75
Línea Rend. **						
19	4894.00	15 5273.50	07 6197.75	20 7302.25	07 4573.50	19 4574.75
02	5066.75	19 5295.25	06 6380.50	09 7308.50	19 5066.75	14 4836.50
15	5074.25	05 5601.25	05 6497.00	17 7263.00	09 5266.25	12 5204.00
18	5380.00	02 5636.00	16 6635.00	14 7600.25	15 5692.75	20 5258.50
17	5395.75	08 5842.75	20 6802.75	03 7731.00	12 6163.00	13 5308.50

* Datos correspondientes a la Pob A

** Datos correspondientes a la Pob B

Por lo tanto, los resultados confirman los ya reportados por Allison y Curnow (1966), quienes sugieren que, debido a que en la práctica se desconoce el tipo de acción génica, la población original puede ser el probador más confiable por su frecuencia génica intermedia de alelos favorables.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir lo siguiente:

1. Las poblaciones Pool 23 y Pool 24 muestran variabilidad genética, que puede ser aprovechada para fines de mejoramiento poblacional. La población Pool 24 fue la que mostró los mayores componentes de varianza para el carácter rendimiento.
2. Con el probador 43-46-1, se estimaron los mayores componentes de varianza para rendimiento en las poblaciones Pool 23 y Pool 24.
3. En general, los coeficientes de correlación entre los diferentes probadores fueron bajos; no obstante, los probadores Pool 23 Co y Pool 24 Co, fueron los que tuvieron mayor similitud para seleccionar líneas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al M.C. Carlos Garay L., Ing. Miguel A. Gutiérrez G. y al M.C. Raúl Wong R., por el apoyo brindado en el trabajo de campo. Así mismo, vaya el agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Allard, R.W. 1975. Principio de la mejora genética de las plantas. Barcelona, España. Ed. Omega, S.A.
- Allison, C.S., y R.N. Curnow. 1966. On the choice of tester parent for the breeding of synthetic varieties of maize (*Zea mays* L.) Crop. Sci. (6): 541-544 USA.
- Comstock, R.E. y R.H. Moll. 1963. Genotype-environment interaction. In H.F. Robinson (ed). Statistical genetics and plant breeding NAS-NRS. Publ. 982. p. 164-194. USA.
- Darrah, L.L., S.A. Eberhart, y O.H. Penny. 1972. A maize breeding study in Kenya. Crop. Sci. 12:605-608. USA.

- Davis, R.L. 1927. Report of the plant breeders. Agr. Exp. Sta. Ann. Puerto Rico, p. 14-15.
- Green, J.M. 1984. Relative value of two testers for estimating top cross performance in segregating progenies, J. Am Soc. Agr. 40:45-57 USA.
- Hallauer, A.R. y E. López P. 1979. Comparison among testers for evaluating lines of corn, Proce annu. Hybrid corn. Res. Cont. 34:57-75 USA.
- Horner, E.S., M.C. Lutrick, W.H. Chapman y F.G. Martin. 1976. Effect of recurrent selection for combining ability with a single cross testers in maize. Crop. Sci. 16:5-8 USA.
- Hull, F.H. 1945. Recurrent selection and specific-combining ability in corn. J. Am. Soc. Agron. 37:134-145 USA.
- Jenkins, M.T. y A.M. Brunson. 1932. Methods of testing inbred Agron. 24:523-530 USA.
- Keller, K.R. 1949. A comparison involving the number of and relationship between tester in evaluating inbred lines of maize. Agron. J. 41:322-331 USA.
- Lonnquist, J.H. 1968. Further evidence on test cross versus lines performance in maize. Crop. Sci. 8(1):50-58 USA.
- Márquez Sánchez, F. 1980. Tester cross-line regression in the selection of tester for general combining ability. J. Am. Soc. Abs. p. 61 USA.
- Matzinger, D.F. 1953. Comparison of three types of testers for the evaluation of corn. Agron. J. 45(10):493-495.
- Rawlings, J.O. y D.L. Thompson. 1962. Performance levels as criteria for the choice of maize testers. Crop. Sci. (3):217-220 USA.
- Reyes Méndez, C.A. 1979. Variedades de bajo y alto rendimiento como probadores de la aptitud combinatoria general de líneas autofecundadas de maíz. Tesis de M.C. Chapingo, Méx. Colegio de Postgraduados, 115 p.

EFFECTO DE LA SALINIDAD EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor*) EN PRESENCIA DE MANTO FREÁTICO PARA LA REGIÓN DE RÍO BRAVO, TAMAULIPAS.

Manuel Alvarado C. ¹
Juan Fco. Pissani Z. ²
Manuela Bolívar D. ³
Javier de J. Cortés B. ⁴

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue conducido para evaluar el efecto de las sales del suelo en el rendimiento de sorgo Pioneer 8239.

El estudio se realizó en el lote 12868, ubicado en las brechas E- 119 a 120 y N-15 a 16 del Distrito de Desarrollo Rural III Control, del Municipio de Río Bravo, Tamps., durante el ciclo otoño-invierno 1989-90. Se muestrearon seis sitios a dos profundidades (0-15 y 15-30 cm), esto se hizo en base a la apariencia del cultivo y del suelo; todos los puntos presentaron diferente conductividad eléctrica (dS/m) en un rango de 3.29 a 9.80 dS/m. Se tomó altura y rendimiento del cultivo en cada sitio, el rendimiento se transformó a rendimiento relativo (RR), con esto se corrió una regresión lineal simple, según la apariencia que manifestó y la opinión de algunos autores, resultando la ecuación: $Y = 130.12 - 13.868(X)$, donde X es la conductividad eléctrica en dS/m; Y es rendimiento relativo medido en porcentaje, con r^2 de 0.804, existiendo significancia al 95% de probabilidad en el análisis de varianza de la regresión, para cada unidad de conductividad eléctrica (dS/m); el RR del sorgo disminuyó en 13.86 % en el rango estudiado (3.29 a 9.80 dS/m). El parámetro que tuvo el más alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0.97$) fue el peso de grano por panoja para cada nivel de salinidad, esto indicó que esta condición tiene gran efecto sobre el tamaño de la panoja en sorgo. Se efectuaron una serie de correlaciones entre los iones, siendo el bicarbonato el único que presentó efecto antagónico sobre los demás.

1. Alumno de Postgrado. Especialidad Riego y Drenaje.

2. Dr. Maestro-Investigador, Depto. Riego y Drenaje, Div. Ingeniería. UAAAN.

3 y 4. Ing. M.C. Maestros-Investigadores, Depto. Riego y Drenaje, Div. de Ingeniería. UAAAN.

También se hizo el análisis económico y se obtuvo la relación beneficio-costo (B/C), cuyo modelo es el siguiente: $Y = 4.541 - 0.483(x)$, con r^2 de 0.804, donde X es conductividad eléctrica en dS/m. Y es la relación B/C en unidades.

INTRODUCCIÓN

En México es prioridad mejorar la tecnología en todas las áreas de la producción agrícola y por consiguiente, incrementar rendimientos. Un problema que se afronta en la actualidad, es la degradación de los suelos agrícolas por muchos factores en los que podemos considerar la salinidad del suelo y la falta de aireación del mismo, ocasionados por mantos freáticos elevados que propician merma en rendimiento.

El Norte de Tamaulipas es una área importante en la producción de sorgo a nivel nacional, en donde se siembran alrededor de 120 000 ha de riego y 600 000 de temporal, obteniéndose el 70% del total nacional. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, (SARH), 1990. La producción promedio anual es de 1.7 millones de toneladas, teniendo un rendimiento promedio de 2.36 toneladas por hectárea de grano en este cultivo, que se ve afectado por un gran número de factores limitantes, dentro de los cuales está la salinidad del suelo, aunado a esto los mantos freáticos superficiales (menores de 1.50 m de profundidad) que se incrementan día a día, creando condiciones indeseables desde el punto de vista agrícola.

Los incrementos del nivel freático son debido a un mal manejo que se tiene del agua de riego al aplicar y desperdiciar grandes volúmenes de este insumo, esto implica recargar el acuífero en forma considerable en la época de riegos. Otra de las fuentes de recarga son las lluvias torrenciales de los meses de mayo y septiembre.

El mejoramiento de los suelos agrícolas por los programas de la SARH en la región, han beneficiado en poca escala la superficie afectada por estos factores. Si no se lleva a cabo un programa bien estructurado de prevención y rehabilitación, se acelerará el proceso de degradación y al cabo de cierto tiempo se tendrán peores condiciones.

Bajo esta problemática, se plantearon los objetivos siguientes: evaluar el efecto de la salinidad del suelo en el rendimiento del cultivo del sorgo en presencia de manto freático y obtener un modelo de predicción del rendimiento en sorgo, con respecto a la salinidad del suelo para la región de Río Bravo, Tamps.

REVISIÓN DE LITERATURA

Francois *et al.* (1983) realizaron un trabajo en sorgo de grano sobre suelos salinos en la región Oeste de los Estados Unidos; este estudio de parcela

fue conducido estableciéndose seis tratamientos de salinidad en un suelo arcillo-arenoso Hotville sobre montmorillonita migajonosa; éste se regó con agua salinizada con NaCl y CaCl₂ (1:1 por peso). La conductividad eléctrica del agua de irrigación fue de 1.5, 2.7, 5.0 7.4, 9.8 y 12.1 dS/m. La germinación, el crecimiento vegetativo y el rendimiento de grano fueron medidos. El rendimiento relativo de dos cultivares, Doble TX y NK-265, no fue afectado con una salinidad en el suelo superior a 6.8 dS/m (la conductividad eléctrica del extracto de saturación CEe). Cada incremento en salinidad cercano a 6.8 redujo el rendimiento en 16 por ciento. La reducción del rendimiento fue debida primordialmente al más bajo peso de panoja por un reducido número de espiguillas. El crecimiento vegetativo se afectó menos al incrementar la salinidad del suelo como el rendimiento de grano.

Kanwar *et al.* (1988) estudiaron por tres años la respuesta del maíz a la fluctuación natural del nivel freático en diferentes etapas de crecimiento. En 1984, se establecieron 50 parcelas en un suelo Nicollet; en el centro de cada parcela se instaló un pozo de observación para medir el nivel freático.

Los resultados de estos estudios indican que los valores de SEW 30 menores de 40 cm por día en la etapa temprana de la estación de crecimiento, pueden reducir significativamente los rendimientos de maíz. Los rendimientos de maíz disminuyeron linealmente con el incremento en los valores SEW 30 y el índice de stress diario (SDI). Los rendimientos menores de maíz resultaron de la disminución de las plantas y el pobre crecimiento del cultivo debido al exceso de humedad.

Carter *et al.* (1985), en un trabajo sobre necesidades de drenaje usando como indicador el alto nivel freático, analizaron los datos de la tabla de agua usando el concepto SEW 30 en el Este de Baton Rouge, Iberia y encontraron que los registros, durante la estación de crecimiento de maíz y la estación de dormancia de la caña, excedieron los 100 cm/día. El SEW 30 anual superó los 400 cm/día en el umbral 15 de 20 años. El suelo de los sitios respondió al drenaje subterráneo, como se indicó, por una reducción significativa en el número de veces y duración de la tabla de agua que existió dentro de los primeros 30 cm de la superficie del suelo. La respuesta del cultivo fue favorable al drenaje subterráneo así como el rendimiento de maíz en el sitio Este de Baton Rouge.

Alvino y Zerbi (1985) en estudios de campo tendientes a obtener datos sobre el efecto de una tabla de agua en un cultivo de maíz de grano, con crecimiento en condiciones de exceso de lluvia e irrigado, descubrieron que el rendimiento de grano decreció más cuando la tabla de agua se incrementó por efecto de la lluvia que por el riego.

Las diferencias en rendimiento entre los regímenes de agua fueron debidos al número de semillas por mazorca en profundidad de la tabla de agua superficial y al porcentaje de plantas estériles a la profundidad del nivel de la tabla de agua.

La altura de planta decreció cuando la profundidad de tabla de agua se incrementó. La senescencia de hojas fue más baja en plantas con crecimiento cercano al nivel de la tabla de agua.

Fowler y Hamm (1980) sometieron cereales a condiciones salinas en Parkland de Saskatchewan, Canadá y encontraron que la siembra de éstos en otoño no ofrece ninguna ventaja sobre los sembrados en primavera en suelos salinos. Los cultivos sembrados fueron cebada y avena en condiciones altamente salinas en años con buenas condiciones ambientales como 1977, con conductividades de 17.8 dS/m. Sin embargo, bajo las más favorables condiciones de crecimiento, significa menor rendimiento, ya que se experimentó en suelos severamente salinos y en años de producción igual en cebada y avena, por lo que no es provechosa la siembra en estas áreas.

Papadopoulos y Rendig (1982) realizaron, en invernadero, un estudio con tomate para determinar los efectos de salinidad sobre el crecimiento y rendimiento. Las plantas crecieron en cuatro envases de compartimientos permitiendo división de los sistemas radicales. Las soluciones nutritivas salinas se hicieron con NaCl y CaCl₂ a conductividades eléctricas de 1,2,3,4 y 5 dS/m (dS/m = mmhos/cm, referenciado a 25°C) que fueron aplicadas dos veces en un día en el sistema radical sin dividir. Cada uno de los cuatro compartimientos fue regado con soluciones de diferente C.E.; después, los contenidos regulares fueron regados con una solución nutritiva salinizada a un nivel equivalente a la media de los valores de las soluciones usadas para regar las cuatro unidades de compartimiento. Las soluciones nutritivas fueron recicladas a través de los contenidos. Con incrementos de salinidad el peso de la fruta fresca decreció marcadamente, con menor decremento en pesos disparados en ambos sistemas. Las plantas con su sistema radical dividido y crecimiento en envases con suelos diferencialmente salinizados, fueron menos afectadas. El rendimiento y crecimiento correlacionaron mejor con la conductividad eléctrica inicial (C.E. in) de las soluciones nutritivas aplicadas, que con los valores de las soluciones extraídas para el suelo.

Durante la última parte del crecimiento, los niveles de salinidad de la solución del suelo fueron generalmente más grandes en los suelos en los que las plantas crecieron en los sistemas radicales no divididos que en suelos con sistema radical dividido.

Miyamoto (1985) en un trabajo efectuado para evaluar los efectos de salinidad en germinación, emergencia y mortalidad de plántula en cebolla, observó lo siguiente: cuando se sembró en una solución de 0.8 dS/m todos los cultivos probados empezaron a germinar de 2 a 3 días, lográndose un 90% de germinación en cinco días. La semilla Ring Master tuvo la más alta germinación cuando se midió a los tres días. La germinación de la semilla se hizo lenta con incrementos de salinidad en 20dS/m por muestra; de 7 a 9 días tuvieron que

transcurrir para que se realizara un 80% de germinación. El análisis de varianza reveló una significancia, pero no alta diferencia en germinación entre los cultivares, cinco días después de la siembra.

Cuando la salinidad del agua de riego excedió los 4.9 dS/m la emergencia ocurrió a los 21 días después de la siembra.

Una significancia en reducción en el período final de emergencia (tomó 21 días después de la siembra) ocurrió en arena salina con rangos de 28 a 35 dS/m dependiendo de los cultivares. El período de emergencia de Ben Shemar y Grano Amarillo fue significativamente más alto que otros cultivares.

Maas y Hoffman (1977), en un estudio realizado, encontraron que los cultivos toleran una salinidad arriba de un nivel límite, después del cual el rendimiento disminuye casi linealmente con respecto al incremento de la concentración de sales. En este trabajo se presentó la mejor estimación del nivel límite de salinidad y la disminución del rendimiento por incremento unitario de salinidad, para un número grande de cultivos agrícolas. Se obtuvo la siguiente ecuación $Y = 100 - B(CEe-A)$, en donde A es el límite de salinidad en milimhos y B es el porcentaje de disminución del rendimiento por incremento unitario de salinidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en el ciclo temprano 1989-90, en el lote No. 12868, propiedad del Sr. Fernando Burquete Rovira, ubicado en las brechas E-119 a 120 y N- 15 a 16 del área de riego del Distrito de Desarrollo Rural III del Municipio de Río Bravo, Tamps., y cuya localización geográfica es: Latitud 26°00' N y Longitud 98° 30' W, con una altitud de 22 msnm.

El clima del norte de Tamaulipas, según el sistema de clasificación de Koppen modificado por García (1981), se considera BSh, seco estepario con precipitaciones en verano igual a 70 % de la media anual, recibida en los seis meses más calientes, con temperatura media anual mayor de 18°C.

La temperatura media anual es de 24°C, con máximas de 40°C de mayo a agosto. La precipitación promedio anual es de 650 mm, los meses más lluviosos son mayo y septiembre con 51 y 91 mm, respectivamente, y una humedad relativa de 65%.

Los suelos existentes en el Norte de Tamaulipas están distribuidos de la siguiente manera: 70 % de arcillas, 29 % de francos o migajones y 1 % de arenas finas; esta región se encuentra dentro de la planicie costera del Golfo que se extiende desde las proximidades de Nueva York, E.U.A., hasta la desembocadura del Río Soto la Marina, donde la pendiente natural del terreno es muy

pobre (0 a 0.5 %), esto propicia que se tenga un drenaje natural de los suelos deficiente creando la formación de áreas con problemas de sales, principalmente en las partes bajas.

La superficie que presenta mantos freáticos superficiales (0 - 1.50 m de profundidad) varía en el orden de 10 000 a 50 000 ha en estiaje y aplicación de riego y lluvia respectivamente; este segundo caso hace que el sistema de drenaje del Distrito sea insuficiente y se agrave dicho problema. Considerando el área de riego se considera posee una salinidad promedio en el manto freático que varía de 5000 hasta 30000 micromhos/cm a una profundidad de 1.50 m.

La salinidad promedio del agua en los canales de riego es de 1300 micromhos/cm desde la presa hasta la red de distribución. Esta agua es clasificada como altamente salina y con bajo contenido de sodio (C3S1); su uso es permisible en riego, si se tiene buen drenaje, además, la relación de adsorción de sodio (RAS) es clase baja (menor de 3 me/l), con un porcentaje de sodio posible (PSP) menor de 50 %, considerándose buena para riego y con carbonato de sodio residual (CSR) de cero me/l, características que le favorecen.

En cada lámina de 10 cm que se aplica se aportan al suelo aproximadamente 892 kg/ha de sales, de éstas, 340 kg corresponden a sulfatos de calcio (CaSO_4); 300 kg a cloruros de sodio (NaCl), 244 kg a bicarbonatos de sodio, potasio, calcio y magnesio, y 8 kg a sales de potasio solubles.

La salinidad promedio de las aguas de drenes en el área de riego es de 4.26 dS/m, pero en áreas afectadas por salinidad llegan a tener conductividades eléctricas superiores a 14.00 dS/m (Patronato para la investigación, fomento y sanidad vegetal (PIFSV), 1987).

Después de haber hecho un recorrido por el área, se seleccionó el predio antes mencionado, ya que presentaba condiciones contrastantes en cuanto a desarrollo del cultivo de sorgo, este trabajo se realizó en el ciclo temprano otoño-invierno 1989-1990 con el híbrido de sorgo Pioneer 8239; las labores de preparación, siembra y cosecha se realizaron como lo hace el productor.

Para el establecimiento del trabajo se localizaron los puntos de muestreo para los diferentes niveles de salinidad, esto se realizó cuando el cultivo empezaba a manifestar el daño por este factor, utilizando el conductímetro portátil, y apoyándose con una técnica de campo desarrollada por Pissani (1989), que consistió en tomar una muestra de suelo seco de aproximadamente 50 mililitros y depositarlos en una probeta de litro, aforar a 300 ml con agua destilada y luego someterla a agitación durante tres minutos para posteriormente, con el conductímetro portátil, determinar la conductividad eléctrica. De este muestreo se extrajeron 12 muestras basándose en la apariencia del cultivo y del suelo, las profundidades de muestreo fueron 0-15 y 15-30 cm, estos niveles se corroboraron

ron con los análisis de laboratorio; se perforaron dos pozos a una profundidad más allá del nivel freático, tomándose una muestra de agua de éste al momento de establecer el experimento y en cosecha.

Para fijar niveles definitivos se analizaron las muestras y promediaron los resultados obtenidos al establecer y cosechar el experimento, en el laboratorio de Calidad de Aguas y Rehabilitación de Suelos del Departamento de Riego y Drenaje de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Al momento de establecer el experimento se tomaron datos fenológicos del cultivo en los niveles preliminares de salinidad encontrados con el conductímetro portátil, pero reafirmados en el laboratorio. Los datos recolectados en ese tiempo fueron: número de hojas del cultivo considerando también las hojas basales secas. La altura de planta y el número de hojas se hizo en base a consultas previas con los investigadores en sorgo del Campo Experimental de Río Bravo (CERIB). En estas observaciones es donde la salinidad impacta grandemente y nos ubicó con gran aproximación en los puntos de salinidad que se deseaban tener.

La etapa de madurez fisiológica se alcanzó al tener el grano de sorgo 18% de humedad, procediéndose a tomar nuevamente 12 muestras de suelo de los seis sitios que se habían establecido al inicio del experimento en los mismos estratos del perfil del suelo y teniendo precaución al cosechar el sitio o nivel de interés en salinidad, para esto se cosecharon las plantas que equivalían a 1m² sobre la hilera del surco en cada nivel establecido previamente. Se midió la altura de las plantas cosechadas en cada sitio muestreado, así como número de plantas, número de panojas, peso de panoja y peso de grano.

Después de tener los datos de cosecha y algunos componentes de rendimiento, se tomaron los resultados de laboratorio y se efectuó una serie de regresiones lineales simples para ver el comportamiento que presentaban las variables involucradas. El objetivo fundamental de este trabajo fue crear un modelo de regresión lineal entre conductividad eléctrica y rendimiento, ya que algunos autores, afirman que es la tendencia que manifiesta la salinidad del suelo sobre el rendimiento.

Pensando en que este trabajo tuviera utilidad práctica para los productores de la región en estudio, se hizo un análisis económico, llegando hasta la relación beneficio-costos (B/C) para cada uno de los niveles de salinidad encontrados; para esto se obtuvieron los costos de producción utilizados por el agricultor cooperante, después, con el valor de la producción en cada nivel o punto de salinidad muestreado, se obtuvo la relación (Valor de la producción/Costos de producción) = (B/C).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras de suelo analizadas obtenidas de los sitios de interés muestreados reportan que se trata de un suelo arcilloso en los dos estratos muestreados (0-15 y 15-30 cm). En cuanto a conductividad eléctrica, se tuvieron seis puntos de muestreo que van desde ligeramente salinos (3.29 dS/m), hasta altamente salinos (9.80 dS/m), en estos suelos, según el Manual 60, prosperan todos los cultivos en el valor más bajo y ninguno se desarrolla en el valor más alto. (1 dS/m = 1 mmhos/cm).

Con respecto al pH, va desde ligeramente alcalino, hasta medianamente alcalino. En las muestras que se extrajeron al establecimiento, se detecta que los sitios salinos dentro del cultivo están bien identificados, quedando ubicados los puntos altamente salinos hacia el este del predio y disminuyendo la salinidad hacia el Oeste, el cultivo también nos lo confirmó al establecer el experimento y observar los análisis químicos de suelo promedio (Cuadro 1).

Las condiciones de salinidad que se presentaron en el trabajo dieron lugar a tener seis valores diferentes de conductividad eléctrica que iban desde 3.295 hasta 9.80 dS/m (Cuadro 2).

El método de campo utilizado para detectar los niveles de salinidad tuvo gran aproximación; considerando que ningún valor detectado se repitió, las muestras de los puntos de interés fueron observadas con lo que se hizo el análisis de la información. En la etapa de establecimiento del trabajo se tomaron datos de altura de planta y número de hojas al cultivo (Cuadro 2), con esto se corrió una regresión lineal resultando la siguiente ecuación: $Y = 127.82 - 8.825(X)$, donde $X = \text{Cond. Eléctrica (dS/m)}$, $Y = \text{Alt. de Planta (cm)}$, era de esperarse un valor alto del coeficiente de determinación ($r^2 = 0.99$), ya que la altura de la planta fue el principal indicador para ubicar los puntos de muestreo.

Con respecto a la freaticimetría y calidad del agua de la misma, se perforaron dos pozos, teniendo un abatimiento de 2.25 cm, en el pozo uno desde el establecimiento del experimento a la cosecha, y de 13 cm en el pozo dos. Con respecto a la salinidad del agua freática se tuvo una variación de 8.78 a 14.2 dS/m en el pozo uno, de establecido a la cosecha, y en el pozo dos no hubo variación, considerado altamente salino. Se realizaron dos pruebas de Conductividad Hidráulica resultando para el pozo uno de 15.3 cm/día y el pozo dos de 2.10 cm/día, clasificándose como moderada y muy lenta, respectivamente.

Los rendimientos en grano de sorgo, panoja, así como el rendimiento relativo, se aprecian en el Cuadro 3 para cada nivel, promedio de salinidad analizado a lo largo del ciclo del cultivo. Los valores de rendimiento relativo (R.R) se obtuvieron en base a un rendimiento potencial de 7000 /kg/ha, proporcionado por la Compañía Semillera Pioneer.

Cuadro 1. Análisis químico promedio del suelo de los puntos muestreados en el ciclo del cultivo.

Nivel Punto	C.E. (dS/m)	pH	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	
					(me/l)						
N1	1	4.937	7.35	47.6	29.4	144.7	3.55	0.4	3.5	95.75	45.20
N1R1	2	4.505	7.65	39.2	28.0	126.4	2.50	0.4	4.5	71.25	44.60
N1R2	3	3.295	7.70	45.5	40.6	139.3	3.65	0.4	5.5	88.75	48.15
N2	4	9.800	7.55	25.9	13.3	85.2	3.05	0.5	4.5	28.75	31.75
N2R1	5	7.802	7.35	14.0	8.5	42.3	2.65	0.4	6.5	19.50	25.40
N2R2	6	7.927	7.65	16.1	9.1	81.9	2.90	0.3	4.5	18.50	24.50

Cuadro 2. Efecto de la salinidad en la etapa vegetativa al establecer el experimento en la región de Río Bravo, Tamps.

NIVEL	C.E. DETEC. (dS/m)	No. DE HOJAS	ALT. PLANTA(cm)
N1	4.40	6.2	35.9
N1R1	5.90	7.2	33.2
N1R2	3.15	6.0	33.7
N2	10.25	3.4	8.9
N2R1	7.78	4.0	10.6
N2R2	8.55	4.6	13.5

Cuadro 3. Componentes de rendimiento encontrados en los niveles de salinidad en el cultivo de sorgo en la región d Río Bravo, Tamps. Ciclo temprano 1989-90.

NIVEL	No.	CE (dS/m)	ALT. PTA. (cm)	P. PAN. (g)	P.G/PAN. (g)	RTO. (Kg/ha)	R.R (%)
N1	1	4.937	89.68	19.853	16.112	4672.7	66.75
N1R1	2	4.507	87.86	19.632	16.639	6489.3	92.70
N1R2	3	3.295	93.04	22.025	19.095	4582.9	65.47
N2	4	9.800	44.0	4.690	00.00	00.0	00.00
N2R1	5	7.802	47.66	5.271	1.095	131.4	1.87
N2R2	6	7.927	57.25	7.778	4.645	1625.9	23.22

C.E. es Conductividad Eléctrica

ALT.PTA. es Altura de Planta

P. PAN. es peso de panoja

P. G/PAN. es peso de grano por panoja

RTO. es Rendimiento

R.R es Rendimiento Relativo

Uno de los objetivos de este trabajo fue de obtener un modelo para predecir rendimiento en base al grado de salinidad, para esto se elaboró un diagrama de dispersión y se obtuvo un modelo de las muestras obtenidas en el perfil 0-30 cm, el modelo obtenido fue el siguiente: $Y = 9108.875 - 970.76(X)$, con $r^2 = 0.804$, donde: X es conductividad eléctrica (dS/m) y, Y es rendimiento en kg/ha. Implicando que con un 95% de seguridad el coeficiente de regresión va a variar entre los valores 306.60 y 1634.92 kilogramos por cada dS/m de modificación en la salinidad del suelo. Este modelo se transformó y el rendimiento se expresó en rendimiento relativo quedando el modelo de la siguiente forma: $Y = 130.1263 - 13.868 (X)$ con $r^2 = 0.804$ donde x = conductividad eléctrica (dS/m), Y = rendimiento relativo (porcentaje). El modelo obtenido aquí, coincide grandemente con los que obtuvo Mass y Hoffman (1977) para cultivos moderadamente tolerantes, como es el caso del sorgo.

En el Manual 60 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) se hace mención que el sorgo con 10 dS/m hace decrecer el rendimiento potencial en 50 %, clasificándose a este cultivo como medianamente tolerante, en nuestro caso, este valor fue de 5.77 dS/m, probablemente se debió a que el rendimiento potencial del sorgo fue muy bajo a la presencia del manto freático en la cercanía de la zona radical del cultivo que afectó el rendimiento.

También se corrieron las siguientes regresiones: conductividad eléctrica (C.E.) contra peso de panoja, resultando la ecuación $Y = 33.16 - 3.12(X)$, con r^2 de 0.964 donde X es conductividad eléctrica (dS/m), Y = peso panoja (g). Conductividad eléctrica contra peso de grano por panoja, obteniéndose la ecuación $Y = 30.945 - 3.346 (X)$, con r^2 de 0.97, donde X = conductividad eléctrica, (dS/m). Y = peso de grano por panoja (g).

Otro modelo obtenido el de conductividad eléctrica, contra altura final de planta, cuyo modelo es: $Y = 125.77 - 8.757(X)$, con $r^2 = 0.929$, donde X = C.E. (dS/m). Y = Altura de planta (cm). Como se puede observar, la regresión que presentó más alto coeficiente de determinación ($r^2 = 0.97$) fue C.E. y peso de grano por panoja, lo que indica que tuvo gran impacto la C.E. en dicho parámetro; se pudo haber analizado la información con este dato, pero habría que asumir valores, implicando con esto alejarnos de la realidad.

La razón por la cual se utilizó un modelo lineal simple fue por lo que fundamentan Maas y Hoffman, (1977), quienes señalan que en general, el rendimiento no disminuye significativamente hasta en tanto no se haya excedido un límite permisible en el nivel de salinidad y que ese rendimiento aproximadamente disminuye linealmente a medida que la salinidad aumenta más allá del límite permisible.

Debido a que la conductividad eléctrica promedio (dS/m) de los estratos 0.15 y 15-30 cm, explica en un 80.4 % la variación del rendimiento en grano en

los diferentes puntos de muestreo de cosecha, el modelo encontrado: $Y = 130.1263 - 13.868(X)$, lo podemos utilizar con ciertas reservas, indicando que al ocurrir un incremento de una unidad de conductividad eléctrica (dS/m) promedio de los estratos estudiados, el rendimiento en grano disminuye en un 13.86% a partir de 3.29 a 9.80 dS/m en conductividad eléctrica para este caso.

Francois *et al.* (1983) encontraron que el rendimiento potencial de sorgo disminuye en 50% con una conductividad eléctrica promedio en el perfil 0-120 cm, de 10 dS/m.

Algunos otros autores mencionan que el sorgo disminuye su rendimiento potencial en un 50%, cuando la conductividad eléctrica es de 11 dS/m.

El USDA en un trabajo de salinidad en sorgo, siendo un cultivo semitolerante, disminuye en un 50% cuando la conductividad eléctrica del suelo es de 8 dS/m.

En el Cuadro 4, se observa el análisis de varianza de la regresión entre el rendimiento en grano (kg/ha), y el promedio de conductividad eléctrica (dS/m) entre los estratos mencionados anteriormente de las muestras colectadas en los puntos de cosecha, e indican que existe una significancia entre la conductividad eléctrica y el rendimiento o de otra forma, es impactante la primera sobre la segunda.

Con la finalidad de interpretar y saber hasta qué grado de salinidad es rentable o no establecer el cultivo de sorgo bajo las condiciones que se presentaron en el trabajo, se realizó un análisis económico; el costo total de producción por hectárea manejado por el productor fue de 721 786.70 pesos.

Para cada nivel de salinidad encontrado, se calculó el valor de la producción con el rendimiento por hectárea; relacionando esto con los costos de producción, se obtuvo la relación beneficio- costo para cada nivel muestreado.

Cuadro 4. Análisis de varianza obtenido en la regresión entre el rendimiento de grano (kg/ha), y el promedio de Conductividad Eléctrica (dS/m) entre los estratos de suelo de 0-15 y 15-30 cm en los puntos de cosecha.

Fuentes de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuad. Medio	F. Calc	F Tabla	
					0.05	0.01
Regresión	1	29408118.0	29408118.0	16.45*	7.71	21.2
Residual	4	7147600.0	1786900.0			
Total	5	36555718.0				

Con estas relaciones obtenidas se corrieron regresiones resultando las siguientes: conductividad eléctrica contra ganancia neta: $Y = 2556689 - 349379.0(X)$ donde $r^2 = 0.804$ y los valores de Y representan ganancias netas en pesos; por lo tanto, $X =$ conductividad eléctrica (dS/m). En el caso de la regresión de conductividad eléctrica contra beneficio/costo, la ecuación fue $Y = 4.541 - 0.483(X)$, donde $r^2 = 0.804$, $X =$ conductividad eléctrica (dS/m), Y = relación B/C.

CONCLUSIONES

1. Por cada unidad de conductividad eléctrica expresada en dS/m, promedio de los estratos 0-15 y 15-30 cm, el rendimiento relativo de grano de sorgo, disminuye en un 13.86 % a partir de 3.29 hasta 9.80 dS/m.
2. Al aumentar en un dS/m la conductividad eléctrica, la altura de planta decrece en 8.757 centímetros, hasta llegar a 43.60 cm, donde el rendimiento se hace nulo.
3. El rendimiento potencial de grano de sorgo, disminuyó en un 50%, cuando la conductividad eléctrica promedio del perfil de suelo 0-30 cm es de 5.77 dS/m.
4. Según el modelo obtenido, cuando la conductividad eléctrica del suelo es de 7.33 dS/m, solamente se obtienen los costos de producción en el cultivo de sorgo, en este punto, la relación beneficio-costo es de uno.
5. En el modelo obtenido, con el valor de 3.295 dS/m se obtiene el 84.43% del rendimiento relativo (R.R) del cultivo de sorgo y la relación B/C (2.95) es la más alta para este trabajo. Con 9.383 dS/m en el suelo se hace cero el rendimiento relativo.

REVISIÓN DE LITERATURA

- Alvino, A. y G. Zerbi. 1985. Water-table level effect on the yield of irrigated and unirrigated grain maize. Transactions of the ASAE. Vol. 29(4):1086-1089. United States of America.
- Carter, C.E., R.L. Bengtson y J.S. Rogers. 1985. Drainage needs as indicated by high water tables. Transactions of the ASAE Vol. 31(5):1410-1415. United States of America.

COLOFON

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

**Formación: Arq. Josefa González Pico
Aguilar**

Tipografía: Ma. Fidela Aguirre Valdés

Corrección: Norma E. Sánchez García

CONTENIDO

SELECCIÓN PARA RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN TRIGO (<i>Triticum aestivum</i> L.) BAJO TEMPORAL. Kuruvadi, S., Gómez Lucatero, B.L.	95
RESPUESTA DEL FRIJOL COMÚN (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES, CON PRETRATAMIENTO DE SEMILLA BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL. Kuruvadi, S., Piña Pérez, R.	106
ESTIMACIÓN DE ACCIÓN DE GENES HEREDABILIDAD PARA DIFERENTES CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS EN FRIJOL COMÚN (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). Kuruvadi, S., Rodríguez Cota, F.G., Salinas Pérez R.A.	118
HONGOS ASOCIADOS LAS HOJAS DE MANZANO INCORPORADAS AL SUELO, EN EL EJIDO RANCHO NUEVO, MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAHUILA. Cepeda Siller, M., Hernández C, F.D., Sámano Calderón, C.	129
RELACIÓN ENTRE RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN CÁRTAMO BAJO TEMPORAL. Kuruvadi, S., Madueño Moli	134
MEJORADORES DEL SUELO ZINC Y REGULADORES DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE PAPA <i>Solanum tuberosum</i> L. EN ARTEAGA, COAHUILA. Narro Farías, E.A., Delgado Ibarra, R., Lasso Mendoza L.M., Silveyra Medina, J.S.	144
CONTROL BIOLÓGICO DE <i>Meloidogyne incognita</i> CHITWOOD POR <i>Paeecilomyces lilacinus</i> (THOM) SAMSON EN SUELO DE NAVIDAD, MUNICIPIO DE GALEANA, NUEVO LEÓN Cepeda Siller M., Lara Castillo, J.M.	164
IDENTIFICACIÓN Y DINÁMICA POBLACIONAL DE <i>Pratylenchus</i> spp. EN MANZANO (<i>Pyrus malus</i> L.) EN ARTEAGA, COAHUILA Cepeda Siller, M., García Camargo, J., Alonso Gómez, M.A.	174
RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y SECO DE CUATRO COMPUESTOS FORRAJEROS DE TRITICALE (<i>X triticosecale</i> Wittmack) EN TRES AMBIENTES DEL NORTE DE MEXICO Hernández Gaona, H., Lozano del Río, A.J., Borrego Escalante, F., Padrón Corral, E.	184
COMPARACIÓN ENTRE PROBADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LÍNEAS S ₂ DE MAIZ (<i>Zea mays</i> L.). Durón Ibarra, J.R., López Pérez, E	200
EFFECTO DE LA SALINIDAD EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SORGO (<i>Sorghum bicolor</i>) EN PRESENCIA DE MANTO FREÁTICO PARA LA REGIÓN DE RIO BRAVO, TAMAULIPAS. Alvarado C. M., Pissani Z. J.F., Bolívar, D. M., Cortés B. J. de J.	213