

Agraria

AGRARIA VOL. 8, NUMERO 1; ENERO-JUNIO DE 1992

ISSN 0186-8063



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

DIRECTORIO DE LA UAAAN

RECTOR:

Dr. Eleuterio López Pérez

SECRETARIO GENERAL

Ing. René E. Rodríguez Charúa

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Jorge R. González Domínguez

SUBDIRECTOR DE INTERCAMBIO CIENTÍFICO

Ing. Manuel Torres Hernández

SUBDIRECTOR DE DESARROLLO DEL PERSONAL CIENTÍFICO

Biol. Andrés Rodríguez Gámez

SUBDIRECTOR DE PROGRAMACIÓN Y EVALUACIÓN CIENTÍFICA

Ing. Arnoldo Oyervides García

SUBDIRECTOR DE OPERACIÓN DE PROGRAMAS

Ing. Luis Angel Muñoz Romero

AGRARIA. REVISTA CIENTÍFICA UAAAN. VOL. 8. NÚM. 1 ENERO-JUNIO 1992

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

Comisión Editorial: Ing. Felipe Rodríguez Cano, Ing. Oziel Montañez González, Dr. Eduardo Narro Farías, Dr. Jorge R. González Domínguez, Ing. Roberto Nava Coronel, Ing. Manuel Torres Hernández.

La edición, diseño e impresión de esta publicación, estuvo a cargo del personal de la Subdirección de Difusión y Servicios de Apoyo, y de Intercambio Científico de la UAAAN. Edición: Ing. Oziel Montañez González.

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

Agropapia

AGRARIA VOL. 8, NUMERO 1; ENERO-JUNIO DE 1992

ISSN 0186-8063



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

CONTENIDO

CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS CON EL DAÑO POR PAJA EN GIRASOL (<i>Helianthus annuus</i> L.). Reyes Valdés, M.H., Escobedo Bocardo, L., Orta Dávila, A.	1
CORRELACIONES Y ANALISIS DE SENDERO PARA RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN CARTAMO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL. Kuruvadi, S., Aguilera Rangel, R., Reyes Valdés M.H.	6
RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA Y UNA SERIE DE CARACTERES MORFOLÓGICOS, FENOLÓGICOS Y QUÍMICOS EN SIETE LÍNEAS DE SOYA (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.). Reyes Valdés, M.H., Guzmán, E.E., Jasso, D., Benavides, A.	15
EFFECTOS DE INSECTICIDAS EN DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO DE <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) EN LABORATORIO E INVERNADERO. Guerrero Rodríguez, E., Gálvan Santos, S., Sánchez Valdez, V.M.	29
CONTROL QUÍMICO DEL TIZÓN TARDÍO (<i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) De Bary) EN PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) EN NAVIDAD, N.L. Cepeda Siller, M., Salomón Echeverría, R.A., Martínez Vázquez, R.A.	39
MICROORGANISMOS ASOCIADOS AL CÁNCER DEL MANZANO (<i>Malus domestica</i> Borkh.) EN LA REGIÓN DE LOS LIRIOS. MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAHUILA. Hernández C., F.D., Cepeda Siller, M., Soria Dávila, F. de J.	52
SELECCIÓN RECÍPROCA RECURRENTE EN DOS POBLACIONES DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) DE AMPLIA BASE GENÉTICA PARA EL TRÓPICO SECO MEXICANO. Almaguer S., M.G., Oyervides García, A., López Pérez, E., Rodríguez H., S. A.	58
EFFECTO DEL MES, AÑO Y TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LA MASA DE PREÑEZ DE VACAS HOLSTEIN EN SALTILLO, COAHUILA. Mellado Bosque, M., Garcla V., M.T.	73
UTILIZACIÓN DE DOS ROCAS FOSFÓRICAS COMO FERTILIZANTE EN SUELOS CALCÁREOS BAJO CONDICIONES CONTROLADAS. Peña Cervantes, E., Casillas Dominguez, R.	81

CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS CON EL DAÑO POR PÁJAROS EN GIRASOL (*Helianthus annuus* L.)

Manuel Humberto Reyes Valdés¹
Leticia Escobedo Bocardo²
Argentina Orta Dávila³

RESUMEN

La pérdida de achenios en los capítulos del girasol debida al ataque de pájaros, causa grandes disminuciones en el rendimiento de este cultivo, en muchas partes del mundo. Por ello, el objetivo principal del presente trabajo, fue el de encontrar caracteres morfológicos o fenológicos asociados con el daño por pájaros, que pudieran ser auxiliares para definir estrategias de mejoramiento genético en girasol para resistencia al ataque de aves.

Se evaluaron 19 familias de medios hermanos de girasol derivadas de la población "Tamaulipas Selección para Alto Rendimiento ciclo tres" (TSARc3), formada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El experimento de campo se realizó en 1989 y estuvo localizado en Saltillo, Coah.

Las especies que con mayor frecuencia se encontraron consumiendo achenios en el lote experimental fueron el chilero (*Passer domesticus*) y el gorrión (*Carpodacus mexicanus*). No se encontraron evidencias de diversidad genética para una posible resistencia a pájaros en la población vegetal estudiada, no obstante, se observó que en las parcelas con capítulos más inclinados y de mayor tamaño, hubo menor ataque de los pájaros.

INTRODUCCIÓN

El girasol, uno de los cultivos oleaginosos más importantes del mundo, tiene entre sus características deseables, el ser una especie con adaptación a

1 y 2. Ings. M.C. Maestros-Investigadores, Depto. de Fitomejoramiento, División de Agronomía, UAAAN.

3. Tesista.

un rango amplio de ambientes, no obstante esta cualidad, es un cultivo sumamente vulnerable al ataque de pájaros, los cuales pueden disminuir drásticamente su producción de semilla.

Una de las alternativas posibles a este problema, es el desarrollo de variedades resistentes al ataque de pájaros, para ello, es necesario definir estrategias de variabilidad genética en las poblaciones de girasol en cuanto a resistencia, así como a posibles caracteres indicadores de la misma.

Con base en lo arriba mencionado, los objetivos del trabajo fueron:

1. Detección de posible diversidad genética en la población de girasol TSARc3, en cuanto a su resistencia al daño por pájaros.
2. Estudio de las correlaciones entre ocho caracteres morfológicos y fenológicos y la intensidad del daño por pájaros.

REVISIÓN DE LITERATURA

El consumo de aquenios de girasol por las aves, ha llegado a convertirse en un problema serio en muchas partes del mundo (Seiler y Rogers, 1987). Además de las pérdidas económicas que ocasiona, puede intensificar los conflictos entre la agricultura y las leyes protectoras de la vida silvestre (Dolbeer *et al.*, 1986^a). Asimismo, la formación de variedades de girasol resistentes puede formar parte de un control integrado, ya que al reducir la ingestión de semilla por pájaros, puede ser incrementado el consumo de insectos plaga y semillas de malezas (Dolbeer *et al.*, 1986^b).

Con el fin de definir estrategias para el desarrollo de genotipos resistentes a pájaros, resulta necesario conocer qué características de planta están asociadas con la intensidad del daño provocado por las aves. Por ello Parfitt (1984) estudió caracteres en cuanto a su asociación con el ataque del pájaro negro (*Agelaius phoeniceus*) y el chilero (*Passer domesticus*). Encontraron que los capfulos cóncavos e inclinados, y aquenios blancos, conferían resistencia al daño por estas especies.

Por otro lado, Dolbeer *et al.* (1986^b) y Mason *et al.* (1989) reportan haber encontrado que las variedades con alto contenido de antocianinas resultaron ser más resistentes. Sin embargo, Bullard *et al.* (1988) cuestionan el hecho de que los niveles de antocianinas afecten a la resistencia al ataque por aves.

No obstante los anteriores estudios, tal y como lo mencionan Mason *et al.* (1989), la influencia de los caracteres morfológicos y bioquímicos sobre el daño por pájaros requieren de mayor clarificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue llevado a cabo en 1989, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, situado en Buenavista, Saltillo, Coah. El material biológico estuvo constituido por 19 familias de medios hermanos de girasol derivadas de la población Tamaulipas Selección para Alto Rendimiento ciclo tres (TSARc3).

El arreglo de campo utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones y dos surcos de cuatro metros de longitud en cada parcela. Los capítulos de las plantas de un surco por parcela, fueron tapados al final de la floración para que sirvieran como testigos.

Las variables medidas fueron: días a floración, días a madurez fisiológica, altura de planta, inclinación de capítulo, diámetro de capítulo, peso de 100 achenios, longitud de achenios, rendimiento de grano por hectárea y porcentaje de área no consumida por pájaros.

Las inclinaciones de los capítulos fueron medidas con un transportador adaptado con dos reglas. Las unidades de medición utilizadas fueron los grados con respecto a la vertical superior. El área consumida se midió calcando las imágenes del daño de cada capítulo en acetatos, y posteriormente fueron fotocopias en papel. Después se recortaron los contornos de los daños y las imágenes fueron pesadas en una balanza analítica. Por medio de un factor de corrección derivado del peso del papel por unidad de área, se estimó la superficie dañada en cada parcela. El área total de los capítulos de las parcelas fue estimada por medio de sus diámetros.

Se hicieron análisis de varianza para cada uno de los caracteres estudiados y se estimaron todas las posibles correlaciones entre los mismos. En todos los casos, el porcentaje de área no consumida se transformó con la función $\text{Arc-Sen}(p/100)^{1/2}$ para su análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó en el lote experimental que las especies con mayor incidencia, en cuanto al consumo de achenios, fueron el chilero (*Passer domesticus*) y el gorrión (*Carpodacus mexicanus*), de los cuales el más frecuente fue el chilero. En promedio, el porcentaje no transformado de área consumida fue de 52%.

Únicamente se detectaron diferencias significativas entre familias de medios hermanos para los caracteres días a floración y peso de 100 achenios (Cuadro 1). De aquí que el presente estudio no detectó variabilidad genética en la población TSARc3 para una posible resistencia al ataque de pájaros. Una de las causas posibles es el pequeño número de familias que se utilizó.

En cuanto a los coeficientes de correlación, la inclinación de capítulo se encontró asociada en forma altamente significativa con el porcentaje de área no consumida en las parcelas experimentales. Esto se debió probablemente a la dificultad que implica para las aves el extraer los achenios de los capítulos demasiado inclinados. Dicho resultado está de acuerdo con lo que reporta Parfitt (1984).

El diámetro de capítulo estuvo correlacionado en forma significativa con el porcentaje de área no consumida. Este hecho, que no fue encontrado en la literatura, puede deberse a que en los capítulos grandes, resulta difícil para las aves extraer los achenios más alejados de la periferia.

CONCLUSIONES

1. No se encontraron evidencias de variabilidad genética para resistencia al ataque de pájaros en la población de girasol TSARc3.
2. Las correlaciones observadas indican que las variedades de girasol con capítulos grandes y muy inclinados, podrían ofrecer resistencia al daño por pájaros.

Cuadro 1. Valores de F calculada, coeficientes de variación del error experimental y coeficientes de correlación con el porcentaje de área no consumida, en los caracteres estudiados.

Carácter	F	C.V. (%)	Correlación con % de área no consumida
Días a floración	4.05*	2.36	-0.090
Días a mad. fis.	2.84	2.10	0.226
Altura de planta	1.93	7.92	-0.122
Incl. de capítulo	2.54	2.65	0.368**
Diám. de capítulo	1.87	7.98	0.272*
Peso de 100 achenios	5.45**	9.10	0.106
Longitud de achenios	0.93	11.57	0.115
Rend. de grano	1.87	23.19	0.135
% de área no cons.	0.53	19.87	

* $p \leq 0.05$

** $p \leq 0.01$

BIBLIOGRAFÍA

- Bullard, R.W., R.A. Dolbeer y J.A. Mason. 1988. Anthocyanins their potential role in bird-resistant sunflower lines. Proc. Sunflower Research Workshop, National Sunflower Assoc., Bismarck, ND. p. 4-5.
- Dolbeer, R.A., P.P. Woroneki y R.L. Bruggers. 1986^a. Reflecting tapes repel blackbirds from millet, sunflower and sweet corn. Wildl. Soc. Bull. 14:418-425.
- Dolbeer, R.A., P.P. Woroneki, P.A. Sthen, G.J. Fox, J.J. Hanzeland y G.M. Linz. 1986^b. Field traits of sunflower resistant to bird depredation. North Dakota Farm Res. 43:21-24, 28.
- Mason, J.R., R.A. Dolbeer, P.P. Woroneki y R.W. Bullard. 1989. Maturational and varietal influences on sunflower consumption by redwinged blackbirds. J. Wildl Manage. 53:841-846.
- Parfitt, D.E. 1984. Relationship of morphological plant characteristics of sunflower to bird feeding. Can. J. Plant Sci. 64:37-42.
- Seiler, G.J. y C.E. Rogers. 1987. Influence of sunflower morphological characteristics on achene depredation by birds. Agric. Ecosyst. Environ. 20:59-79.

CORRELACIONES Y ANÁLISIS DE SENDERO PARA RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN CÁRTAMO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹
Ricardo Aguilera Rangel²
Manuel H. Reyes Valdés³

RESUMEN

Se estudiaron las correlaciones genotípicas y fenotípicas entre diferentes pares de características agronómicas, así como el análisis de sendero para rendimiento y sus componentes bajo condiciones de temporal, utilizando 23 genotipos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). En general, las correlaciones genotípicas fueron un poco más altas que las correlaciones fenotípicas. Rendimiento por hectárea tuvo una correlación positiva a nivel genotípico y fenotípico con rendimiento por planta, número de capítulos por planta y porcentaje de aceite. El rendimiento por planta mostró una correlación con porcentaje de aceite y más estrechamente correlacionado con número de capítulos por planta. El carácter peso de 250 semillas, presentó una asociación negativa con días a floración y con número de semillas por capítulo aunque dicha asociación fue negativa y altamente significativa, tanto a nivel genotípico como fenotípico. Altura de planta presentó una correlación positiva con número de ramas primarias, y altamente significativa y positiva con días a floración.

El análisis de sendero para rendimiento muestra efectos directos a través de días a floración, rendimiento por planta, y con menor influencia números de capítulos por planta y números de semilla por capítulo.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento es un carácter muy complejo controlado por poligenes del núcleo y genes de citoplasma con una cadena de eventos interrelacionados de

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

múltiples funciones fisiológicas e interacción con medio ambiente. El rendimiento es el producto de multiplicación de los componentes tales como: capítulos por planta, semillas por capítulo y peso de 1000 semillas. Los componentes del rendimiento de cada uno, es independiente del otro, y contribuye al total potencial del rendimiento de la planta (Kuruvadi y Cortinas, 1987). La reducción en un componente puede ser compensado a diferentes grados, en aumento por otro componente del rendimiento y dependiendo del desarrollo de los componentes del rendimiento en interacción con el medio ambiente, para producir estabilidad en el rendimiento (Grafius, 1957). El rendimiento por sí mismo no es el mejor criterio de selección, debido a su baja heredabilidad y a su alta interacción con el medio ambiente. Los componentes del rendimiento registraron altos valores de heredabilidad y poca interacción en comparación del rendimiento. Por lo tanto, el rendimiento hay que mejorarlo a través de sus componentes. Un conocimiento entre rendimiento y sus componentes, correlacionados, y análisis de sendero y sus interrelaciones, es muy importante en el programa de mejoramiento genético de cártamo bajo temporal.

Existen diversos trabajos (Norries y Tucker, 1967; Ashri *et al.* 1974; Abel, 1976; Kotecha, 1979; Sengupta y Bhattachary, 1979; Bratuleau *et al.* 1982; Patil, 1985; Prieto, 1988; y Morales 1989) que han estudiado las correlaciones entre el rendimiento con otras características agronómicas en cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), pero los estudios de la contribución directa e indirecta de diversos caracteres hacia el rendimiento bajo condiciones de temporal son pocos. Por tal motivo, se llevó a cabo el análisis de sendero para determinar los efectos directos e indirectos entre diferentes características agronómicas, hacia el rendimiento bajo ambiente de estrés de humedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se utilizaron 23 genotipos de cártamo provenientes de diferentes países tales como: doce líneas de México (C70-15-OY, POI-5-66-5-1, POI-6-16-1-1, 10VF75-2-3-5-2, C547-1-6-OY, 38VF75-53-1-1-2, C228-5-OY, T-1, T-3, T-10, T-19 y T-15); dos de Egipto (Egipto CM-1276 y Egipto CM/1239); dos de Israel (Israel CM-1125 y Jerusalén CM- 1136); y una de cada uno de los siguientes países: de Jordán (Jordán CM-1098), Kuwait (Kuwait CM-1107), Líbano (Líbano CM- 1082) y con cuatro testigos (Saffola 208, Noreste 84, Gila y Mante 81). La semilla de los 23 genotipos fue sembrada el 31 de enero de 1988, utilizando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones; éste se realizó en el Campo Experimental de Buenavista, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila. La parcela experimental para cada genotipo se constituyó de tres surcos de 80 cm, y entre plantas de 10 cm dentro del surco. El experimento se desarrolló estrictamente bajo condiciones de temporal desde la siembra a la cosecha, y cinco plantas de cada parcela de las distintas repeticiones fueron muestreadas y seleccionadas aleatoriamente. Las características estudiadas fueron: rendimiento por planta y por hectáreas, días a floración.

número de ramas primarias, altura de planta, peso de 250 semillas, número de semillas por capítulo, número de capítulos por planta y porcentaje de aceite. Se estimaron las correlaciones fenotípicas y genotípicas para cada par de características. En lo que respecta al análisis de senderos, se utilizó la metodología de Dewey y Lu (1959).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las correlaciones fenotípicas y genotípicas para diferentes pares de características agronómicas se presentan en el Cuadro 1. El rendimiento por hectárea y por planta, presenta una correlación positiva y significativa a nivel genotípico y fenotípico, con rendimiento por planta, número de capítulos por planta y porcentaje de aceite. Asimismo, el rendimiento por planta presenta una asociación positiva y significativa, tanto a nivel genotípico como fenotípico con rendimiento por hectárea. Las correlaciones indican que, número de capítulos por planta es una característica potente y visible en el campo; por lo tanto, esta característica puede utilizarse para seleccionar genotipos superiores en rendimiento. Muchos fitomejoradores utilizan este carácter prácticamente para seleccionar genotipos superiores en cártamo bajo riego y temporal. Estos resultados obtenidos se asemejan a estudios realizados por Kotecha (1982), Ranga y Ramanchandran (1977) y Morales (1989) en cártamo; por otro lado, altura de planta fue positivamente asociado con número de ramas por planta y con días a floración, la correlación fue positiva y altamente significativa tanto a nivel genotípico como fenotípico.

El peso de 250 semillas mostró una correlación negativa y significativa, tanto a nivel genotípico y fenotípico con días a floración, y más estrechamente correlacionado negativamente con peso de 250 semillas. Kuruvadi y Cortinas (1987) indican que seleccionar estas características reducen la posibilidad de mejorar estos rasgos, o son difíciles para la obtención de ganancias, por si un carácter aumenta, el otro carácter se reduce; por lo tanto, las correlaciones negativas son limitantes para el mejoramiento de estos caracteres. Las asociaciones negativas y significativas entre diferentes características se pueden encontrar en diversos cultivos, y es debido al efecto pleiotrópico; será muy difícil obtener recombinaciones deseables porque hay muy poca posibilidad de entrecruzamiento en el mismo gene, mientras que si se involucra ligeramente, se recomienda aplicar mutaciones inducidas o entrecruzamientos de plantas individuales en generaciones segregantes, para romper los ligamientos desfavorables (Kuruvadi, 1986). En este estudio se encontraron valores ligeramente altos para las correlaciones genotípicas, en comparación a las fenotípicas.

Análisis de sendero

Los efectos directos determinados para el rendimiento por hectárea (Cuadro 2), indican que el carácter días a floración mostró un efecto directo (0.939)

Cuadro 1. Correlaciones genotípicas y fenotípicas para diferentes pares de características agronómicas en cártamo bajo temporal.

Caracter	Rendimiento/ planta	Capítulos/ planta	Semillas/ capítulo	Peso de 100 semillas	Altura de planta	Núm. de ramas	Días a floración	Acete (%)
Rendimiento/ hectárea	G 0.5566 F 0.4750*	0.5246 0.4168*	-0.2957 -0.0745	0.2692 0.2621	0.3707 0.4042	0.0948 0.2558	0.2589 0.1119	0.6934 0.4313*
Rendimiento/ planta	G 0.5776 F 0.5840*	0.3350 0.3105	0.0683 0.0713	0.2496 0.2773	0.3658 0.3738	0.3658 0.3738	-0.1321 -0.0988	0.6785 0.5216*
Capítulos/ planta	G -0.1442 F -0.0532	-0.1442 -0.0532	-0.0307 -0.0066	-0.1498 -0.0352	0.0959 0.1986	0.0959 0.1986	-0.3523 -0.2590	0.1920 0.1262
Semilla/ capítulos	G -0.7701 F -0.5868**	-0.7701 -0.5868**	-0.7701 -0.5868**	0.1603 0.1679	0.3817 0.3553	0.3817 0.3553	0.3019 0.2568	0.4936 0.4019
Peso de 250 semillas	G -0.2293 F -0.1704	-0.2293 -0.1704	-0.2293 -0.1704	-0.2293 -0.1704	-0.2293 -0.1704	-0.5051 -0.3574	-0.4982 -0.4760*	-0.1156 -0.1373
Altura	G 0.4161 F 0.4274*	0.4161 0.4274*	0.4161 0.4274*	0.4161 0.4274*	0.4161 0.4274*	0.4161 0.4274*	0.6859 0.5927**	0.1652 0.1271
Número de ramas	G 0.2238 F 0.2447	0.2238 0.2447	0.2238 0.2447	0.2238 0.2447	0.2238 0.2447	0.2238 0.2447	0.2238 0.2447	0.4609 0.3625
Días a floración	G 0.0448 F 0.0721	0.0448 0.0721	0.0448 0.0721	0.0448 0.0721	0.0448 0.0721	0.0448 0.0721	0.0448 0.0721	0.0448 0.0721

** Significativo al 1% G = Genotípico
* Significativo al 5% F = Fenotípico

Cuadro 2. Análisis de coeficiente de sendero para los valores genotípicos de siete caracteres en relación a rendimiento en cártamo bajo temporal.

	Días a floración G ₁	Número de ramas G ₂	Altura (cm) G ₃	Peso de 250 semillas (g) G ₄	Semillas/ capítulo G ₅	Capítulos/ planta G ₆	Rendi- miento/ planta (g) G ₇	Rendi- miento ¹ / kg/ha G ₈
Días a floración	<u>0.9390</u>	0.0147	-0.1667	-0.1685	-0.1361	-0.1427	-0.0808	0.2589
Número de ramas	0.2101	<u>0.0660</u>	-0.1011	-0.1707	-0.1721	0.0388	0.2238	0.0948
Altura	0.6440	0.0274	<u>-0.2430</u>	-0.0775	-0.0723	-0.0606	0.1527	0.3707
Peso de 250 semillas/ Semillas/ capítulo	-0.4683	-0.0333	0.0557	<u>0.3380</u>	0.3473	-0.0124	0.0418	0.2692
Capítulos/ planta	0.2834	0.0251	-0.0390	-0.2603	<u>-0.4510</u>	-0.0584	0.2050	-0.2957
Rendimiento/ planta	-0.3308	0.0063	0.0364	-0.0103	0.0650	<u>0.4050</u>	0.3534	0.5246
	-0.1240	0.0241	-0.0607	0.0230	-0.1511	0.2339	<u>0.6120</u>	0.5566

Los valores en diagonal representan los efectos directos.

¹ Correlación genotípica con rendimiento

Factor residual = 0.2509

hacia rendimiento por hectárea; su correlación con el mismo fue menor (0.2589), debido quizá a cuatro efectos indirectos negativos de -0.1685, -0.1667, -0.1427 y -0.1361, a través de peso de 250 semillas, altura de planta, número de capítulos por planta y número de semillas por capítulo, respectivamente. El carácter número de ramas por planta tuvo un efecto casi nulo (0.0660) hacia el rendimiento por hectárea, y su correlación con el mismo fue muy baja (0.0948). En relación al carácter altura de planta, éste tuvo un efecto directo negativo (-0.2430) hacia rendimiento por hectárea; en cambio, la correlación entre ambos es de 0.3707, quizá la causa es debido a una gran influencia indirecta positiva (0.6440) a través de días a floración. Peso de 250 semillas presenta una correlación positiva con rendimiento por hectárea, aunque su efecto directo positivo, fue debido tal vez a la influencia indirecta negativa (-0.4683) y positiva (0.3473) de los caracteres días a floración y número de semillas por capítulo respectivamente. Se detectó un efecto directo negativo (-0.4510) del número de semillas por capítulo hacia el rendimiento por hectárea y ambos caracteres presentaron una correlación negativa más baja (-0.2957), la causa posible de esto se debió a influencias indirectas positivas a través de días a floración y rendimiento por planta, además de un efecto indirecto negativo (-0.2603) a través de peso de 250 semillas. Respecto al carácter número de capítulos por planta, éste indica un efecto directo positivo hacia el rendimiento por hectárea; su correlación con éste fue positivo (0.5246), debido quizá a la influencia indirecta positiva a través de rendimiento por planta. Se observó que rendimiento por planta tuvo un efecto positivo sobre el rendimiento por hectárea (0.6120), por lo que su correlación con el mismo fue positiva (0.5566), no obstante de haberse presentado efectos indirectos negativos a través de número de semillas por capítulo (-0.1511) y días a floración (-0.1240). El coeficiente de sendero para el factor residual resultó ser bajo (0.2509) lo que indica el alto grado de determinación de las variables estudiadas, sobre el rendimiento por hectárea. Por lo tanto, las variables de efecto directo positivo sobre el rendimiento por hectárea, son días a floración (aunque la correlación entre ambos es baja), rendimiento por planta y, con menor influencia, número de capítulos por planta, y un efecto directo negativo a través de número de semillas por capítulo (Figura 1).

Ranga y Ramachandran (1977), en un estudio de análisis de sendero de 215 variedades de cártamo, encontraron que el rendimiento está influenciado por los efectos directos de dos componentes: el número de capítulos por planta (0.85) y peso de capítulos (0.43). Thombre y Joshi (1981) evaluaron 50 variedades locales y extranjeras, y encontraron, a través de un análisis de sendero, que el número de semillas por capítulo tuvo el principal efecto directo positivo sobre el rendimiento. Por otro lado, Paliwal y Solanki (1984), en un análisis de coeficiente de sendero en 20 variedades de cártamo, indicaron que seleccionar para capítulos por planta y peso de 100 semillas, puede ser efectivo para incrementar los rendimientos.

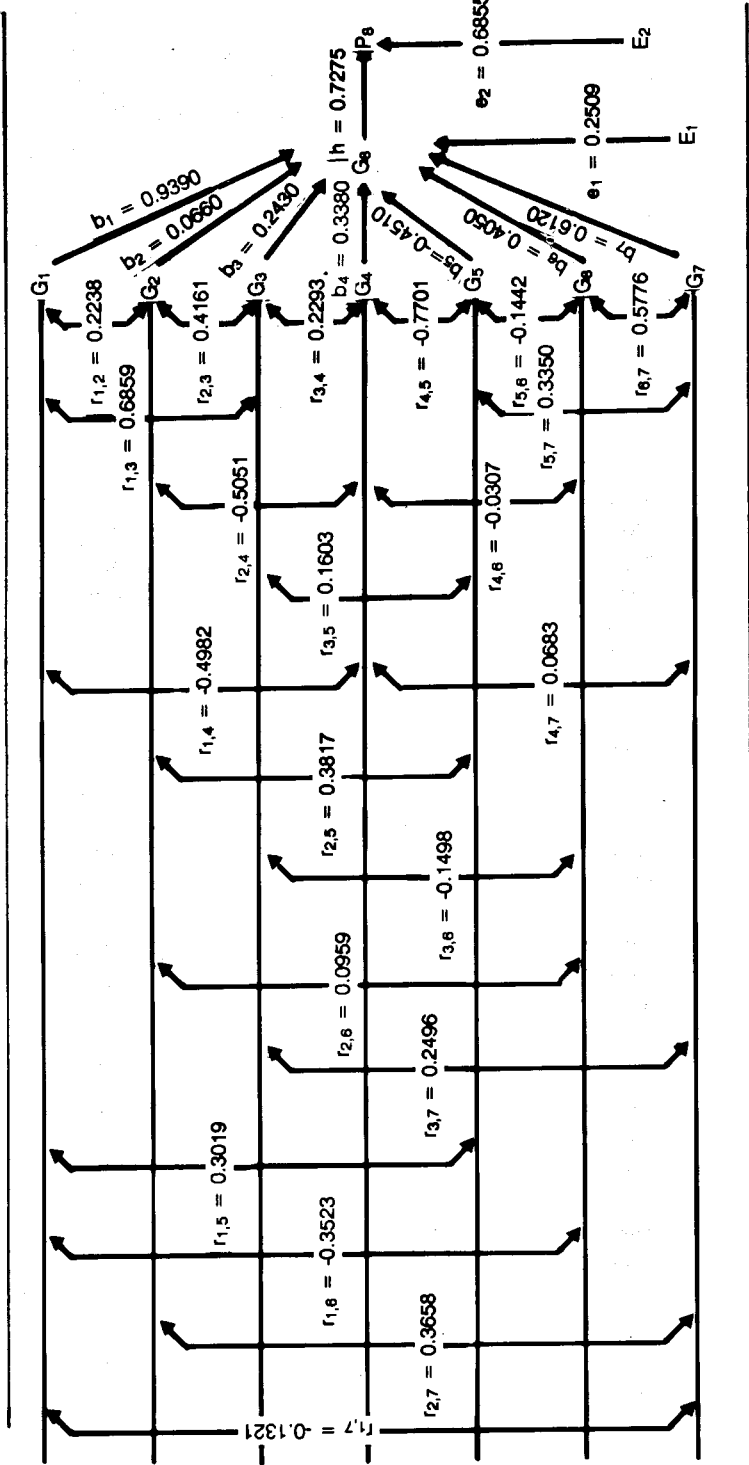


Figura 1. Diagrama causal y cuantificación de las vías de influencia entre los valores genotípicos para siete caracteres agronómicos con relación a rendimiento en cártamo bajo temporal.

CONCLUSIONES

1. Existe una amplia gama de variabilidad para rendimiento y sus componentes entre las líneas evaluadas de cártamo bajo temporal.
2. El rendimiento por hectárea mostró una asociación positiva a nivel genotípico y fenotípico con rendimiento por planta, capítulos por planta y porcentaje de aceite.
3. El análisis de sendero para rendimiento mostró efectos directos a través de días a floración, rendimiento por planta y, con menor influencia, número de capítulos por planta y número de semillas por capítulo.

BIBLIOGRAFÍA

- Abel, G.H. 1976. Inheritance of stem length and its components in safflower. *Crop Sci.* 16(3): 374-376. USA.
- Ashri, A., D.E. Zimmer, A.L. Urie, A. Cahaner y A. Marani. 1974. Evaluation of the world collection of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) IV Yield and yield components and their relationships. *Crop Sci.* 14(6): 799-802. USA.
- Bratuleau, C., E. Andrei y L. Grecu. 1982. Phenotypic variability of some yield components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *Lucrari Stiintifice, Institutul Agronomic Ion Ionescu de la Brad Agronomie.* Rumania. 28: 89-90.
- Dewey, D.R. y K.H. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. *Agron. J.* 51: 515-518. USA.
- Grafius, J.E. 1957. Components of yield in oats: a geometric interpretation. *Agron. J.* 49: 419-423.
- Kotecha, A. 1979. Inheritance and association of sex traits in safflower. *Crop Sci.* 19(4): 523-527. USA.
- _____. 1981. Inheritance of seed yield and its components in safflower. *Can. J. Genet. Cytol.* 23: 111-117. Canada.
- Kuruvadi, S. 1986. Utilidad de las correlaciones en el mejoramiento genético de los cultivos. *Comunna No. 129.* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. p. 11.

- Kuruvadi, S. y Cortinas E.H.M. 1987. Papel de componentes del rendimiento, correlaciones y sus implicaciones en el mejoramiento genético de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Agraria. 3(1): 1-5.
- Morales, R.E. 1989. Evaluación de genotipos introducidos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) a través de un análisis de crecimiento, características agronómicas y componentes de rendimiento. Tesis de Licenciatura. Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. p 101.
- Norris, W.G. y T.C. Tucker. 1967. Growth, yield and yield components of safflower as affected by source, rate and time of application of nitrogen. Agron. J. 59 (1): 54-56. USA.
- Paliwal, R.V. y S.Z. Solanki. 1984. Path coefficient analysis in safflower. Madras Agricultural Journal. India. 71(4): 257-258.
- Patil, F.B. 1985. Correlation of some yield components in safflower. Journal of Maharashtra Agricultural Universities. India. 10(1): 82-83.
- Prieto, A.N. 1988. Estimación de parámetros fisiotécnicos en genotipos introducidos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). Tesis de Licenciatura. Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, p. 119.
- Ranga, R.V. y M. Ramachandran. 1977. An analysis of association of components of yield and oil in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Theor. Appl. Genet. 50: 185- 191. USA.
- Sengupta, K. y B. Bhattachary. 1979. Variability in safflower. Indian Agricultural. India. 23 (3): 173-178.
- Thombre, M.W., B.P. Joshi. 1981. Correlation and path analysis in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties. Journal of Maharashtra Agricultural Universities. India. 6 (3): 191-193.

RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA Y UNA SERIE DE CARACTERES MORFOLÓGICOS, FENOLÓGICOS Y QUÍMICOS EN SIETE LÍNEAS DE SOYA (*Glycine max* (L.) Merr.)

Manuel H. Reyes Valdés¹
Edgar E. Guzmán²
Diana Jasso³
Adalberto Benavides⁴

RESUMEN

Con el propósito de sugerir posibles vías de selección indirecta sobre el carácter contenido de proteína (expresado como porcentaje de nitrógeno) en las semillas de soya, se analizaron las relaciones entre esta característica y una serie de caracteres cuya medición es relativamente sencilla, aplicando un análisis de correlación lineal simple. Además, sobre los datos se aplicó la técnica de regresión lineal múltiple, conocida como regresión *ridge*, considerando al porcentaje de nitrógeno en las semillas como la variable de respuesta. Sobre los resultados de la regresión *ridge* se llevó a cabo selección subjetiva de variables importantes, considerando la magnitud absoluta de los coeficientes de regresión. Se presentó acuerdo entre las dos técnicas, la de correlación lineal simple y la de regresión *ridge*, en cuanto a las variables marcadas como importantes; sin embargo, la función lineal generada con las variables seleccionadas mostró poca capacidad de predicción, por lo que, de acuerdo con los resultados obtenidos, el intentar llevar a cabo selección indirecta con los caracteres considerados en este estudio sobre el carácter porcentaje de nitrógeno en las semillas, es poco recomendable.

INTRODUCCIÓN

La soya, *Glycine max* (L) Merrill, es la especie de mayor importancia en el mercado agrícola mundial. Los principales productos obtenidos a partir de la semilla de esta planta son aceite y proteína. Hasta el momento, la mayor parte

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

de los esfuerzos para el mejoramiento de la soya se han dirigido hacia el incremento de los rendimientos netos de semilla, y de contenido y calidad del aceite de la misma. Relativamente poco se ha hecho, al menos considerando avances reales, respecto a la obtención de cultivares con mayor concentración de proteína y/o proteína de mayor calidad.

El objetivo del presente trabajo fue detectar y cuantificar las relaciones existentes, a nivel fenotípico, entre un conjunto de variables morfológicas, fenológicas y químicas, y el carácter contenido de proteína en las semillas, esto con el propósito de sugerir posibles formas de selección indirecta.

REVISIÓN DE LITERATURA

La soya es una leguminosa cuyo cultivo se lleva a cabo para la obtención de aceite y proteína principalmente. Tanto el rendimiento como la calidad de la semilla dependen fuertemente de la eficacia general de la planta. La eficiencia de la producción de materia seca por parte de una planta se relaciona con múltiples factores que al final convergen hacia dos procesos principales: fotosíntesis y asimilación de nitrógeno (Evans, 1975; Sinclair y Horie, 1989). Ambos procesos se relacionan de manera recíproca y compleja; la tasa y eficiencia fotosintética dependen del área foliar, del número y disposición de las ramificaciones, de la tasa de aparición y duración foliar, y del contenido de proteína foliar, entre otros caracteres (Evans, 1975). Por otro lado, la asimilación de nitrógeno en forma de NO_3^- , NH_4^+ ó N_2 , depende básicamente de la disponibilidad de energía para los procesos de absorción, reducción, traslocación y asimilación (Shibles *et al.* 1975).

Un punto importante en la mayoría de los programas de mejoramiento de la soya, lo constituye el incremento del rendimiento y del contenido de proteína en las semillas (Hartwig, 1969; Shibles *et al.*, 1975). Sin embargo, la presencia de interrelaciones muy complejas entre los procesos fotosintético y de asimilación de nitrógeno, han causado que hasta el momento esta labor no haya tenido un avance espectacular.

A través del tiempo se han llevado a cabo estudios sobre mejoramiento en la soya. Los enfoques básicos, dejando fuera el incremento en la cantidad y calidad del aceite en las semillas, han sido el incremento en el rendimiento bruto de semillas, incremento en la cantidad de proteína en las semillas, o una mezcla de ambos. Resultados de estos estudios indican la presencia de una relación inversa entre el rendimiento y el contenido de proteína en las semillas (Kwon y Torrie, 1964; Hartwig, 1969; Hartwig y Hinson, 1972).

En un artículo clásico, Sinclair y DeWit (1975), publicaron los resultados de un estudio acerca de la relación entre el rendimiento de grano y el conteni-

do de proteína en las semillas. La conclusión presentada, en cuanto a la soya, fue que es difícil el incremento simultáneo en estos dos caracteres por ser incompatibles desde el punto de vista energético. De acuerdo a los mencionados autores, la incompatibilidad tendría como base la competencia por cetoácidos y por la energía derivada de los fotosintatos entre los sistemas de síntesis de carbohidratos y de proteínas; un impedimento adicional es que un incremento en la concentración de proteína en la semilla, requiere mayor cantidad de nitrógeno absorbido del suelo, proceso cuyo costo energético es relativamente alto.

Al contrario de Sinclair y DeWit (1975), Hanson *et al.* (1961) indicaron que existe la posibilidad de conseguir incrementos, tanto en contenido de proteína como en rendimiento de grano en la soya. Según estos autores, no existe una contradicción energética inherente entre ambos caracteres, y la relación inversa resulta más bien de restricciones ambientales y fisiológicas. Otros autores, como Adams (1967) y Bhatia y Rabson (1976), indicaron que las correlaciones negativas entre diferentes fracciones o componentes del rendimiento, surgen bajo varios tipos de estrés ambiental, y que se derivan de la acción de sistemas genéticamente independientes, pero que interactúan uno con otro a través del desarrollo de la planta.

Estudios llevados a cabo en los últimos años, remarcan las relaciones existentes entre los procesos de fotosíntesis y asimilación de nitrógeno, así como los indicativos fisiológicos o morfológicos de dichas relaciones. Paralelamente, los criterios para seleccionar cultivares de una especie dada, han ampliado su cobertura hasta incluir características fisiológicas y morfológicas (Evans, 1975). La selección conjunta de varios caracteres relacionados con el rendimiento o con otro carácter de interés, es más efectiva y más económica, requiere menos años, menos localidades y un número menor de pruebas de comparación, que la selección para el carácter individual de interés (Johnson *et al.*, 1955). Es por esto que, de unos años a la fecha, se ha puesto especial énfasis en los enfoques multivariados de selección, considerando tanto las contribuciones relativas de diferentes caracteres a una o más variables económicamente importantes, como su aplicación en la conservación de la diversidad genética de las especies de cultivo (Denis y Adams, 1978; Bhatt, 1976; Ghaderi *et al.*, 1979).

Entre las alternativas de utilizar caracteres fisiológicos o caracteres morfológicos es, al parecer, más recomendable el uso de los últimos (Sherrard *et al.*, 1986; Buttery y Buzzel, 1988). A este respecto, estudios multivariados en la soya fueron realizados por Williams *et al.* (1979), Johnson *et al.* (1955) y Broich y Palmer (1980), entre otros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Los materiales utilizados fueron las siguientes líneas:

1. Tapachula 86.*
2. Santa Rosa.
3. Júpiter.
4. UFV-1.
5. H80-25-35.
6. H80-26-39.
7. H82-16-71.
8. H86-51-50.

*para esta línea no fue posible coleccionar los datos.

El suelo utilizado fue uno con gran cantidad de mantillo coleccionado en una zona forestal cercana a Jagüey de Ferniza, Municipio de Saltillo, Coah. El análisis del suelo, llevado a cabo en el Laboratorio de Calidad de Aguas del Departamento de Riego y Drenaje de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, indicó como caracteres relevantes un contenido alto de materia orgánica y nitrógeno, un pH de 6.7 y un contenido bajo de hierro.

Procedimiento experimental.

El trabajo experimental se llevó a cabo en uno de los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro durante el año de 1989. Con el suelo cribado se llenaron macetas de material plástico color negro. La fecha de siembra fue el 22 de abril y la fecha de cosecha fue variable de acuerdo con la línea de que se tratara. La cosecha consistió en el total de material reproductivo más el vegetativo, excepto la raíz, y se llevó a cabo un poco antes del período R7, según lo definen Fehr *et al.* (1971). Como fertilizante se aplicó solución nutritiva de Hoagland; la solución se aplicó un total de cuatro veces, 25 mililitros por maceta en cada ocasión, al presentarse indicios de clorosis en las plantas.

El diseño experimental utilizado fue el completamente aleatorio con cuatro repeticiones. Cada línea se consideró un tratamiento y cada maceta, con aclareo a cuatro plantas, se consideró una repetición.

Para cada una de las plantas se obtuvieron datos acerca de 18 variables de tipo morfológico, fenológico, de peso seco y de contenido de nitrógeno. Las variables consideradas fueron las siguientes:

1. X1: días a R1.
2. X2: días a R6-R7
3. X3: altura de planta

4. X4: número de nudos
5. X5: número de nudos reproductivos
6. X6: número de vainas
7. X7: número de trifolios
8. X8: número de ramificaciones
9. X9: número de semillas
10. X10: longitud foliar acumulada (suma de las longitudes de la planta al momento de la cosecha).
11. X11: ancho foliar acumulado (lo mismo que la variable anterior pero con referencia a la anchura de la lámina foliar).
12. X12: porcentaje de germinación de las semillas progenitoras.
13. X13: peso seco de las vainas
14. X14: peso seco de las semillas
15. X15: peso seco de las partes vegetativas
16. X16: peso promedio de las semillas progenitoras
17. X17: porcentaje de nitrógeno en las semillas
18. X18: porcentaje de nitrógeno en las partes vegetativas

Los análisis químicos necesarios para la obtención de los datos de porcentaje de nitrógeno se realizaron en el Laboratorio de Análisis Químicos del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Análisis estadístico

El primer paso del análisis estadístico fue la obtención de la matriz de correlaciones. Posterior a esto se realizó una regresión múltiple, en su modalidad *ridge* (Hoerl y Kennard, 1970), de la variable porcentaje de nitrógeno en las semillas (X18) sobre las restantes variables.

Descripción de los métodos estadísticos:

Sea X una matriz de datos de orden $(n \times k)$, en donde n es el número de observaciones y k es el número de variables consideradas. Si los datos se ajustan respecto a su media (la media de cada variable) y se dividen entre su desviación estándar, entonces:

$$R = \left[\frac{1}{n-1} \right] X'X \quad (1)$$

es la matriz de correlaciones de orden $(k \times k)$.

Sea ahora X la matriz de las variables predictoras, de orden $(n \times (k + 1))$, y sea Y el vector de observaciones de la variable de respuesta, de orden $(n \times 1)$. El modelo lineal de primer orden se define como:

$$Y = X\beta + \epsilon \quad (2)$$

en donde β es un vector de orden $((k + 1) \times 1)$ que contiene a los parámetros del modelo o coeficientes de regresión y ϵ es un vector de desviaciones aleatorias de orden $(n \times 1)$. Respecto al vector ϵ se supone independencia entre sus elementos y que los mismos tengan distribución normal con media cero y varianza σ^2 . Por otro lado, debe de notarse que la matriz X de la ecuación (1) es diferente a la matriz X del modelo (2); en el primer caso, X incluye a todas las variables, mientras que en el segundo caso, X incluye únicamente a las variables predictoras.

Cuando el producto $X'X$ es o se encuentra cercano a ser una matriz unidad, la mejor estimación de los coeficientes de regresión es:

$$b = (X'X)^{-1} X'Y \quad (3)$$

la cual es resultado de un ajuste para cuadrados mínimos (Draper y Smith, 1981).

Cuando, por otro lado, la matriz $X'X$ muestra algún grado de degeneración, entonces, dependiendo de la magnitud del problema, la varianza de las estimaciones, y por ende la distancia respecto a los valores poblacionales, tiende a incrementarse. Como resultado de esto, las estimaciones de los coeficientes de regresión pueden presentar errores fuertes en magnitud e incluso de signo.

Como solución al problema de multicolinealidad, que es el término aplicado a la condición de degeneración de la matriz $X'X$, Hoerl y Kennard (1970) propusieron un procedimiento de estimación sesgado que, sin embargo, genera resultados, al parecer, más adecuados que el procedimiento de ajuste ordinario. Al procedimiento sesgado se le llama ajuste o regresión *Ridge* y se basa en una manipulación de la matriz de correlaciones, realizada con la finalidad de que esta última se comporte como una matriz unidad. Las estimaciones *ridge* de los parámetros del modelo son:

$$b_R = (X'X + \omega I)^{-1} X'Y, \quad \omega \geq 0 \quad (4)$$

en donde ω es el llamado coeficiente de sesgo y I es una matriz unidad de orden k . Para una estimación b_R la suma de cuadrados residual es:

$$SCR = Y'Y - (b_R)'X'Y - \omega (b_R)'(b_R). \quad (5)$$

Mayores detalles sobre el procedimiento *ridge* se encuentran en Hoerl y Kennard (1970) y en Hocking (1976).

RESULTADOS

La matriz de correlaciones para las 18 variables se anota en el Cuadro 2. En el Cuadro 1, por otro lado, se anotan aquellos valores del coeficiente de correlación marcados como significativos, al nivel $\alpha = 0.1$, entre la variable porcentaje de nitrógeno en las semillas y las restantes variables.

En el mismo cuadro se tienen dos coeficientes de correlación con signo negativo, son los correspondientes a las variables X12 (porcentaje de germinación de las semillas progenitoras) y X16 (peso promedio de las semillas progenitoras), las cuales sirven como índice de la viabilidad de la semilla que originó a las plantas sobre las que se llevaron a cabo las mediciones. De los coeficientes de correlación con signo positivo, los más altos correspondieron a las variables que indican el reparto temporal entre las diferentes fases del ciclo de vida de la planta, es decir, período vegetativo o de acumulación de tejido fotosintético y de soporte (variable X1), y el período que corresponde a la floración y al llenado del grano (variable X2).

Es interesante sobre todo la relación marcada entre el peso seco de las semillas (variable X14) y el peso seco de las partes vegetativas con la variable considerada de respuesta, el porcentaje de nitrógeno en las semillas. En ambos casos se marcó una relación positiva. Para éste y los restantes casos, debe remarcarse el hecho de que ninguno de los valores absolutos de los coeficientes de correlación es lo suficientemente alto como para considerarlo útil en forma individual, para propósitos de predicción.

Los resultados de la regresión *ridge* se anotan en el Cuadro 3. Lo que allí se ve es resultante de realizar 11 ajustes con valores del coeficiente de sesgo, w , desde cero hasta uno, incrementándose este valor en una décima de unidad en cada ocasión.

Cuadro 1. Listado de valores marcados como significativos de la correlación lineal simple entre la variable porcentaje de nitrógeno en las semillas y los restantes caracteres.

Variable	Valor de r
1 Días a R 1	0.3725
2 Días a R6-R7	0.4317
6 Número de vainas	0.2320
9 Número de semillas	0.2045
12 Porcentaje de germinación de las semillas progenitoras	-0.2402
13 Peso seco de las vainas	0.1918
14 Peso seco de las semillas	0.2999
15 Peso seco del tallo, ramificaciones y partes foliares	0.1999
16 Peso promedio de las semillas progenitoras	-0.2996

Cuadro 2. Matriz de correlaciones para las 18 variables consideradas en el estudio.

Variable	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
X1	1	.9582	-.1679	-.2692	-.4789	.1286	-.1075	.0243	.0426
X2	.9582	1	-.2296	-.2308	-.4444	.1721	-.0543	.0772	.0828
X3	-.1679	-.2296	1	.3034	.4088	.1653	.2160	.1854	.2257
X4	-.2692	-.2308	.3034	1	.7329	.4926	.5152	.5887	.5203
X5	-.4789	-.4444	.4088	.7329	1	.4169	.4595	.5842	.4870
X6	.1286	.1721	.1653	.4926	.4169	1	.8995	.6416	.9732
X7	-.1075	-.0543	.2160	.5152	.4595	.8995	1	.6345	.8747
X8	.0243	.0772	.1854	.5887	.5842	.6416	.6345	1	.6040
X9	.0426	.0828	.2257	.5203	.4870	.9732	.8747	.6040	1
X10	.0047	.0577	.2182	.4893	.4075	.9400	.9387	.5731	.9545
X11	.0302	.0898	.2479	.5054	.4369	.9071	.9015	.5972	.9264
X12	-.4218	-.6190	.3203	.1158	.2390	-.1678	-.0982	-.1449	-.1145
X13	.0770	.1326	.2067	.4805	.4680	.9551	.8520	.5782	.9780
X14	.1242	.1909	.2254	.4070	.4513	.9294	.7840	.5776	.9504
X15	.1336	.1961	.2183	.4853	.4183	.9313	.8397	.6192	.9317
X16	-.6422	-.7694	.3052	.2373	.2773	-.0610	.0674	.0254	-.0310
X17	.3725	.4317	.0334	-.0547	-.0964	.2320	.0827	.1570	.2045
X18	-.5365	-.4820	-.0365	.1374	.0996	.0036	.1902	-.0373	.0184

Variable	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
X1	.0047	.0302	-.4218	.0770	.1242	.1336	-.6422	.3725	-.5365
X2	.0577	.0898	-.6190	.1326	.1909	.1961	-.7694	.4317	-.4820
X3	.2182	.2479	.3203	.2067	.2254	.2183	.3052	.0334	-.0365
X4	.4893	.5054	.1158	.4805	.4070	.4853	.2373	-.0547	.1374
X5	.4075	.4369	.2390	.4680	.4513	.4183	.2773	-.0964	.0996
X6	.9400	.9071	-.1678	.9551	.9294	.9313	-.0610	.2320	.0036
X7	.9387	.9015	-.0982	.8520	.7840	.8397	.0674	.0827	.1902
X8	.5731	.5972	-.1449	.5782	.5776	.6192	.0254	.1570	-.0373
X9	.9545	.9264	-.1145	.9780	.9504	.9317	-.0310	.2045	.0184
X10	1	.9644	-.1704	.9403	.8833	.9207	-.0389	.1413	.1305
X11	.9644	1	-.1912	.9258	.8646	.9623	-.0738	.1427	.1325
X12	-.1704	-.1912	1	-.1990	-.2299	-.2461	.6971	-.2402	.1386
X13	.9403	.9258	-.1990	1	.9700	.9533	-.1086	.1918	-.0030
X14	.8833	.8646	-.2299	.9700	1	.9184	-.1685	.2999	-.0831
X15	.9207	.9623	-.2461	.9533	.9184	1	-.1182	.1999	.0246
X16	-.0389	-.0738	.6971	-.1086	-.1685	-.1182	1	-.2996	.3811
X17	.1413	.1427	-.2402	.1918	.2999	.1999	-.2996	1	.0363
X18	.1305	.1325	.1386	-.0030	-.0831	.0246	.3811	.0363	1

Cuadro 3. Valores de los coeficientes de regresión parcial estandarizados para valores del coeficiente de sesgo, w , de cero a uno. La regresión es de la variable porcentaje de nitrógeno en las semillas sobre las restantes variables.

w	Coeficientes								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
0.0	-0.4345	1.2182	0.1128	0.0318	-0.1154	-0.4812	0.3000	0.0535	1.2590
0.1	0.1023	0.3668	0.1500	-0.0623	-0.0385	0.1319	-0.1162	0.1318	0.1710
0.2	0.1318	0.2785	0.1243	-0.0625	-0.0290	0.1026	0.0980	0.1088	0.1124
0.3	0.1340	0.2359	0.1059	-0.0578	-0.0276	0.0846	-0.0808	0.0924	0.0865
0.4	0.1305	0.2089	0.0922	-0.0531	-0.0277	0.0730	-0.0676	0.0805	0.0716
0.5	0.1256	0.1896	0.0815	-0.0490	-0.0281	0.0650	-0.0575	0.0715	0.0619
0.6	0.1206	0.1747	0.0728	-0.0456	-0.0283	0.0592	-0.0496	0.0645	0.0551
0.7	0.1158	0.1628	0.0657	-0.0426	-0.0284	0.0547	0.0433	0.0588	0.0500
0.8	0.1113	0.1530	0.0597	-0.0401	-0.0283	0.0511	-0.0382	0.0542	0.0462
0.9	0.1072	0.1447	0.0546	-0.0379	-0.0281	0.0482	-0.0340	0.0504	0.0431
1.0	0.1033	0.1375	0.0502	-0.0359	-0.0279	0.0458	-0.0304	0.0471	0.0405

w	Coeficientes								
	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X18	
0.0	-0.7378	0.0652	0.1707	-1.6331	1.6862	-0.3202	0.0703	0.5054	
0.1	-0.1532	-0.1841	0.0440	-0.1198	0.4675	-0.1316	-0.0920	0.3858	
0.2	-0.0989	-0.1310	0.0173	-0.0415	0.3109	-0.0707	-0.0871	0.3050	
0.3	-0.0719	-0.0966	0.0030	-0.0172	0.2383	0.0424	-0.0821	0.2518	
0.4	-0.0551	-0.0742	-0.0061	-0.0060	0.1955	-0.0262	-0.0781	0.2138	
0.5	-0.0436	-0.0587	-0.0123	0.0002	0.1670	-0.0160	-0.0749	0.1852	
0.6	-0.0352	0.0474	-0.0167	0.0042	0.1466	-0.0090	-0.0722	0.1630	
0.7	-0.0289	0.0389	-0.0200	0.0068	0.1313	-0.0039	-0.0699	0.1451	
0.8	-0.0239	-0.0323	-0.0224	0.0087	0.1193	-0.0002	-0.0678	0.1305	
0.9	-0.0199	-0.0271	-0.0242	0.0101	0.1097	0.0026	-0.0659	0.1182	
1.0	-0.0166	-0.0228	-0.0256	0.0112	0.1018	0.0049	-0.0642	0.1079	

La *ridge trace* construida con los valores anotados en el Cuadro 3, puede apreciarse en la Figura 1. La *ridge trace* proporciona un indicativo visual del comportamiento complejo de los coeficientes de regresión parcial estandarizados, conforme se añaden sucesivos valores del coeficiente de sesgo a la matriz de correlaciones.

El punto seleccionado como aquél en que los coeficientes de regresión muestran un comportamiento estable, fue el correspondiente a un valor del coeficiente de sesgo de $w = 0.7$. En este punto, las variables consideradas como importantes para la determinación del porcentaje de nitrógeno en las semillas, fue-

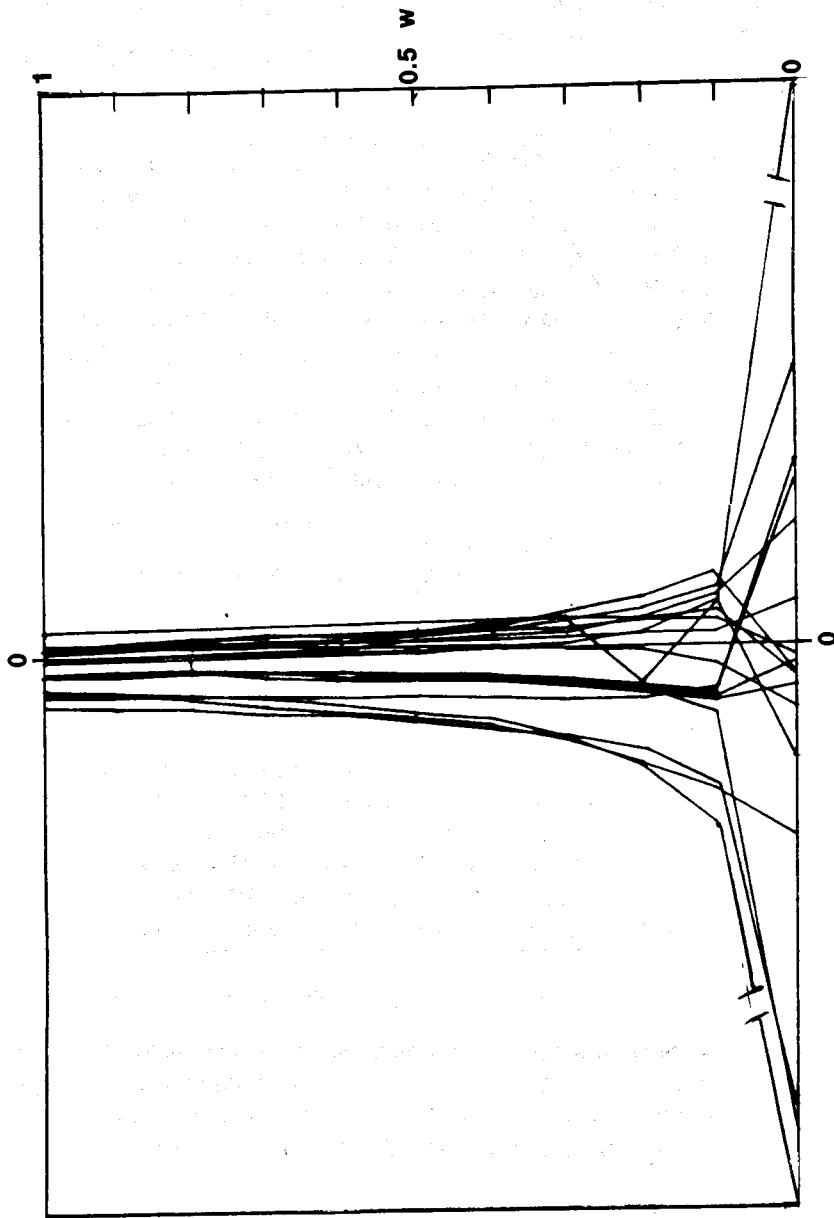


Figura 1. Ridge trace para la regresión múltiple de la variable porcentaje de nitrógeno en las semillas sobre las restantes variables. Los valores sobre el eje de las abscisas corresponden al coeficiente de sesgo, w ; los valores sobre el eje de las ordenadas son los de los coeficientes *ridge*.

ron: X1, días a R1; X2, días a R6-R7; X14, peso seco de las semillas y X18, el porcentaje de nitrógeno en las partes vegetativas al momento de la cosecha. Para las cuatro variables el coeficiente de regresión fue positivo.

La habilidad predictora de la función lineal generada por el ajuste de regresión se establece en términos de las sumas de cuadrados total y residual. Para el caso de la regresión *ridge*, considerada la suma cuadrados total, fue de 74.0001, mientras que la suma de cuadrados residual fue de 73.7170. Puede apreciarse que la habilidad predictora de la función lineal es prácticamente nula.

DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo apoyan la hipótesis de que la relación inversa observada entre la variable porcentaje de nitrógeno en las semillas y el peso seco de las mismas, y reportada por investigadores como Sinclair y DeWit (1975, 1976), Kwon y Torrie (1964), Hartwig (1969) y Hartwig y Hinson (1972) es resultado no de una contradicción energética básica, sino de restricciones ambientales y fisiológicas, tal como ha sido marcado por Hanson *et al.* (1961), Adams (1967) y Bhatia y Rabson (1976).

En el presente estudio el coeficiente de correlación lineal simple entre los caracteres porcentaje de nitrógeno en las semillas y peso seco de las mismas fue de signo positivo y significativo, si bien fue de valor bajo. Un comportamiento análogo se observó en los resultados del análisis de regresión *ridge*, en donde el coeficiente de regresión de la variable peso seco de las semillas fue de signo positivo, considerando al porcentaje de nitrógeno en las semillas como variable de respuesta.

Los resultados obtenidos indican que, al parecer, es posible la selección de cultivares de alto rendimiento y con un contenido alto de proteína en las semillas. Sin embargo, tal parece que la selección debe de realizarse en ambientes sin restricciones.

En consideración a la regresión lineal múltiple de la variable porcentaje de nitrógeno sobre las restantes 17 variables, los resultados fueron desalentadores. La suma de cuadrados de regresión, $(b_R)'X'Y + \omega (b_R)' (b_R)$, constituyó una parte mínima de la suma de cuadrados total. Esto indica la escasa utilidad de la función lineal generada para propósitos de predicción.

A no ser que el resultado obtenido en cuanto a la determinación del contenido porcentual de nitrógeno en las semillas sea un artefacto resultante del pequeño número de líneas y cultivares utilizados, es dudoso que sea posible llevar a cabo selección indirecta sobre el carácter contenido de nitrógeno en las

semillas utilizando caracteres morfológicos fácilmente medibles como los utilizados en este trabajo. Con toda seguridad que pueden encontrarse uno o más caracteres que funcionen como indicadores indirectos del contenido porcentual de nitrógeno en las semillas, pero el problema es que debe de evitarse, dentro de lo posible, que estos caracteres se coloquen en la categoría de caracteres microscópicos o macroscópicos difíciles de cuantificar o apreciar.

CONCLUSIONES

No se encontró una relación inversa entre los caracteres peso seco de las semillas y contenido porcentual de nitrógeno en las mismas. En cuanto a la determinación del porcentaje de nitrógeno en las semillas, sólo unas pocas variables, días a R1 (x_1), días a R6-R7 (x_2), peso seco de las semillas (x_{14}) y porcentaje de nitrógeno en las partes vegetativas (x_{18}), fueron marcadas como importantes, si bien los valores de los coeficientes de correlación lineal simple y de determinación múltiple para la regresión *ridge* indicaron que el uso de estas variables "importantes" es poco recomendable para propósitos de predicción o de selección indirecta sobre el carácter porcentaje de nitrógeno en las semillas.

Al parecer, el enfoque de selección indirecta sobre el carácter contenido porcentual de nitrógeno en las semillas es poco viable cuando se utilizan caracteres morfológicos y fenológicos como indicadores. Esta conclusión, claro está, es aplicable únicamente al espectro de caracteres considerados en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, M.W. 1967. Basis of yield component compensation in crop planta with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. *Crop Sci.* 7(5):505-510. United States of America.
- Bhatia, C.R. y R. Rabson. 1976. Bioenergetic considerations in cereal breeding for protein improvement. *Science.* 194(4272):1418- 1421. United States of America.
- Bhatt, G.M. 1976. An application of multivariate analysis to selection for quality characters in wheat. *Austral. J. Agr.* 27(1):11-18. Australia.
- Broich, S.L. y R.G. Palmer. 1980. A cluster analysis of wild and domesticated soybean phenotypes. *Euphytica* 29(1):23-32. The Netherlands.
- Buttery, B.R. y R.I. Buzzell. 1988. Soybean leaf nitrogen in relation to photosynthetic rate and yield. *Can. J. Plant Sci.* 68(3):793-795. Canada.

- Denis, J.C. y M.W. Adams. 1978. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological Traits. *Crop Science* 18(1):74-78. United States of America.
- Draper, N.R. y H. Smith. 1981. *Applied regression analysis*. John Wiley & Sons, Inc. New York. United States of America. 709 p.
- Evans, L.T. 1975. The physiological basis of crop yield. In: Evans, L.T. (Ed.) *Crop Physiology: some case histories*. Cambridge University Press, London. U.K. p. 327-355.
- Ghaderi, A., M. Shishegar y B. Ehdaie. 1979. Multivariate analysis of genetic diversity for yield and its components in mung bean. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(6):728-731. United States of America.
- Hanson, W.D., R.C. Leffel y R.H. Howell. 1961. Genetic analysis of energy production in the soybean. *Crop Sci.* 1(2):121-126. United States of America.
- Hartwig, E.E. 1969. Breeding soybeans for high protein content and quality. In: *FAO/IAEA Division of atomic energy in food and agriculture* (Ed.). *New approaches to breeding for improved plant protein*. International Atomic Energy Agency (IAEA). Vienna. Austria. p. 67-70.
- Hartwig, E.E. y K. Hinson. 1972. Association between chemical composition of the seed and seed yield of soybeans. *Crop Sci.* 12(5):829-830. United States of America.
- Hoerl, A.E. y R.W. Kennard. 1970. Ridge Regression: Biased estimation for nonorthogonal problems. *Technometrics* 12(1):55-67. United States of America.
- Johnson, H.W., H.F. Robinson y R.E. Comstock. 1955. Genotypic and phenotypic correlations in soybeans and their implications in selection. *Agron. J.* 47(3):477-483. United States of America.
- Kwon, S.H. y J.H. Torrie. 1964. Heritability of and interrelationships among traits of two soybean populations. *Crop Sci.* 4(2):196-198. United States of America.
- Sherrard, J.H., R.J. Lambert, F.E. Below, R.T. Dunand, M.J. Messmer, M.R. Willman, C.S. Winkels y R.H. Hageman. 1986. Use of physiological traits, especially those of nitrogen metabolism for selection in maize. In: Neyra, C.A. (Ed.) *Biochemical Basis of Plant Breeding*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. United States of America. p. 109-130.

Shibles, R., I.C. Anderson y A.H. Gibson. 1975. Soybean. In: Evans, L.T. (Ed.) Crop Physiology: some case histories. Cambridge University Press, London. U.K: p. 151-189.

Sinclair, T.R. y C.T. DeWit. 1975. Photosynthate and nitrogen requirements for seed production by various crops. Science 189(4202):565-567. United States of America.

Sinclair, T.R. y T. Horie. 1989. Leaf Nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. Crop Sci. 29(1):90- 98. United States of America.

Williams, W.A., C.O. Qualset y S. Geng. 1979. Ridge regression for extracting soybean yield factors. Crop Sci. 19(6):869-873. United States of America.

EFFECTOS DE INSECTICIDAS EN DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO DE *Phthorimaea operculella* (Zeller) EN LABORATORIO E INVERNADERO

Eugenio Guerrero Rodríguez¹
Santiago Gálvez Santos²
Víctor M. Sánchez Valdez³

RESUMEN

Al evaluarse la actividad de Paratión metílico, Azinfos metílico, Metamidofos, Permetrina y Thiodicarb, en diferentes estados de desarrollo de *Phthorimaea operculella* (Zeller) con individuos provenientes de una colonia mantenida por 25 generaciones en laboratorio, y otra proveniente de campo y criada por dos generaciones en pruebas de laboratorio e invernaderos, se encontró que Paratión metílico, Azinfos metílico y Permetrina, actúan eficientemente, en huevecillos de 1 y 4 días de edad, aun a dosis del 50% de las recomendadas comercialmente, mas no en aquellos de 5 días. Los mismos productos, más Metamidofos, manifiestan excelente actividad larvicida en individuos de 1^o y 4^o estadíos. Como adulticidas, todos los productos incluido el thiodicarb, actúan eficazmente.

No se encontró diferencia en cuanto a susceptibilidad a los insecticidas evaluados entre las poblaciones de laboratorio y la de campo, quizá por provenir estas últimas de áreas con papas voluntarias no expuestas a tóxicos durante al menos el último año.

INTRODUCCIÓN

La palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) es una de las plagas más serias que atacan al cultivo de la papa y a otras solanáceas, la que prospera mejor en áreas con clima cálido y seco.

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

En México, este insecto se presenta en lugares templados productores de papa, como son las regiones de El Bajío, en León Guanajuato y Jalisco, así como en Nuevo León, Coahuila, Veracruz y Michoacán, donde este insecto causa daños económicos, tanto en campo como en almacén.

Para el control de esta plaga en el área de Navidad, N.L., Arteaga y Derramadero, Coah., actualmente se realizan de 8 a 10 aplicaciones de insecticidas durante el ciclo agrícola, aunque en algunas regiones puede ser superior. Este alto número de aplicaciones se debe a la falta de estudios que indiquen la época más oportuna para su combate, considerando el desarrollo biológico del insecto como factor clave. Por otra parte, también se carece de estudios que indiquen qué productos son más adecuados para el control de las diversas fases de desarrollo para hacer más eficiente el combate químico de esta plaga, de ahí que el objetivo consista en determinar que estados biológicos del insecto son susceptibles de controlar adecuadamente con los insecticidas de uso común para su combate en el área papera de Navidad, N.L., Arteaga y Derramadero, Coah.

REVISIÓN DE LITERATURA

De acuerdo con las técnicas de producción, el control de la palomilla de la papa se basa principalmente en el uso de insecticidas, los cuales se aplican intensivamente al follaje a intervalos de diez días, y según Kennedy (1975), algunas de estas aplicaciones son innecesarias. El combate químico de la palomilla de la papa se registra desde fines de 1948, con algunos insecticidas clorados, como el DDT y Toxafeno (Anderson y Reynolds, 1950).

Al respecto, Haines (1976), señala que esta especie ha desarrollado una alta resistencia al DDT, DDD, Endrín y Dieldrín, y una ligera resistencia a BHC e Izobenzan; sin embargo, no se ha encontrado resistencia en adultos al azinfos etílico, pero sí, aunque ligera, en el estado larval. Menciona también que los siguientes productos químicos, proporcionan un buen control de esta especie: azinfos etílico, azinfos metílico, carbaryl, forato, fosalone, fosamidón y clorfenvinfos. Para el tratamiento a los tubérculos en almacén menciona a: Malatión, Carbaryl y Diazinón.

Por su parte Murillo (1983), recomienda almacenar papa sana o fumigada con bromuro de metilo, y protegerla con una aplicación de alguno de los siguientes productos: Malatión, Triclorfón, Metomyl, Pirimicarb, o Carbaryl, para protegerla de la palomilla de la papa.

En trabajos más recientes se ha experimentado con insecticidas granulosos, tales como: Fosfolan y Carbofuran, aunque los porcentajes de control que ofrecen estos productos son relativamente bajos, comparados con el porcentaje de control de la permetrina, aplicado al follaje con una periodicidad de días (Nuñez, 1983).

Cabe señalar que la mayor parte de los trabajos de evaluación de insecticidas se da preferencia a la mortandad en larvas, lo cual no es deseable, porque no permite conocer su acción en otras fases de desarrollo; al respecto, Shelton *et al.* (1981), señalan que las larvas y los adultos de la palomilla de la papa en el follaje, fueron eficientemente controladas con aplicaciones a dosis comerciales de Azinfos metílico, y combinaciones de Metomyl y Metamidofos, pero el efecto en huevecillos en condiciones de campo no fue eficiente; a su vez, el efecto en papas no fue significativo.

Foot (1976), considera que un insecticida efectivo contra la palomilla de la papa debe poseer una fuerte actividad ovicida y larvicida, acompañado de una persistencia razonable, y que Azinfos etílico muestra estas propiedades, además de presentar un efecto repelente en relación con la ovipostura de las hembras.

Guerrero y Aranda (1988), evaluando la resistencia de larvas de cuarto estadio de la palomilla de la papa, en insecticidas de uso común, reportan que en los bioensayos de la F-4 y F-6 existen diferencias muy notorias en cuanto a las ppm requeridas para obtener la CL₅₀ en el Paratión metílico; este alto nivel es seguido por el Metamidofos y Azinfos metílico, en contraste con la Permetrina de la cual se requieren cantidades muy bajas. En los datos obtenidos en F-13 y F-21, se aprecia una reducción en las ppm necesarias para obtener la CL₅₀, lo cual indica una pérdida de la resistencia adquirida a través de las generaciones del estudio. Se reportó la mayor resistencia para el caso del Paratión metílico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en laboratorio e invernadero, en donde se evaluaron los insecticidas: Paratión metílico, Azinfos metílico, Metamidofos, Permetrina y Thiodicarb; en laboratorio se trabajó con los estados biológicos: huevecillo, larva y adulto, y en invernadero sólo con huevecillo.

El material biológico de *P. operculella* usado, se obtuvo de colonias establecidas en laboratorio por 25 generaciones, y también de individuos recolectados de campo y criados en laboratorio por dos generaciones, con el fin de observar diferencias en el control de ambas poblaciones.

Para cada uno de los insecticidas se usaron las dosis recomendadas comercialmente, que fueron las que se tomaron como 100%; y otra serie de evaluaciones en las que se disminuyeron las dosis de cada uno de los insecticidas un 50% (Cuadro 1).

Pruebas de laboratorio

Para las pruebas de laboratorio se usaron huevecillos de uno y cuatro días de ovipositados, los que fueron colectados en papas y depositados por medio

Cuadro 1. Concentración comercial de insecticidas y dosis recomendada por hectárea

Producto	concentración %	Dosis l/ha*
Paratión metílico	47.2	1.0
Azinfos metílico	20.2	2.0
Metamidofos	48.3	1.5
Permetrina	34.7	6.4
Thiodicarb	33.7	1.0

* En razón a 400 lt de agua, esta dosis se considera al 100%

de un pincel de pelo suave en papel filtro confinado en cajas de petri. Tanto los huevecillos como el papel, fueron previamente mojados con el insecticida disuelto en agua; después de cada tratamiento el pincel fue lavado cuidadosamente con una solución de hidróxido de sodio, con el objetivo de eliminar posibles residuos insecticidas. Posteriormente, cuando el mayor número de huevecillos en el testigo se observaron eclosionados, se realizaron conteos en los tratamientos insecticidas tomando como parámetro el número de huevecillos no eclosionados.

En las pruebas para el caso de larvas, se utilizaron individuos de primero y de cuarto estadio, y se usó la técnica de película residual; se utilizaron frascos de vidrio de 5 cm de diámetro por 6cm de altura, en donde se depositó 1 ml de la dosis correspondiente y se impregnó la pared interna del frasco, rodando éste hasta la evaporación del agua; el parámetro medido fue el número de larvas muertas. Para el caso de larvas de cuarto estadio, esto se hizo a las 24 horas, y para el caso de larvas de primer estadio las observaciones se hicieron a una, tres y seis horas, después de tratadas.

Para el caso de adultos, se siguió la misma técnica de película residual; los adultos que se utilizaron fueron de cuatro días de edad y el parámetro medido fue el número de adultos muertos a las 24 horas.

Pruebas de invernadero

Para realizar las pruebas de invernadero se establecieron plantas de papa, las cuales se dejaron crecer hasta tener al menos tres hojas compuestas para utilizarse en los experimentos.

Se evaluó la actividad de los insecticidas en 40 huevecillos de uno y cuatro días de ovipositados. Colocados sobre folíolos de papa previamente mojados ambos con la solución de insecticida correspondiente, los huevecillos fueron manejados con un pincel de pelo suave el cual fue lavado de la forma ya an-

tes descrita. Después de observar en el testigo el mayor número de huevecillos eclosionados en las plantas, se hicieron las observaciones en los demás tratamientos cuantificando el número de huevecillos no eclosionados.

Los adultos utilizados para estas pruebas fueron de cuatro días de edad y, previo a su colocación en las plantas, se aplicó el insecticida mojando una hoja compuesta, cubriéndolas en seguida con bolsas de tela organza, donde se colocaron los adultos; las observaciones se hicieron a las 24 horas anotando el número de adultos muertos.

Es importante señalar que en estas pruebas de invernadero solamente se utilizaron insectos de la línea proveniente de campo, en tanto que en las pruebas de laboratorio se usaron las poblaciones de la colonia de laboratorio y la de campo.

El diseño bajo el cual se analizaron los datos fue el de complementar al azar, a su vez, se realizaron pruebas de diferencia de medias por DMS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los compuestos Paratión metílico, Azinfos metílico y Permetrina, proporcionan un alto control de huevecillos de un día, como de cuatro días en ambas dosis (Cuadro 2 y 3), tanto en poblaciones provenientes de campo como de laboratorio, mientras que Thiodicarb muestra que las dosis de campo sólo al 100% son adecuadas. Metamidofos actúa de una manera más lenta para matar huevecillos y sus resultados son variables en ambas dosis, y aunque estadísticamente no hay diferencia con el resto de los insecticidas en la mayoría de los tra-

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de huevecillos de dos edades de *Phthorimaea operculella* (Zeller) de una población de laboratorio en pruebas de laboratorio. UAAAN. 1988-1989.

Productos	Un día		Cuatro días	
	*100%	*50%	100%	50%
Paratión metílico	100**	100a	100a	100a
Azinfos metílico	100 a	100a	100a	100a
Metamidofos	100 a	92.5a	85a	85a
Permetrina	100 a	100a	100a	100a
Thiodicarb	100 a	100a	100a	100a
Testigo	7.5 b	17.5b	12.5b	5b

* Se refiere al 100 y 50% de las dosis comerciales, usadas en la región.

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad de huevecillos de dos edades de *Phthorimaea operculella* (Zeller) de una población de campo en pruebas de laboratorio e invernadero. UAAAN. 1988-1989.

Productos	Laboratorio				Invernadero			
	1 día		5 días		1 día		5 días	
	100%	50%	100%	50%	100%	50%	100%	50%
Paratión metílico	100**	100a**	15ab	25	80b	70b	100a	97a
Azinfos metílico	100	100a	25a	18	100a	100a	100a	97a
Metamidofos	92	80b	13qb	3	100a	100a	100a	95a
Permetrina	100	100a	23a	23	100a	100a	100a	100a
Thiodicarb	97	83b	18ab	28	95a	75b	100a	97a
Testigo	10	0c	0	0	10c	10c	15b	17b

* Se refiere al 100 y 50% de las dosis comerciales.

** Según DMS al nivel de significancia de 0.05%

tamientos, el menor grado de control es notorio. Es de señalar que fisiológicamente los huevecillos no son afectados por los insecticidas, sino hasta cuando éstos se encuentran ya desarrollados; es decir, cuando la larva se observa bien formada dentro del huevecillo a los cinco días de edad (Cuadro 3), esto se explica ya que los insecticidas Paratión metílico, Azinfos metílico y Metamidofos son fosforados, y el Thiodicarb que es carbámico, actúa sobre el sistema nervioso del insecto (colinesterasa) hasta que éste se integra completamente y puede responder a estímulos del exterior; de igual forma ocurre con la Permetrina (piretroide) con la diferencia que ésta actúa en la axona. Así, durante los primeros días del desarrollo de la larva, ésta ocurre normalmente y sólo al llegar el cuarto día cuando la larva está completamente formada, se aprecia que ésta suspende su actividad, muriendo en el interior del huevecillo. Este aspecto es importante, porque normalmente no se cita las propiedades ovicidas de los productos ya que al observar estos huevecillos en campo, en algún período de 1 a 4 días, no se aprecia la actividad del insecticida por tener el huevecillo una apariencia normal, y sólo se citará muerto cuando éste se encuentre necrosado o deshidratado.

Como larvicidas, todos los tratamientos son efectivos; la discusión en este caso, estriba en que a mayor peso de la larva, éstas son más tolerantes a los

insecticidas (Cuadro 4), ya que larvas de primer estadio fueron más susceptibles que las larvas de cuarto estadio, muriendo todas una hora después de haberse expuesto a los tóxicos, ya que su menor vigor y peso no les permite tolerar la dosis de los productos. Aunque, el Thiodicarb en larvas provenientes de población de campo en cuarto estadio no manifiesta un control del 100% a ninguna de las dosis como en los demás insecticidas, ya que se observó sobrevivencia, pero estadísticamente es igual al resto de los tratamientos. (Cuadro 5).

Además, se aprecia que en estas poblaciones, el efecto en larvas de primer estadio del Paratión metílico fue más lento; esto influenciado por los mecanismos detoxificativos que para este producto ha desarrollado acorde a lo reportado por Guerrero y Aranda en 1989. Aunque el control obtenido a un tiempo más largo fue del 100% aún a la dosis baja, en las de cuarto estadio no se aprecia este efecto por que la lectura fue a las 24 horas.

Por lo que respecta a la actividad de los insecticidas, como adulticidas todos los productos son buenos estadísticamente, aunque Thiodicarb pareció no serlo, ya que en las pruebas de laboratorio, tanto en poblaciones de laboratorio (Cuadro 6) y de campo (Cuadro 7), se obtuvo de 5 a 17% de sobrevivencia, en tanto que las pruebas en invernadero la mortalidad fue del 100% al igual que en el resto de los tratamientos, sin que se tenga una explicación al respecto.

En general, se observa que los productos insecticidas usados comúnmente en las regiones de Navidad, N.L., y Derramadero, Coah., manifiestan una buena actividad como ovicidas, larvicidas y adulticidas, a una dosis del 50% de las comerciales, en condiciones de laboratorio e invernadero; no obstante, para lograr un buen control en condiciones de campo, el principal problema radica en poner en contacto al insecto con el tóxico, y dado el hábito de minador de la especie, el tamaño del huevecillo y el hábito de los adultos, el estado más susceptible de control lo es sin duda la larva de primer estadio, que en condiciones de campo puede estar expuesta antes de penetrar a la misma. De aquí se resalta la importancia de la predicción de eventos biológicos por medio de modelos de tiempo fisiológico que ayudan a determinar las fechas de mayor eclosión de huevecillos. A su vez, estos productos manifiestan prácticamente la misma actividad con poblaciones de laboratorio (25 generaciones) como de individuos provenientes de campo; esto último no se esperaba, ya que en estudios anteriores indican que la palomilla de la papa, en las regiones mencionadas, presenta resistencia a varios de los productos empleados (Guerrero y Aranda, 1989); sin embargo, esto se puede explicar si se considera que la población de campo fue colectada en papas sin cultivar (mostrencas), lo que implica que al menos durante las generaciones del último año estuvieron libres de aplicaciones de insecticidas, ocasionando que los niveles de susceptibilidad a los químicos fuera relativamente similar a las de laboratorio.

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de larvas de dos estadios de *Phthorimaea operculella* (Zeller) de una población de laboratorio en pruebas de laboratorio UAAAN. 1988-1989.

Productos	Primer estadio		Cuarto estadio	
	I		I	
	*100% 1 hr	50% 1hr	100% 24hr	50% 24hr
Paratión metílico	100	100	100**a	100
Azinfos metílico	100	100	100 a	100
Metamidofos	100	100	100 a	100
Permetrina	100	100	100 a	100
Thiodicarb	100	100	100 a	100
Testigo	0	0	20 ab	0

* Se refiere a 100 y 50% de la dosis comerciales.

** Según DMS al nivel de significancia de 0.5%

Cuadro 5. Porcentaje de mortalidad de larvas de dos estadios de *Phthorimaea operculella* (Zeller) de una población de campo en pruebas de laboratorio UAAAN. 1988-1989.

Productos	Primer estadio					Cuarto estadio	
	I		I			I	
	*100%	*50%	100%	50%			
	1hs	3hs	1hs	3hs	6hs	24 hs	
Paratión metílico	78a**	100a**	70	78b	100	100a	100a
Azinfos metílico	100a	100a	100	100a	100	100a	100a
Metamidofos	100a	100a	100	100a	100	100a	100a
Permetrina	100a	100a	100	100a	100	100a	100a
Thiodicarb	100a	100a	100	100a	100	95a	88a
Testigo	0b	7b	0	8	13	18b	10b

* Se refiere al 100 y 50% de las dosis comerciales.

** Según DMS al nivel de significancia de 0.05%

Cuadro 6. Porcentaje de mortalidad de adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller) de una población de laboratorio en pruebas de laboratorio. UAAAN. 1988-1989.

Productos	100%	50%
Paratión metílico	100**a	100a
Azinfos metílico	100a	100a
Metamidofos	100a	100a
Permetrina	100a	100a
Thiodicarb	82.5b	90a
Testigo	32.5b	12.5b

* Se refiere al 100 y 50% de las dosis comerciales.

** Según DMS al nivel de significancia de 0.05%

Cuadro 7. Porcentaje de mortalidad de adultos de *Phthorimaea operculella* (Zeller) de una población de campo en pruebas de laboratorio e invernadero. UAAAN. 1988-1989.

Productos	Laboratorio		Invernadero	
	*100%	*50%	100%	50%
Paratión metílico	100a**	100a	100a	100a
Azinfos metílico	100a	100a	100a	100a
Metamidofos	100a	100a	100a	100a
Permetrina	100a	100a	100a	100a
Thiodicarb	95a	87.5a	100a	100a
Testigo	17.5b	10	15b	20b

* Se refiere al 100 y 50% de las dosis comerciales.

** Según DMS al nivel de significancia de 0.05%.

CONCLUSIONES

1. Paratión metílico, Azinfos metílico y Permetrina, actúan eficientemente como ovicidas en huevecillos de uno o cuatro días, aún a dosis del 50% de las aplicadas comercialmente, y el compuesto Thiodicarb sólo actúa eficientemente a dosis del 100% de las comerciales.
2. Paratión metílico, Azinfos metílico, Metamidofos y Permetrina, manifiestan una excelente actividad larvicida en individuos de primer y cuarto estadio, en poblaciones de laboratorio y campo, y mejor que thiodicarb en las larvas de la población de campo.
3. Todos los insecticidas evaluados actúan eficientemente, como adulticidas.

4. No se encontró diferencia en cuanto a susceptibilidad a los insecticidas evaluados entre las poblaciones de laboratorio y las provenientes de campo, quizá por provenir, estas últimas, de áreas no expuestas a tóxicos durante al menos el último año.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, L.D., y H.T. Reynolds. 1950. Potato tuberworm control in Southern California. J. Econ. Entomol. 43(3): 396-397.
- Foot, M.A. 1976. Laboratory assesment of several insectides againts the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). New Zeland Jour. Agricul. Res. 19(1): 117-125.
- Guerrero, R.E. y H.E. Aranda, 1989. Presencia de resistencia a insecticidas en *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera:Gelechiidae) en Navidad, Nuevo León y Arteaga, Coahuila, México, XXXII Convención Nacional de Entomología "J.E. Wille". Lima, Perú. 6-11 Agosto de 1989. p. 45.
- Haines, C.P. 1976. The potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) a bibliography of recent literature and review of its biology and control on potatos in the fiel and storage. Report Tropical Products Institute G. 112. pp.
- Kennedy, G.G. 1975. Trap desing and other factors influencing capture of mate potato tuberworm moths by virgin female baited traps. J. Econ. Entomol. 68(3): 305-308.
- Murillo, R.R. 1983. Biología de *Phthorimaea operculella* Zeller. Memoria del seminario internacional sobre biología y control de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Scrobipalposis solanivora* Povolny. Celaya, Gto., Mex., 30 de mayo al 1 de junio. 128. pp.
- Núñez, M. 1983. Prueba de cinco insecticidas para el control químico de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* en República Dominicana, memorias del segundo seminario regional sobre investigación y combate de la palomilla de la papa (*Scrobipalposis solanivora* Povolny y *Phthorimaea operculella* (Zeller.)) San José de Costa Rica, 20-24 de septiembre de 1982. 72. pp.
- Shelton, A.M., J.A. Wyman, y A.J. Mayor. 1981. Effects of commonly used insecticides on the potato tuerworm and its associates parasites and predators in potatoes. J. Econ. Entomol. 74:303-308.

CONTROL QUÍMICO DEL TIZÓN TARDÍO *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) en Navidad, N.L.

Melchor Cepeda Siller¹
Ricardo A. Salomón Echeverría²
Rubén Adolfo Martínez Vázquez³

RESUMEN

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), es de los más importantes en la región de Navidad, Nuevo León, ya que al año se siembran más de 3 000 ha; esta región es de importancia para México, ya que contribuye en la solución del problema alimentario del país. Sin embargo, uno de los principales problemas fitopatológicos que le ocasionan pérdidas económicas a los productores, es la enfermedad conocida como tizón tardío ocasionada por *Phytophthora infestans*, por lo que el objetivo fue evaluar diferentes fungicidas con acción de contacto y sistémica para el control de la enfermedad; se utilizaron los fungicidas Mancozeb P.H., Metalaxil clorotalonil, Mancozeb SA y Fosetil Aluminio y un testigo, se realizaron ocho aplicaciones durante el ciclo del cultivo a diferentes intervalos entre aplicaciones; en base al parámetro medido de daño foliar los mejores productos fueron Metalaxil clorotalonil y Mancozeb P.H., en cuanto a los parámetros de peso total de tubérculos comerciales, los mejores productos fueron Metalaxil clorotalonil, Mancozeb P.H., y Mancozeb S.A.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la superficie mundial, cosechada con papa es aproximadamente de 22 millones de hectáreas, con 293 millones de toneladas de producción. Los principales países productores son: La CEI, Polonia, Estados Unidos de América y República Popular de China, en tanto que para Inglaterra, Holanda, Alemania y Suecia la papa constituye un alimento básico (SARH-INIFAP-CI-FAP, 1989).

-
1. Ing. M.C. Maestro-Investigador, Depto. de Parasitología Agrícola. Div. Agronomía, UAAAN.
 2. Tesista Licenciatura
 3. Ing. Pasante de la Maestría en Parasitología Agrícola. UAAAN.

En la región de Navidad, Municipio de Galeana, Nuevo León, se siembran aproximadamente 3,000 ha al año, por lo que la región es de importancia para México, ya que contribuye en gran medida en la solución del problema alimentario del Estado de Coahuila y otros estados, a la vez que es fuente de ingreso y mano de obra para los habitantes de esa región (Carmona, 1985).

La región de Navidad, presenta condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de enfermedades, entre las que se encuentra el tizón tardío *Pytophthora infestans* (Mont.) De Bary, 1876, y es en la actualidad la más importante para el cultivo, ya que ocasiona pérdidas del 80 al 100% de la producción, si no se realizan aplicaciones de productos fungicidas. Una medida de control que se ha estado utilizando en esta región, y que ha sido imprescindible, es el uso de productos químicos, lo que representa el 15% del costo de producción, por lo que se efectuó el presente trabajo con el objetivo de evaluar productos fungicidas de actividad de contacto y sistémicos para el control de *P. infestans*.

REVISIÓN DE LITERATURA

La enfermedad del tizón tardío, o chahuixtle de la papa, es causada por el hongo *P. infestans*; apareció simultáneamente en Europa y América, específicamente en los Estados Unidos, alrededor de 1830 (Walker, 1950). Se reporta que la enfermedad fue introducida a Europa y Estados Unidos de América entre 1830 y 1840, y en los años siguientes, la enfermedad se incrementó en severidad y extensión (Heald, 1933; Walker, 1959).

Los síntomas iniciales típicos, son unas manchas pequeñas que van del color verde claro a verde oscuro, de forma irregular. Bajo condiciones favorables de medio ambiente, las lesiones progresan convirtiéndose en lesiones necróticas; éstas aparecen en las hojas más cercanas al suelo; pueden causar la muerte de los folíolos y diseminarse por los pecíolos hacia el tallo, para matar eventualmente a la planta. A menudo se encuentra presente un halo de color verde claro a amarillo, en la parte externa de la zona necrótica de la hoja (Ames, 1980).

Galindo y Gallegly (1969) citan que en el tallo se observan manchas alargadas del mismo color que el de las hojas (casi negras), pudiendo aparecer antes que en éstas. El tallo toma una consistencia vitrea y fácilmente se quiebra.

Debruy (1951) señala que si la pudrición es seca, el tubérculo se mantiene íntegro, y sin descomponerse, la enfermedad puede detenerse; pero, si va acompañada con bacterias y hongos saprófitos, que es lo más frecuente, el tubérculo toma una consistencia blanda con pudriciones cremosas a la vista, los tejidos se rompen y exhalan un olor desagradable. Cuando la infección de los tubérculos ha tenido lugar con anticipación a la cosecha y la humedad y la

temperatura han sido favorables para el parásito, los tubérculos empiezan a descomponerse en el terreno, y al cosechar los restos de ellos, aparecen podridos y blandos, quedando en el suelo. Así mismo, Agrios (1985) menciona que los tubérculos que han sido infectados muestran en un principio manchas más o menos irregulares de un color parduzco, o entre negro y púrpura.

Apple *et al.* (1980) al realizar experimentos en invernadero con Metalaxil, señalan que este fungicida inhibió el crecimiento y desarrollo de *P. infestans*, en el follaje de papa, ya que fue reducida más eficazmente la expansión de la lesión cuando fue aplicado antes de la inoculación, que después de aparecidas las lesiones; además, los esporangios producidos por *P. infestans* en lesiones de hojas tratadas con el fungicida Metalaxil, fueron menos eficaces para germinar e infectar follaje de papa, que esporangios producidos por *P. infestans* en hojas no tratadas.

Rowe (1982) reporta que el Metalaxil es un fungicida sistémico, que recientemente ha empezado a utilizarse a nivel comercial para el control de Omyceetos en plantas. Fue reportado como el mejor protector y curativo, siendo su mecanismo de acción muy contundente.

Amador (1985) evaluó tres fungicidas sistémicos pertenecientes al grupo de las Acylalaninas, en mezclas con fungicidas protectores para combate del tizón tardío en papa. Los tratamientos fueron: Metalaxil + Mancozeb, Benalaxil + Mancozeb, RE-20615 + Mancozeb y RE-20615 + Captafol, y un testigo con Mancozeb. La enfermedad se evaluó según escala recomendada por el Centro Internacional de la Papa (CIP), y señala que el Metalaxil + Mancozeb, RE-20615 + Mancozeb y RE-20615 + Captafol, mantuvieron niveles bajos de infección durante las primeras nueve semanas de cultivo, siendo las aplicaciones posteriores poco eficientes para el combate de la enfermedad. Asimismo, hubo un incremento significativo en el rendimiento de estos tres tratamientos con respecto al tratamiento testigo con Mancozeb.

Platt (1985) reporta que al establecer parcelas inoculadas con *P. infestans* y tratadas con Metalaxil, Mancozeb y combinaciones de Metalaxil y Mancozeb, y siguiendo semanalmente el desarrollo de la enfermedad, señala que el uso de Metalaxil solo, presentó el mayor incremento de la enfermedad (por encima del 80% de defoliación) al final de la estación del cultivo bajo una intensidad de leve a moderada.

Somoucha y Cohen (1986) citan que al hacer mezclas de productos químicos como Metalaxil, Fosetil-AI, Mancozeb, Fentin Acetato, Folpet, Clorotalonil y Captafol, y al ser aplicados a aislamientos de *P. infestans* sensibles a Metalaxil (MS) y resistentes a Metalaxil (MR), resultaron más efectivas para el control las mezclas de productos sistémicos y de contacto, que las mezclas de productos con modo de acción similar como la del Metalaxil con Fosetil-AI o la del Mancozeb con el Fentin Acetato.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el ciclo productivo 1989, y comprendió del mes de mayo a octubre del mismo año. El experimento se efectuó bajo condiciones de riego en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de Navidad, Municipio de Galeana, Nuevo León, el cual se localiza al sureste de la ciudad de Saltillo, Coahuila a 84 km por la carretera federal 57 México-Piedras Negras, tramo Saltillo- Matehuala.

El área de estudio se encuentra situada en las coordenadas latitud Norte 20 01' y longitud Oeste 100 36' del meridiano de Greenwich, y a una altitud de 1895 msnm; tiene una temperatura anual media mínima de 7.2°C y una temperatura anual media máxima de 21.7°C, con una precipitación pluvial de 400 mm.

La variedad Alpha, una de las más cultivadas en la región, fue la que se utilizó para el desarrollo del experimento, además de ser susceptible a *P. infestans* y porque permite evaluar con más eficiencia los tratamientos.

Se empleó un diseño estadístico de bloques al azar con cinco tratamientos, constituidos cada uno por cuatro repeticiones, para obtener una mayor representatividad de las condiciones variables del cultivo y de cada bloque. Se utilizó la prueba de rango múltiple DMS al 5% para comparar las medias de cada tratamiento.

La parcela experimental estuvo constituida de cuatro surcos de 6.3 m de longitud y 0.90 m entre surco y surco, con un total de 20 parcelas; la distancia entre plantas fue de 0.20 m; la distancia de calles entre parcelas y entre bloques de 1.5 m, y el área experimental de la parcela fue de 28.35 m. La parcela útil consistió de dos surcos centrales de 4.3 m de longitud, por lo que el área de la parcela útil fue de 7.74 m.

Los parámetros medidos en la evaluación del experimento para determinar la eficiencia de los tratamientos contra el patógeno, se realizaron en base a lo que establece el Centro Internacional de la Papa que son: porcentaje de daño foliar, producción total de tubérculos cosechados, peso de tubérculos comerciales, número de tubérculos comerciales, número de tubérculos no comerciales y sanidad de tubérculos.

Para el análisis del parámetro de daño al follaje se realizaron transformaciones de arco seno X/100, debido a que los datos de campo se tenían que interpretar en porcentaje, para tener una mayor representatividad (Little y Hills, 1975).

Desarrollo del experimento

El experimento se instaló en el mes de mayo de 1989, y la preparación del terreno se hizo en las fechas 12 y 16 del mismo mes; el tratamiento a los tuber-

culos - semilla (500 kg), se realizó el 20 de mayo con los productos: Agrimycin 100 (600 g), Tiabendazol (100 g) y Bionex agente adherente-penetrante y dispersante (1 000 cc); la siembra se efectuó el 23 de mayo y, al momento de ésta, se realizó una fertilización tomando como base la fórmula general 200-400-200, por lo que para el lote experimental se empleó la fórmula 11.34-22.68-11.34 en 567 m² que comprende dicho lote; los fertilizantes que se utilizaron fueron sulfato de amonio, superfosfato de calcio simple y sulfato de potasio; en el primer riego se dió el día 25 de mayo y posteriormente se dieron ocho riegos con intervalos de 15 a 20 días entre éstos.

Las aplicaciones se hicieron con aspersoras manuales de 18 lt de capacidad, las cuales eran lavadas después de la aplicación de cada tratamiento (Cuadro 1) para evitar contaminación de los demás productos. La primera aplicación se efectuó el día 28 de junio, cuando las plantas tenían de 15 a 20 cm de altura, y las siguientes se efectuaron a intervalos de 9 a 12 días, hasta completar ocho aplicaciones durante el ciclo del cultivo. Las fechas de cada aplicación, el desvare y la cosecha se presentan en el Cuadro 2.

Para determinar el daño foliar, se tomó una muestra de 10 plantas al azar de la parcela útil, a las que se les determinó el área foliar dañada por la enfermedad, de acuerdo a la escala del CIP (Centro Internacional de Papa); las fechas en que se hicieron la toma de datos en cuanto al daño al follaje fueron: 29 de junio, 14 de julio, 2 de agosto, 17 de agosto, 1 de septiembre y 18 de septiembre.

Para determinar el rendimiento, se cosecharon mecánicamente los dos surcos centrales de la parcela útil, y se contaron los tubérculos totales, y se re-

Cuadro 1. Tratamientos, dosis y modo de acción de los fungicidas empleados para el control de *P. infestans* en el Campo Agrícola Experimental (UAAAN) de Navidad, Municipio de Galeana, N.L. 1989.

No. de trat.	Tratamientos	Dosis en 100 lt de agua	Modo de acción
1	Testigo		
2	Mancozeb PH + Bionex	500 g + 200 cc	Contacto
3	Metalaxil Clorotalonil + Bionex	500 g + 200 cc	Sistémico y contacto
4	Mancozeb SA + Bionex	1000 cc + 200 cc	Contacto
5	Fosetil-AI + Bionex	625 g + 200 cc	Sistémico

Cuadro 2. Número de aplicaciones, fecha de aplicación de los tratamientos, desvare y cosecha, en el cultivo de papa, en el Campo Agrícola Experimental (UAAAN) de Navidad, Municipio de Galeana, N.L. 1989.

Número de aplicación	Fecha	Intervalo de aplicaciones (días)
1	28 de junio	
2	10 de julio	12
3	21 de julio	11
4*	1 de agosto	11
5	12 de agosto.	11
6	26 de agosto	14
7	5 de septiembre	12
8	14 de septiembre	9
Desvare	28 de septiembre	
Cosecha	20 de octubre	

* No se aplicó al tratamiento tres Metalaxil Clorotalónil + Bionex, para dar margen de tiempo a que se presentara la enfermedad, por lo que se hicieron siete aplicaciones a dicho tratamiento.

gistró el peso de éstos; para determinar tubérculos comerciales y no comerciales, se hizo en base a la escala que utiliza el CIP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Daño foliar

La concentración de datos para evaluar este parámetro y la respectiva prueba de rango múltiple, DMS al 5% (Cuadro 3), indican que los tratamientos

Cuadro 3. Comparación de medias DMS (5%) para el daño foliar al cultivo de papa. Campo Agrícola Experimental (UAAAN) de Navidad, Municipio de Galeana, N.L. 1989.

Tratamiento	Media
3	5.157 a
2	6.200 a
4	12.435 b
5	35.250 c
1	36.775 c

a = los mejores tratamientos

con menor efectividad estadísticamente fueron el Testigo (1) y el Fosetil-AI (5), y los mejores tratamientos estadísticamente, fueron el Metalaxil Clorotalonil (3), el Mancozeb PH (2), seguidas por el Mancozeb SA. (4).

Peso total de tubérculos cosechados

Para este parámetro, las pruebas estadísticas demuestran que hubo diferencias altamente significativas, para los tratamientos con un nivel de significancia del 5%, el peso total de tubérculos por tratamiento son estadísticamente diferentes al realizar el ANVA; al realizar la prueba de rango múltiple DMS al 5% (Cuadro 4), indica que los tratamientos con Metalaxil Clorotalonil (3), Mancozeb SA (4) y Mancozeb PH (2) son los que poseen mayor producción, y son estadísticamente diferentes a los tratamientos con Fosetil-AI (5) y el testigo (1).

Peso de tubérculos comerciales

En esta prueba se presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, así lo indica el ANVA y la prueba de rango múltiple DMS al 5% (Cuadro 5), indicando que los mejores tratamientos fueron: Metalaxil Clorotalonil (3), Mancozeb SA (4) y Mancozeb PH (2), en comparación con los tratamientos Fosetil-AI (5) y el Testigo (1).

Cuadro 4. Comparación de medias DMS (5%) para el peso total en kg de tubérculos. Campo Agrícola Experimental (UAAAN) de Navidad, Municipio de Galeana, N.L. 1989.

Tratamiento	Media
3	17.037 a
4	16.425 a
2	16.045 a
5	10.750 b
1	10.300 b

a = los mejores tratamientos

Cuadro 5. Resultados de la comparación de medias DMS (5%) para peso, el peso en kg de tubérculos comerciales. Campo Agrícola Experimental (UAAAN) de Navidad, Municipio de Galeana, N.L. 1989.

Tratamiento	Media
3	15.550 a
4	14.825 a
2	14.600 a
5	9.537 b
1	9.162 b

a = los mejores tratamientos

Peso de tubérculos no comerciales

Este parámetro al ser analizado estadísticamente se observa, según el ANVA, que no hubo significancia entre tratamientos, ya que no influyeron en el peso de tubérculos no comerciales, debido a que se comportaron de igual forma, es decir, que en todos los tratamientos existió, en cuanto a peso, la misma cantidad de tubérculos de desecho.

Número de tubérculos comerciales

Al analizar el ANVA para este parámetro, se observa que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos; al realizar la prueba de rango múltiple DMS al 5% (Cuadro 6), se observó que existen diferencias entre las medias de los tratamientos, siendo los mejores el Mancozeb SA (4), Metalaxil Clorotalonil (3), Mancozeb PH (2) (estadísticamente iguales), diferentes a los tratamientos Fosetil-Al (5) y el Testigo (1).

Número de tubérculos no comerciales

Al analizar el ANVA para evaluar este parámetro, se observó que no hubo diferencias para los tratamientos con un nivel de significancia del 5%, y resultando que el número de tubérculos no comerciales por tratamiento son estadísticamente iguales.

Sanidad de tubérculos

Este parámetro no pudo ser evaluado en forma estadística, ya que en todos los tratamientos: Testigo (1), Mancozeb PH (2), Metalaxil Clorotalonil (3), Mancozeb SA (4) y Fosetil-Al (5), no hubo tubérculos dañados por la enfermedad en cuestión, y por tal motivo no se realizó ninguna prueba estadística.

Cuadro 6. Resultados de la comparación de medias DMS (5%) del número de tubérculos comerciales. Campo Agrícola Experimental (UAAAN) de Navidad, Municipio de Galeana, N.L. 1989.

Tratamiento	Media
4	119.50 a
2	111.75 a
3	111.50 a
1	89.50 b
5	89.25 b

a = los mejores tratamientos

Comparación del peso en porcentaje de tubérculos comerciales y no comerciales

La concentración de datos en porcentaje de tubérculos comerciales y no comerciales, se observa en el Cuadro 7. Al hacer la comparación en porcentaje, se observa que el tratamiento Metalaxil Clorotalonil (3), es el que tiene mayor porcentaje en peso de tubérculos comerciales; el testigo (1) es el que tiene menor porcentaje en peso de tubérculos comerciales, todos los demás tratamientos se muestran en la Figura 1.

Comparación del número de tubérculos comerciales y no comerciales en porcentaje

En el Cuadro 8 se muestra la concentración de datos en porcentaje del número de tubérculos comerciales y no comerciales. En esta comparación se observa (Figura 2) que el tratamiento con Mancozeb SA (4) es el que tiene el mayor porcentaje en cuanto al número de tubérculos comerciales; diferente a los demás tratamientos, el que contenía Fosetil-Al (5), es el que tiene el menor porcentaje de número de tubérculos comerciales.

Con respecto al Metalaxil clorotalonil, que fue el producto que presentó mejores resultados, se puede mencionar que es una mezcla de dos productos, y que su modo de acción es sistémica y preventiva, lo que da ventajas respecto a los demás productos probados, tal y como lo afirma Somoucha y Cohen (1986), al señalar que las mezclas de productos sistémicos y de contacto resultaron más efectivas contra el tizón tardío, que mezclas de productos con modo de acción similar. En cuanto al daño foliar, este producto dio excelente resultado, lo cual reafirma Lozano y Ponce (1988) al encontrar que en el Valle de Toluca, Estado de México, el Clorotalonil fue el mejor producto para controlar los daños de *P. infestans* al follaje; en cuanto a la acción sistémica del Metalaxil que dio buenos resultados al encontrarse en este producto, Bruck *et al.* (1980) y Rowe (1982), afirman que este producto inhibe la esporulación del patógeno y detiene el avance de los síntomas; a la vez, Fuentes (1989), afirma que el Metalaxil Clorotalonil es un producto químico que controla eficazmente a *P. infestans*.

Cuadro 7. Porcentaje de tubérculos comerciales y no comerciales. Campo Agrícola Experimental (UAAAN) de Navidad, Municipio de Galeana, N.L. 1989.

Tratamiento	Porcentaje de Tubérculos	
	Comerciales	No comerciales
1	88.95%	11.05%
2	90.96%	9.04%
3	91.27%	8.73%
4	90.26%	9.74%
5	88.70%	11.28%

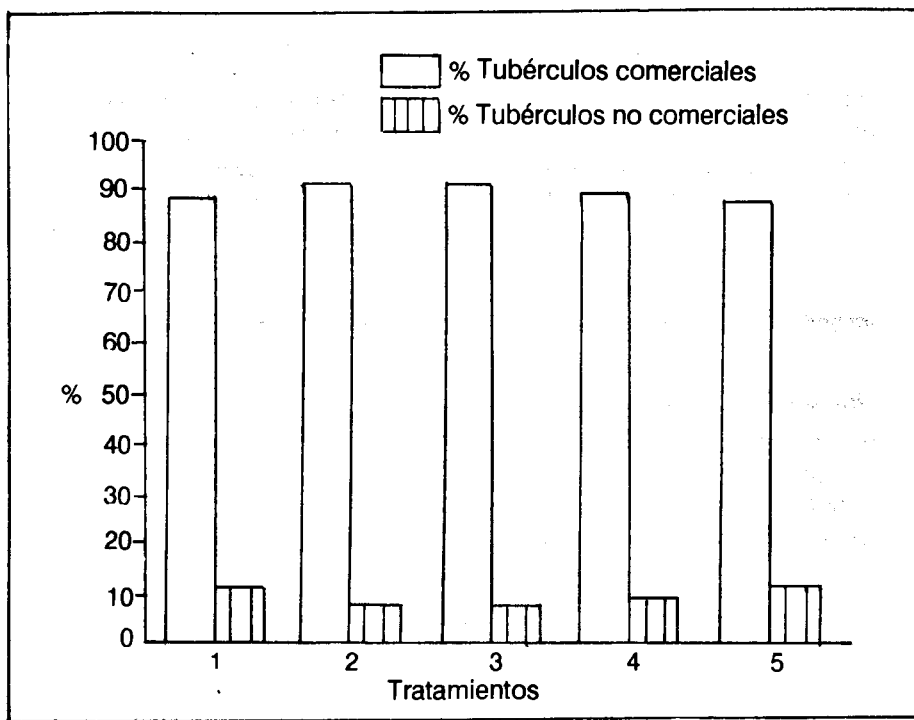


Figura 1. Porcentaje del peso en kg de tubérculos comerciales y no comerciales. Campo Agrícola Experimental de Navidad, Municipio de Galeana, N.L. 1989.

Cuadro 8. Porcentaje del número de tubérculos comerciales y no comerciales. Campo Agrícola Experimental (UAAAN) de Navidad, Municipio de Galeana, N.L. 1989.

Tratamiento	Porcentaje de tubérculos	
	Comerciales	No comerciales
1	71.74%	28.26%
2	74.25%	25.75%
3	71.94%	28.06%
4	74.57%	25.43%
5	69.73%	30.27%

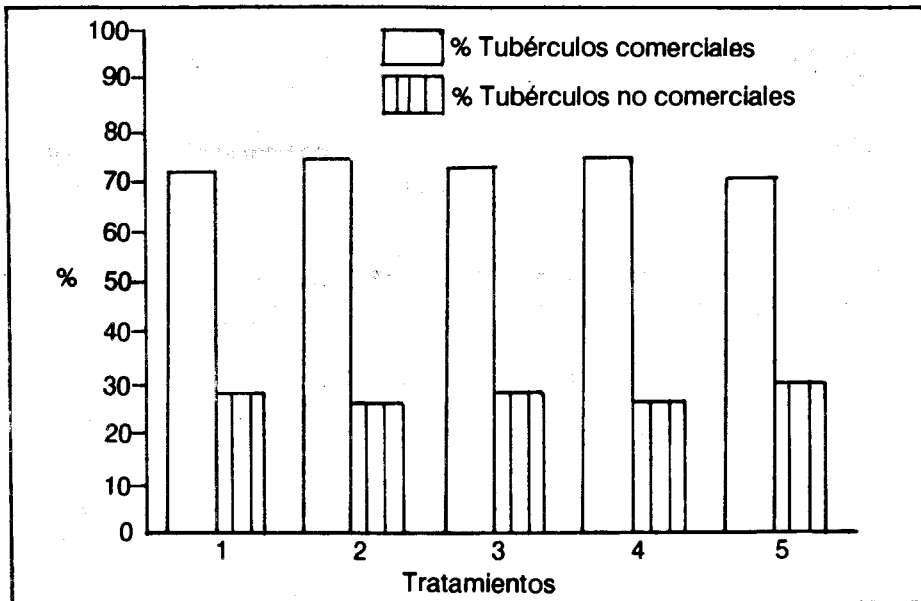


Figura 2. Porcentaje del número de tubérculos comerciales y no comerciales. Campo Agrícola Experimental de Navidad, Municipio de Galeana, N.L. 1989.

CONCLUSIONES

1. Los mejores productos químicos que controlaron al tizón tardío de la papa *P. infestans* fueron los fungicidas Metalaxil; Clorotalonil de acción sistémica y contacto en dosis de 500 g/100 lt de agua; Mancozeb PH con acción de contacto, en dosis de 500 g/100 lt de agua y; Mancozeb SA con acción de contacto, en dosis de 1,000 cc/100 lt de agua, en combinación con el agente dispersante - humectante y penetrante Bionex.
2. De los tres productos químicos Metalaxil Clorotalonil, Mancozeb PH y Mancozeb SA, se deben tomar en cuenta los costos de aplicación durante el ciclo del cultivo para no incrementar los costos de producción.
3. Debido a las condiciones ambientales que se presentaron en la región de estudio, que no fueron favorables para el patógeno, y en base al intervalo y al número de aplicaciones realizadas en este trabajo (ocho en total), se recomienda hacer aplicaciones alternadas durante el desarrollo del cultivo iniciando cuando la planta tenga de 15 a 20 cm de altura, a intervalos menores de tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G.N. 1985. Fitopatología. México. LIMUSA. 756 p.
- Amador, R. 1985. Evaluación de fungicidas sistémicos para el combate del tizón tardío *Phytophthora infestans* de la papa. (Abstr.) *Phytopathology*. 75(10): 1175.
- Ames, de Icochea, T. 1980. Compendio de enfermedades de la papa (versión española). Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP). 166 p.
- Apple, A.E., R.I. Bruck y W.E. Fry. 1980. Effect of Metalaxyl (CGA-48988), a systemic fungicide, on development of *Phytophthora infestans* in potato foliage. (Abstr.) *Phytopathology*. 70: 458.
- Bruck, R.I., W.E. Fry y A.E. Apple. 1980. Effect of metalaxyl, an Acylalanine fungicide, on developmental stages of *Phytophthora infestans*. *Phytopathology*. 70(7): 587-801.
- Carmona, R.J. 1985. Monitoreo y evaluación de diferentes dosis de insecticida-nematicida Oncol para el control del nematodo del género *Meloidogyne* spp. en el cultivo de la papa *Solanum tuberosum* L. Tesis Profesional. Saltillo, Coah., Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 44p.
- Debruy, H.L.G. 1951. Pathogenic differentiation in *Phytophthora infestans*. *Phytopathology*. 18:339-359.
- Fuentes, H.O.A. 1989. Evaluación de fungicidas sistémicos para el control del hongo *Phytophthora infestans*. (Mont.) de Bary en el cultivo de la papa *Solanum tuberosum* L. variedad Alpha en la región de Navidad N.L. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 90 p.
- Galindo, J.A. y M.E. Gallegly. 1969. The nature of sexuality in *Phytophthora infestans*. *Phytopathology*. 50: 123-128.
- Heald, F.D. 1933. Manual of Plant diseases. Mc Graw-Hill Book Co. New York and London. 305 p.
- Little, T.M. y F.J. Hills. 1975. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México. Ed. Trillas. 139-141 pp.
- Lozano, G.J.S. y F. Ponce, G. 1988. Evaluación de fungicidas para el control del tizón tardío de la papa *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary, en el Valle de Toluca. México. *Fitopatología*. 6(2):200-204.

Platt, W.H. 1985. Controlling potato late blight with systemic protectant fungicide combinations of Metalaxyl and Mancozeb. *Am. Potato J.* 62(10): 499-510.

Rowe, R.C. 1982. Traslocation of Metalaxyl and RE-26745 in potato in comparison of foliar and soil application for control of *Phytophthora infestans*. *Plant Disc. Rep.* 66: 989-993.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos (SARH), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y Centro de Investigaciones y Agropecuarias (CIFAP). 1989. Primera demostración agrícola para productores de papa. (Resúmenes). Campo Experimental Sierra de Arteaga, Coahuila. México. 20 p.

Somoucha, Y. y Y. Cohen. 1986. Efficacy of systemic and contac fungicide mixtures in controlling late blight in potatoes. *Phytopathology.* 76(9): 855-859.

Walker, J.C. 1950. *Plant Pathology.* Mc Graw-Hill Book Co. Ind. New York. Toronto, London. 729 p.

Walker, J.C. 1959. *Patología vegetal.* 3a ed. Barcelona, España. Omega, 819 p.

MICROORGANISMOS ASOCIADOS AL CÁNCER DEL MANZANO (*Malus domestica* Borkh.) EN LA REGIÓN DE LOS LIRIOS, MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAHUILA.

Francisco Daniel Hernández C.¹
Melchor Cepeda Siller²
Felipe de Jesús Soria Dávila³

RESUMEN

Con el propósito de conocer la etiología de la enfermedad comúnmente conocida como cáncer del manzano, se inició un estudio preliminar para determinar los organismos asociados a esta enfermedad. Los aislamientos de los hongos permitieron identificar los siguientes géneros: *Gliocladium* sp., *Trichotecium* sp., *Alternaria* sp., *Tubercularia* sp., *Cytospora* sp., *Dothiorella* sp., y *Pestalotia* sp. Los aislamientos de bacterias indican la presencia de *Erwinia*; sin embargo, la prueba de patogenicidad no confirma su habilidad como agente fitopatógeno.

INTRODUCCIÓN

Un problema fitopatológico conocido comúnmente como cáncer en ramas y tronco de manzano, se ha presentado en los últimos años en la región de la Sierra de Arteaga, Coahuila, constituyéndose como uno de los principales problemas para los fruticultores, ya que ocasiona un debilitamiento gradual del frutal, una disminución de la producción, así como la pérdida en el crecimiento anual del árbol y, en casos extremos, la muerte del mismo.

El cáncer del manzano es una enfermedad que puede ser ocasionada por diversos tipos de patógenos. Los organismos que con mayor frecuencia producen cáncer en los árboles, incluyen a los hongos Ascomicetos como: *Nectria cinnabarina* (anamorfo *Tubercularia vulgaris*), *Nectria galligena* (anamorfo

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

3. Tesista

Cylindrocarpon heteroneum), *Neofabrea perennans* (anamorfo *Cryptosporiosis perennans* sin. *Gloesporium perennans*), *Diaporthe tanakae* (anamorfo *Phomopsis tanakae*), *Diaporthe pernicioso* (anamorfo *Phomopsis mali*), *Valsa ceratosperma* (anamorfo *Cytospora sacculos*), *Leucostoma cincta* (anamorfo *Leucocytospora cincta*), *Botryosphaeria stevensii* sin. *Physalospora mutila* (anamorfo *Diplodia mutila*) y *Biscogniauxia marginata* sin. *Nummularia discreta*. Otros hongos Deuteromicetos (*Monochaetia mali*) y Basidiomicetos (*Stereum pupureum* sin. *Chondrostereum purpurem*) y ciertas bacterias (*Pseudomonas syringae*, *Erwinia rubrifaciens*), también pueden ocasionar cáncer en manzano (Rumayor, 1964; Wilson *et al.* 1966; Miller, 1973; Tekans y Patrick, 1974; Borecky *et al.* 1978; Agrios, 1978; Streets, 1978, y Cepeda y Hernández 1983).

La gran importancia económica del cultivo del manzano, y la poca información disponible sobre esta enfermedad en la región, motivaron el desarrollo del presente trabajo, cuyo objetivo es determinar los microorganismos que se encuentran asociados al cáncer del manzano, en la región de Los Lirios, municipio de Arteaga, Coah.

REVISIÓN DE LITERATURA

Los cánceres son heridas o zonas inertes de la corteza, que con frecuencia se localizan debajo de la superficie del tallo o ramitas de las plantas leñosas. En algunos casos, los tejidos sanos se localizan muy cerca del cáncer, incrementan su grosor y llegan a tener un tamaño mayor a la superficie normal del tallo (Stakman y Harrar 1957, y Agrios 1978).

Las características distintivas de los cánceres incluyen zonas inertes visibles más o menos localizadas, que se forman en la corteza y, en algunos casos, en la madera de los árboles. Por lo general, estas enfermedades se inician en una herida o en un tocón muerto. Desde estas zonas avanzan en todas direcciones, pero con una mayor rapidez sobre el eje principal del tallo, rama o ramita. De la relación que se establezca entre el patógeno y su hospedero, así como de las condiciones predominantes en el medio ambiente, depende que el hospedero puede sobrevivir a la enfermedad, al producir un callo en torno a las zonas inertes, limitando así el cáncer. En el caso de infecciones de grandes ramas de plantas perennes, pueden formarse capas concéntricas del tejido del callo que sobresale de la superficie de la planta. Sin embargo, en caso que el hongo se desarrolle más rápido que su hospedero, el cáncer puede difundirse y avanzar con gran rapidez invadiendo las nuevas capas del callo que ha formado la planta, o extenderse aún más cada año. Con frecuencia, las ramitas jóvenes son cubiertas por el cáncer y destruidas poco después de haberse producido la infección, pero en ramas grandes y tallos, los cánceres pueden extenderse hasta alcanzar una longitud de varios metros, aun cuando su anchura se

extienda sólo hasta una parte del perímetro de la rama. Estos síntomas atenúan el crecimiento y rendimiento de los árboles y la calidad de su madera, y dan como resultado que sean trozados con mayor facilidad por el viento, además de que los debilitan y propician que otros hongos más destructivos los ataquen (Agrios 1978; y Jones y Aldwinckle, 1990).

Los organismos que con mayor frecuencia producen cánceres en los árboles incluyen a los Ascomicetos, aunque otros hongos, en particular los Deuteromicetos, algunas bacterias y algunos virus, producen también estas enfermedades. En México, los organismos fitopatógenos que causan cáncer en ramas y tronco del cultivo del manzano son:

Erwinia amylovora. Esta enfermedad está considerada como la más importante de la parte aérea del manzano de la Sierra de Chihuahua; se estima que el 10% de los árboles plantados en esa región se encuentran afectados por la bacteria (Ramírez, 1990).

Cytospora leucostoma, *Tubercularia vulgaris* y *Sphaeropsis malorum*. Estos hongos fueron encontrados en la región manzanera de Huayacocotla, Veracruz., como un complejo sobre árboles de 10 ó más años de edad, con incidencias de un 49 a un 60%. En esta misma región se reporta a *Leptosphaeria* sp. como causal de cánceres y muerte de arbolitos de 2 años, con una incidencia de 30.4% (Jiménez y Mendoza, 1990).

Botryodiplodia sp. Este patógeno se encontró constantemente asociado con la muerte regresiva de ramas de manzano, en el área manzanera de la costa de Hermosillo, Sonora.

Pseudomonas syringae. Esta bacteria se observó en el área de San Luis de la Paz, Guanajuato, en viveros de patrones enanizantes de manzano (MM-111, MM-106 y EMLA-106). La enfermedad se manifiesta como un cáncer que inicia en los tallos enraizados bajo la superficie, y continúa en forma ascendente a la parte aérea, para ocasionar una reducción en el crecimiento de las plantas y, en caso severo, la muerte de las mismas (Colín, 1987).

Physalospora obtusa y *Polyporus*. Se reporta la presencia de estos hongos en la región manzanera de Puebla (García, 1981). Sin embargo, el estado asexual de *Physalospora obtusa*, *Sphaeropsis malorum* es reportado por Jiménez y Mendoza (1990) en Huayacocotla, Veracruz.

Nectria spp. y *Glomerella cingulata*. Estos hongos tienen una distribución general en todas las áreas manzaneras de la República Mexicana (García, 1981).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el período que va del mes de agosto de 1985 al mes de mayo de 1986. El material biológico utilizado se obtuvo de dos huertas ubicadas en Los Lirios, municipio de Arteaga, Coah., en los que se observó el cáncer en ramas del manzano con diversos grados de avance.

Toma de muestras. En cada huerta se muestrearon 10 árboles; cinco de la variedad Red Delicious y cinco de la variedad golden Delicious. De cada árbol se tomaron cuatro muestras, las cuales consistieron en secciones de ramas con síntomas de cáncer, considerando una al norte y otra al sur, tanto de la parte alta como de la baja del árbol. Las ramas colectadas se transportaron al laboratorio del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, donde se efectuaron los aislamientos de los microorganismos asociados al cáncer.

Aislamientos de hongos. En el laboratorio se efectuaron cortes de 1 cm² del tejido enfermo, los que se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 5%, por espacio de un minuto, para posteriormente ser lavadas en agua destilada estéril, y bajo condiciones asépticas, se transfirió a cajas de Petri con medio de cultivo V-8 agar. Posteriormente, los medios de cultivo se mantuvieron en una cámara bioclimática a una temperatura de 25 ± 2°C, durante el tiempo necesario para la formación de las estructuras reproductivas de los hongos, con el fin de lograr su identificación. Asimismo, se usó el procedimiento de aislamiento directo, efectuado por el método de cinta scotch, raspado y cortes para su observación. De los medios de cultivo, una vez purificados, se realizaron preparaciones semipermanentes para su observación microscópica, y para lograr la identificación de los hongos a nivel genérico, considerando los criterios de Barnett y Hunter (1972).

Aislamientos de bacterias. El aislamiento de bacterias se realizó en ramas que presentaban síntomas de la enfermedad según las técnicas descritas por Schaad (1980). Las bacterias se identificaron por la prueba de gram, por crecimiento en medio de cultivos selectivos para *Erwinia* y *Pseudomas* de Kado (1970), y por pruebas de patogenicidad en frutos de manzano, según el método de Mendoza y Télis (1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los criterios de Barnett y Hunter (1972), fue posible establecer que los géneros de hongos que se encuentran asociados al cáncer del manzano, son los Deuteromicetos: *Gliocladium* sp., *Trichotecium* sp., (Moniliales), *Alternaria* sp., (Dematiaceae), *Tubercularia* sp., (Tuberculariaceae), *Cytospora* sp., *Dothiorella* sp., (Sphaeropsidales), y *Pestalotia* sp., (Melanconiales).

De los géneros de hongos citados anteriormente, *Cytospora*, sp., *Tubercularia* sp. y *Dothiorella* sp., pueden corresponder a la fase anamorfa de *Valsace ratosperma*, *Nectria* sp. y *Botryosphaeria* sp., respectivamente. Dichos organismos pueden comportarse como el agente causal del cáncer del manzano (Agrios, 1978 y Streets, 1978).

Generalmente la infección ocasionada por *Cytospora*, sp., se presentó en ramas pequeñas. El hongo produce picnidios, y posteriormente la corteza puede o no desprenderse exponiendo el tejido leñoso muerto debajo de ella, para ocasionar una muerte descendente.

En el caso de *Tubercularia* sp., se pudo observar el cáncer de una depresión más o menos circular ovoide, color café oscuro, con una serie de esporodocios de color anaranjado en su superficie.

El género *Dothiorella* sp., se presentó en depresiones de ramitas y ramas. En el caso de ramas medianas se pudo observar cierto estrangulamiento por la confluencia de varios cánceres y un desprendimiento de la corteza.

En relación a los aislamientos bacterianos, se observó un crecimiento de colonias en el medio selectivo de *Erwinia*, no así en el medio específico a *Pseudomonas*. La tinción de gram indica que se trata de una bacteria gram negativa. Las pruebas de patogenicidad en manzana no fueron positivas dado que no se presentó la exudación bacterial. Sin embargo, es necesario mencionar que ésta es una investigación preliminar, y que se continúa con este trabajo con la finalidad de determinar la etiología de o de los agentes causales de la enfermedad.

CONCLUSIONES

1. Los hongos *Gliocladium* sp., *Trichotecium* sp., *Alternaria* sp., *Tubercularia* sp., *Cytospora* sp., *Dothiorella* sp. y *Pestalotia* sp., así como una bacteria del género *Erwinia*, se encuentran asociados a la enfermedad conocida como cáncer del manzano.
2. Se observaron tres tipos de cáncer en las ramas del manzano, y se aisló en cada uno de ellos a *Cytospora* sp., *Tubercularia* sp., *Dothiorella* sp.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G.N. 1978. Plant pathology. Academic Press. New York. 703 p.
- Barnett, H.L. y B.B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota. 241 p.

- Borecky, Z., A. Czynczyck, y D.F. Milikan. 1978. Susceptibility of several cultivars of apple to bark canker fungi. *Plant Dis. Rep.* 57:676-677.
- Cepeda, S.M. y F.D. Hernández. 1983. Revisión bibliográfica de enfermedades asociadas al cultivo del manzano. Saltillo, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Boletín No. 8
- Colín, R.A. 1987. Identificación del agente causal del cáncer de patrones enanizantes de manzano en condiciones de vivero. XIV Cong. Nac. de la Soc. Mex. de Fitopatología, Morelia, Mich. del 15 al 17 de julio de 1987. p. 50
- García, A.M. 1981. Enfermedades de las plantas en la República Mexicana. México. Editorial LIMUSA, 93 p.
- Jiménez, F.E. y Z.C. Mendoza. 1990. Etiología de las enfermedades fungosas del manzano (*Malus communis* L.) en Huayacocotla, Veracruz. *Revista Mexicana de Fitopatología.* 8: 21-24.
- Jones, L.A. y S.H. Aldwinckle. 1990. Apple and pear diseases. *American Phytopathological Society.* 100 p.
- Kado, C.I. y M.G. Heskett. 1970. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. *Phytopathol.* 60: 969-976.
- Mendoza, H.A. y D. Téliz. 1984. Identificación y evaluación de problemas fitopatológicos de peral (*Pyrus communis* L.) en el ejido Ocoaxtepec, Ocuituco, Morelos, *Agrociencia.* 56: 9-18.
- Ramírez, L.M.R. 1990. Algunos factores determinantes en la presencia del tizón de fuego en la Sierra de Chihuahua. *Revista Mexicana de Fitopatología* 8: 28-32.
- Rumayor, F.J.A. 1964. Etiología de los microorganismos *Nummularia discreta* (Schw) Tul., *Phylospora obtusa* (Schw) Cooke y *Erwinia amylovora* (Burril) Bergéy y algunas medidas profilácticas para su erradicación en manzano (*Pyrus malus* L.). Tesis Profesional, Monterrey, N.L. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 44 p.
- Schaad, N.W. 1980. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. *Bacteriology Committee of American Phytopathological Society*, St. Paul, Minnesota. 70 p.
- Stakman, E.C. y J.G. Harrar. 1957. Principles of plant pathology. The Ronald Press Company, New York. 581 p.
- Streets, B.R. 1978. The diagnosis of plant diseases. The University of Arizona Press. Tucson Arizona.

SELECCIÓN RECÍPROCA RECURRENTE EN DOS POBLACIONES DE MAÍZ (*Zea mays* L.) DE AMPLIA BASE GENÉTICA PARA EL TRÓPICO SECO MEXICANO.

Ma. Guadalupe Almaguer S.¹
Arnoldo Oyervides García²
Eleuterio López Pérez³
Sergio A. Rodríguez H.⁴

RESUMEN

Con el propósito de mejorar simultáneamente dos poblaciones de maíz, y evaluar el comportamiento de sus cruzas, se derivaron familias de medios hermanos en base al procedimiento de selección recíproca recurrente (Comstock *et al.*, 1949), a partir de los complejos germoplásmicos clasificados como cristalino y dentado.

Las familias generadas en Tepalcingo, Mor. se sembraron para su evaluación en Celaya, Gto., Úrsulo Galván, Ver. y Torreón, Coah. El diseño experimental utilizado fue el de bloques incompletos al azar con dos repeticiones, se establecieron dos experimentos por localidad. El experimento 1, formado por el complejo germoplásmico cristalino; y el experimento 2, constituido por el complejo germoplásmico dentado.

Los resultados indican, en forma general, que en ambos complejos germoplásmicos existe variabilidad genética, la cual se atribuyó a que éstos fueron formados con poblaciones contrastantes, a las cuales ya se les había estimado sus efectos heteróticos. Se observaron diferencias altamente significativas en la interacción familias por localidad, lo que sugiere la existencia de familias de buen comportamiento, que permitan obtener el material básico del siguiente ciclo de selección con una mayor adaptabilidad a diferentes ambientes.

Los caracteres con los que se espera un mayor avance genético son: ma- la cobertura, acame de raíz y de tallo.

1. Estudiante graduado en Fitomejoramiento en la UAAAN.

2 Ing. M.C., 3 Ph D. y 4. Ing. Maestros Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agro- nomía, UAAAN.

Por último, en base a las heredabilidades obtenidas, es factible una ganancia genética considerable en rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético de plantas, se basa en el proceso de selección mediante el cual se aumenta la población, por lo que su eficiencia dependerá en gran medida de la variabilidad genética que exista en el material básico, de la heredabilidad de los caracteres, y del método de selección a utilizar.

El mejoramiento interpoblacional es una buena alternativa a considerar en el diseño de programas de selección en maíz, ya que permite mejorar dos poblaciones genéticamente diferentes a un mismo tiempo, además de proporcionar indiferencias sobre la combinación de dos progenies diferentes los que se pueden usar en un programa de hibridación.

El esquema de selección recíproca recurrente, favorece la explotación de los efectos génicos aditivos epistáticos, de dominancia y sobredominancia, lo cual significa la totalidad de varianza genética presente en las fuentes a mejorar, asimismo, constituye una ventaja y una justificación a la alta inversión de recursos económicos y humanos durante su aplicación.

Las investigaciones, por otro lado, se han encaminado a evaluar secuencialmente poblaciones que permitan una mejor identificación del germoplasma a utilizar en programas de selección recurrente, y conjuntar complejos germoplásmicos de acuerdo a su diversidad genética y aptitud combinatoria, que lleven a la obtención de variedades mejoradas, cruza intervarietales y derivación de líneas con mayor potencial heterótico para la formación de híbridos comerciales.

La importancia de este estudio está fundamentada, tanto en las ventajas que ofrece el método de selección recíproca recurrente, forma en la gran variabilidad genética presente en caracteres cuantitativos de diferentes poblaciones de maíz, como en la necesidad de lograr la autosuficiencia en este cereal básico.

Los principales objetivos de aplicar el método de selección recíproca recurrente fueron:

- El mejoramiento simultáneo de dos complejos germoplásmicos de amplia base genética que presentan heterosis interpoblacional.
- Determinación de parámetros genéticos en las dos poblaciones base.
- Estimación del avance genético por selección recíproca recurrente.

REVISIÓN DE LITERATURA

La variación que se presenta en caracteres cuantitativos en las poblaciones de plantas, es explotada por el mejoramiento poblacional, el que puede ser realizado a través del mejoramiento intrapoblacional o interpoblacional. En el primero se explotan básicamente los efectos aditivos, en tanto que en el segundo se explotan, además de éstos, los no aditivos.

Un sistema de mejoramiento de maíz, desarrollado por Eberhart *et al.* (1967) y usado en Kenya, permite liberar variedades comerciales mediante las siguientes formas: 1) la cruce de dos poblaciones como un híbrido de cruce varietal; 2) híbridos de cruce simple, doble o de tres líneas endocriadas, desarrolladas del material élite después de cada ciclo de selección; y 3) una variedad sintética derivada de la generación avanzada de las cruces poblacionales.

Hallauer y Miranda (1981), señalan que todo programa de mejoramiento genético poblacional de maíz, debe utilizar, por lo menos, dos poblaciones de amplia base genética, de buena producción y que exhiban heterosis, con el fin de mejorar intrapoblacionalmente cada población, además de aprovechar la heterosis con la cruce varietal $C_n \times C_n$, o bien combinar las mejores líneas derivadas del C_n para una máxima explotación de la heterosis.

Gutiérrez *et al.* (1985), evaluaron el comportamiento de cruces entre poblaciones tropicales de maíz y las poblaciones BS 13 (S) C3 y el compuesto Lancaster de la Faja Maicera de los E.U., con el fin de utilizar la heterosis entre poblaciones de diferente origen. Mencionan que las cruces de poblaciones tropicales con el probador BS 13 (S) C3 fueron superiores a las del compuesto Lancaster en todas las localidades de prueba, por lo que formaron dos complejos germoplásmicos, sugiriendo que fueran explotados mediante el esquema de selección recíproca recurrente.

La heterosis es el resultado que se obtiene en la manifestación de una característica por arriba de la media de dos progenitores cuando éstos se combinan en una cruce.

Moll *et al.* (1961) estudiaron la diversidad genética y heterosis de variedades de maíz, provenientes del Sureste y Oeste medio de los E.U., así como de Puerto Rico. Los resultados indicaron que la mayor diversidad genética de las variedades progenitoras está asociada con la mayor heterosis exhibida por las cruces varietales. Sugirieron, además, que las cruces entre material genético ampliamente divergente puede tener gran utilidad para aumentar la heterosis del rendimiento. Sin embargo, en un estudio posterior sobre heterosis, hecho por Prasad y Singh (1986) con poblaciones de origen geográfico diferentes, concluyeron que la diversidad genética no debe ser el único criterio para seleccionar progenitores para hibridación. Por lo que sugieren considerar el comportamiento *per se* para estimar la heterosis.

El conocimiento que se tiene sobre la heterosis, ha permitido diseñar diversos sistemas de selección interpoblacional, tal es el caso del esquema de selección recíproca recurrente mediante el cual se explota la combinación híbrida entre dos poblaciones que exhiben heterosis, previamente determinada.

El esquema de selección recíproca recurrente (SRR) propuesto por Comstock *et al.* (1949), tiene la finalidad de mejorar el comportamiento de la cruce entre dos poblaciones, incluyendo la selección para aptitud combinatoria general y específica.

En relación al método original de Selección Recíproca Recurrente, Pateriani (1967) sugirió una modificación a éste, en donde la principal diferencia es que los individuos tienen un parentesco con los primos, además de medios hermanos, mientras que en el procedimiento original, el parentesco es de medios hermanos.

Hallauer (1970) reporta un incremento en el rendimiento, después de cuatro ciclos de SRR, en dos variedades sintéticas de maíz, así como una disminución en la variación genética. En tanto que, en las variedades de maíz Jarvis e Indian Chief; Moll y Stuber (1971) también obtuvieron incrementos en el rendimiento, mediante el uso de SRR. Señalan además que la selección interpoblacional incrementa la heterosis de las cruces poblacionales. En otro estudio después de cinco ciclos de SRR, sobre dos sintéticos de maíz Penny y Eberhart (1971) obtuvieron rendimientos superiores en la cruce intervarietal y en una de las variedades progenitoras.

Una nueva modificación al método SRR original fue propuesta por Pateriani y Vencovsky (1978) la cual se basa en medios hermanos de plantas prolíficas. La diferencia principal en este caso es que la unidad de recombinaciones es de línea S1 en lugar de familias de medios hermanos.

La eficacia del método de SRR, en cuanto a mejorar medias poblacionales de caracteres deseados, así como las cruces poblacionales, ha sido comprobada por muy diversos autores, tal es el caso de Lambert (1984), Moll y Hanson (1984) y Smith (1984) los que utilizaron poblaciones diferentes en sus trabajos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético utilizado en este estudio, se originó a partir del análisis de 10 poblaciones de maíz de amplia base genética del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), realizado por Cortez *et al.* (1985) quienes determinaron utilizar el modelo Gardner y Eberhart (1966) para estimar los efectos génicos acumulativos y heterosis en cinco caracteres agronómicos de dichas poblaciones.

Del estudio anterior, el Instituto Mexicano del Maíz de la UAAAN seleccionó las siguientes: Pob. 43, Pob. 19, Pob. 20 y Pob. 23 (Cuadro 1); y en base a heterosis y características como precocidad, altura de planta y tipo de grano, formó dos complejos germoplásmicos de los cuales se obtuvieron las familias de los medios hermanos de cada complejo a través del procedimiento de selección recíproca recurrente desarrollado por Comstock *et al.* (1949) constituyendo éstas el material base de la presente investigación.

Las familias generadas se sembraron para su evaluación en las localidades de Celaya, Gto., Úrsulo Galván, Ver., y Torreón, Coah., las cuales tienen condiciones muy diferentes de clima y suelo. Se establecieron dos experimentos por localidad y se analizaron mediante un diseño de bloques incompletos al azar. El experimento I, formado por el complejo germoplásmico cristalino, como probador de las líneas dentadas, se constituyó de 12 grupos por repetición, con 21 entradas por grupo, en tanto que el experimento II fue constituido por el complejo germoplásmico dentado, como probador de líneas cristalinas, se formó de 15 grupos por repetición, con 21 entradas por grupo.

La parcela experimental fue consistente en las localidades de evaluación; y estuvo constituida de un surco por entrada, con una longitud de 4.40 m y una distancia entre surcos de 0.92 m; la distancia entre plantas fue de 0.22 m determinándose así una densidad de población de 49,382 plts/ha.

RESULTADOS

Los resultados que se presentan son producto de las evaluaciones de dos experimentos de maíz realizados en las localidades de Celaya, Gto.; Úrsulo Galván, Ver. Y Torreón, Coah. en donde se estudiaron las familias de medios hermanos formados en los complejos germoplásmicos cristalino y dentado.

Los cuadrados medios y su significancia para los caracteres agronómicos medidos en el complejo cristalino (experimento I), se presentan en el Cuadro 1., donde se aprecia que las fuentes de variación; localidades, familias dentro de grupo por localidad, familias dentro de grupos y repeticiones dentro de grupos y localidades, mostraron diferencias altamente significativas para todas las variables consideradas, a excepción del carácter acame de tallo, el cual, para la fuente de variación repeticiones dentro de grupos y localidades, mostró una diferencia significativa al .05 de probabilidad.

Los grupos no mostraron diferencias significativas para ninguna de las variables medidas, mientras que en grupos por localidad mostraron diferencias significativas al .01 de probabilidad para todas las variables estudiadas, excepto para rendimiento, el cual mostró diferencias no significativas.

Cuadro 1. Cuadrados medios y coeficiente de variación para los caracteres estudiados en el Experimento I.

Fuente de Variación	G.L.	Rendimiento	Cuadrados Medios				Acame de raíz (%)
			Días a flor masculina	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Acame de raíz (%)	
Localidad	2	4,921.442**	50,085.500**	1,756,140.000**	293,289.000**	9,054.883**	
Grupos	11	11.470 ns	17.818 ns	424.727 ns	251.636 ns	132.472 ns	
Gpo. x Loc.	22	13.014 ns	89.182**	5,380.364*	3,524.364**	302.010**	
Rep./ G y L	36	11.441**	15.500**	2,307.556**	1,091.889**	58.121**	
Fam./Gpo.	240	5.743**	9.254**	676.467**	590.900**	49.314**	
FxL/Gpo.	480	3.471**	4.818**	216.950**	184.304**	32.506**	
Error	720	2.508	1.901	216.733	174.933	25.108	
Total	1511	10.270	71.024	2,681.768	664.641	45.557	
C.V.(%)		18.489	1.975	6.087	10.383	63.986	

*,** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

Los valores encontrados en los coeficientes de variación (Cuadro 1) fluctuaron entre 1.975 y 63.986 %, dichos valores pertenecen a los caracteres días a flor masculina y acame de raíz, respectivamente, en tanto que el carácter rendimiento resultó con un valor de 18.489 %, en el complejo cristalino. Para el complejo dentado sus valores estuvieron dentro del rango de 1.830 y 58.850% que corresponden a los caracteres: días a flor masculina y acame de raíz, respectivamente, en tanto que rendimiento tuvo un valor de 15.830%.

En las estimaciones de las varianzas genéticas y fenotípicas, así como sus errores estándar para el Complejo Cristalino (Cuadro 2), se encontró que solamente el carácter mazorcas podridas tuvo una varianza genética (0.222) muy inferior a su error estándar (1.034), el cual no se observó para ninguna de las demás variables, ni aún en el caso de las varianzas fenotípicas.

De la misma forma para el Complejo Dentado (Cuadro 3), el carácter de mazorcas podridas tuvo una estimación de varianza genética de 1.877 con un error estándar de 1.144, que, aunque es menor, se observa una tendencia similar al anterior complejo, donde el error estándar es mayor que la varianza genética. En lo que respecta a los demás caracteres, tanto para las varianzas genéticas como para las fenotípicas, los errores estándar se mantuvieron relativamente bajos en ambos complejos.

Los resultados obtenidos en las estimaciones de las heredabilidades en sentido amplio, en base a la media de una entrada, y sus respectivos errores estándar, así como los coeficientes de variación genética y las medias poblacionales, para los complejos cristalino y dentado, se muestran en los Cuadros 4 y 5, respectivamente.

Los coeficientes de variación genética más altos, para el complejo cristalino fueron: mala cobertura (30.024%), acame de raíz (21.372%) y de tallo (15.553%); y para el dentado: mala cobertura (25.380%) y acame de tallo (18.956%) en tanto que los relativamente más bajos fueron para el complejo cristalino días a flor masculina (1.231%) y altura de planta (6.462%), y para el dentado: días a flor masculina (1.023%) y altura de planta (3.492%).

En lo que respecta a los valores de heredabilidad para el complejo cristalino, éstos se encontraron dentro del rango de 0.024 ± 0.101 y 0.688 ± 0.093 ; dichos valores corresponden a las variables mazorcas podridas y altura de mazorca, respectivamente; para el caso de rendimiento, éste mostró un valor de 0.397 ± 0.099 . La variable mazorcas podridas tuvo un valor de heredabilidad (0.024) inferior a su error estándar (0.101).

Por otra parte, los valores de heredabilidad para los caracteres del complejo dentado fluctuaron entre 0.150 ± 0.090 y 0.720 ± 0.080 , los cuales pertenecen a los caracteres mazorcas podridas y altura de mazorca respectivamente.

Cuadro 2. Estimaciones de las varianzas genéticas ($\hat{\sigma}^2 g$) y fenotípicas ($\hat{\sigma}^2 f$), así como sus errores estándar, para los caracteres medidos en el Complejo Cristalino. (Experimento I).

Caracter	$\hat{\sigma}^2 g + E.E. (\hat{\sigma}^2 g)$	$\hat{\sigma}^2 f + E.E. (\hat{\sigma}^2 f)$
Rendimiento	0.379 \pm 0.095	0.957 \pm 0.087
Días a flor masculina	0.739 \pm 0.149	1.542 \pm 0.140
Altura de planta (cm)	76.586 \pm 10.511	112.745 \pm 10.250
Altura de mazorca (cm)	67.766 \pm 9.169	98.483 \pm 8.953
Acame de raíz (%)	2.801 \pm 0.825	8.219 \pm 0.747
Acame de tallo (%)	5.906 \pm 1.984	19.562 \pm 1.778
Mazorcas podridas (%)	0.222 \pm 1.034	9.357 \pm 0.851
<i>Fusarium</i> (%)	6.370 \pm 2.726	26.407 \pm 2.401
Mala cobertura (%)	32.351 \pm 4.738	50.510 \pm 4.592

Cuadro 3. Estimaciones de las varianzas genéticas ($\hat{\sigma}^2 g$) y fenotípicas ($\hat{\sigma}^2 f$), así como sus errores estándar, para los caracteres medidos en el Complejo Dentado. (Experimento II).

Caracter	$\hat{\sigma}^2 g + E.E. (\hat{\sigma}^2 g)$	$\hat{\sigma}^2 f + E.E. (\hat{\sigma}^2 f)$
Rendimiento	0.443 \pm 0.076	0.882 \pm 0.071
Días a flor masculina	0.435 \pm 0.073	0.852 \pm 0.069
Altura de planta (cm)	74.728 \pm 9.918	117.973 \pm 9.600
Altura de mazorca (cm)	69.129 \pm 7.929	95.620 \pm 7.781
Acame de raíz (%)	2.540 \pm 1.064	11.459 \pm 0.932
Acame de tallo (%)	8.942 \pm 1.828	20.827 \pm 1.692
Mazorcas podridas (%)	1.877 \pm 1.144	12.065 \pm 0.981
<i>Fusarium</i> (%)	7.956 \pm 2.652	28.990 \pm 2.359
Mala cobertura (%)	92.278 \pm 9.722	9.972 \pm 9.888

Cuadro 4. Coeficientes de variación genética (C.V.G.), heredabilidad ($h^2 \pm E.E.$) en sentido amplio y medias para los nueve caracteres considerados en el Complejo Cristalino. (Experimento I).

Caracter	C.V.G.(%)	$\hat{h}^2 \pm E.E.(\hat{h}^2)$	\bar{X}
Rendimiento	7.188	0.396 ± 0.099	8.565
Días a flor masculina	1.231	0.479 ± 0.097	69.811
Altura de planta (cm)	3.618	0.679 ± 0.093	241.857
Altura de mazorca (cm)	6.462	0.688 ± 0.093	127.383
Acame de raíz (%)	21.372	0.341 ± 0.100	7.831
Acame de tallo (%)	15.553	0.302 ± 0.101	15.625
Mazorcas podridas (%)	4.216	0.024 ± 0.111	11.175
<i>Fusarium</i> (%)	10.589	0.241 ± 0.103	23.835
Mala cobertura (%)	30.024	0.641 ± 0.094	18.944

Cuadro 5. Coeficientes de variación genética (C.V.G.), heredabilidad ($h^2 \pm E.E.$) en sentido amplio y medias para los nueve caracteres considerados en el Complejo Dentado. (Experimento II).

Caracter	C.V.G. (%)	$\hat{h}^2 \pm E.E.(\hat{h}^2)$	\bar{X}
Rendimiento	7.534	0.502 ± 0.086	8.841
Días a flor masculina	1.023	0.510 ± 0.086	64.549
Altura de planta (cm)	3.492	0.633 ± 0.084	247.541
Altura de mazorca (cm)	6.423	0.723 ± 0.082	129.455
Acame de raíz (%)	13.851	0.221 ± 0.092	11.507
Acame de tallo (%)	18.956	0.429 ± 0.087	15.775
Mazorcas podridas (%)	10.132	0.155 ± 0.094	13.523
<i>Fusarium</i> (%)	10.947	0.274 ± 0.091	25.766
Mala cobertura (%)	25.380	0.680 ± 0.083	21.892

te. Por lo que respecta al rendimiento, éste mostró un valor de 0.500 ± 0.080 . Los valores obtenidos en los errores estándar de las heredabilidades estimadas, fueron relativamente bajas para la mayoría de las variables estudiadas, con excepción de mazorcas podridas y acame de raíz, cuyos valores oscilan alrededor de la mitad del valor de la estimación.

Las asociaciones genéticas y fenotípicas para el Complejo Cristalino se reportan en el (Cuadro 6). Se encontraron valores positivos de correlación genética entre el rendimiento y los caracteres: días a flor masculina (0.830), altura de planta (0.809), altura de mazorca (0.660), acame de raíz (0.230) y mazorcas podridas (0.870) y asociaciones genéticas negativas entre el rendimiento y los caracteres: acame de tallo (-0.048) y *Fusarium* (-0.071), en tanto que el carácter mala cobertura observó una nula asociación con el rendimiento.

Respecto a las correlaciones fenotípicas, se encontraron valores positivos y altamente significativos entre el rendimiento y las variables: días a flor masculina, altura de planta (0.476) y de mazorca (0.400), mientras que *Fusarium* estuvo correlacionado con el rendimiento en forma negativa y altamente significativa.

En lo referente al Complejo Dentado (Cuadro 7), se encontraron correlaciones genéticas positivas de rendimiento con días a flor masculina (0.692), altura de planta (0.703) y de mazorca (0.731), acame de raíz (0.260) y mala cobertura (0.129), y asociaciones genéticas negativas entre rendimiento y acame de tallo (-0.181), mazorcas podridas (-0.575) y *Fusarium* (-0.414).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la fuente de variación familias dentro de grupos, tanto en el experimento uno como en el dos (Cuadros 1 y 2), indican la existencia de variabilidad genética en los dos complejos germoplásmicos evaluados (cristalino y dentado), en cuanto a los caracteres estudiados en esta investigación, lo cual se esperaba que se presentara, ya que este estudio incluyó solamente la evaluación de las progenies para formar el ciclo de selección uno.

Por otro lado, la variabilidad observada en ambos complejos germoplásmicos, se debe a que éstos fueron formados con poblaciones de diferente origen, esta variabilidad puede ser utilizada para aumentar los rendimientos en ambos complejos, así como en la formación de híbridos con líneas sobresalientes de cada ciclo y de cada población ya que estudios hechos por Moll *et al.* (1977), Hallauer (1978), Hallauer y Miranda (1981) y Khehra *et al.* (1987), así lo sugieren.

En cuanto a la alta significancia encontrada en la interacción familia por localidad, para todos los caracteres estudiados y en ambos complejos ger-

Cuadro 6. Coeficientes de correlación genética (γ_{Gxy}) y fenotípica (γ_{Fxy}) entre los caracteres medidos y rendimiento en base al análisis de covarianza combinado, para el Experimento I.

Caracter	Rendimiento	
	γ_{Gxy}	γ_{Fxy}
Días a flor masculina	0.830	0.246 **
Altura de planta (cm)	0.089	0.476 **
Altura de mazorca (cm)	0.660	0.400 **
Acame de raíz (%)	0.230	0.067
Acame de tallo (%)	-0.048	-0.088
Mazorcas podridas (%)	0.870	-0.041
<i>Fusarium</i> (%)	-0.071	-0.279 **
Mala cobertura (%)	0.000	-0.018

**Significativo al .01 de probabilidad

Cuadro 7. Coeficientes de correlación genética (γ_{Gxy}) y fenotípica (γ_{Fxy}) entre los caracteres medidos y rendimiento en base al análisis de covarianza combinado, para el Experimento II.

Caracter	Rendimiento	
	γ_{Gxy}	γ_{Fxy}
Días a flor masculina	0.692	0.334 **
Altura de planta (cm)	0.703	0.454 **
Altura de mazorca (cm)	0.731	0.500 **
Acame de raíz (%)	0.260	0.023
Acame de tallo (%)	-0.181	-0.193 **
Mazorcas podridas (%)	-0.575	-0.244 **
<i>Fusarium</i> (%)	-0.414	-0.407 **
Mala cobertura (%)	0.129	0.097

** Significativo al .01 de probabilidad.

moplásmicos (Cuadros 1 y 2), indica que el material evaluado tuvo una respuesta diferencial importante a los ambientes proporcionados por cada localidad de prueba. Asimismo, la presencia de significancias para todos los caracteres en la fuente de variación familias dentro de grupos, en los dos complejos, sugiere la existencia de familias de buen comportamiento en caracteres de interés, que permitan sean seleccionadas las líneas adecuadas para su recombinación y obtener así el material básico del siguiente ciclo de selección con una mayor adaptabilidad a diferentes ambientes, ya que cualquier programa de mejoramiento busca, además de obtener material sobresaliente, que éste posea la mayor adaptabilidad posible, para lo cual se puede utilizar el método de selección recíproca recurrente de doble ambiente sugerido por Moreno (1986).

Lo referente a los coeficientes de variación obtenidos en las diferentes características medidas en ambos complejos fueron relativamente bajos a excepción de los caracteres que se expresaron en porcentaje, los cuales fueron altos a pesar de que se analizaron transformando los valores originales por arco seno, esto último es atribuido por Steel y Torrie (1986) a que los datos expresados en porcentaje siguen una distribución binomial y no siempre se consigue adaptar los datos a la distribución normal.

En referencia a los valores obtenidos para ambos complejos, en los coeficientes de variación genética, los caracteres para los cuales se espera un mayor avance genético, en base a la cantidad de variación que presentan son: ma la cobertura (30.024%), acame de raíz (21.372%) y tallo (15.553%).

En forma general, los valores de la correlación genética detectados tanto en el complejo cristalino como en el dentado (Cuadros 6 y 7 respectivamente) superaron a los de la correlación fenotípica, éste es atribuido a la presencia de interacción familia por localidad en todos los caracteres, lo que va de acuerdo a lo mencionado por Goldenberg (1968), que tanto el grado como el sentido de las correlaciones entre caracteres es influido por los efectos ambientales proporcionados por las localidades de prueba, refiriéndose a lo mismo Comstock y Moll (1963) señalan que el efecto provocado por la interacción genotipo-ambiente es la reducción en la correlación entre genotipo y genotipo.

En cuanto a la correlación negativa para ambos complejos, entre rendimiento y acame de tallo, mazorcas podridas y *Fusarium*, es favorable para esta investigación, ya que al seleccionar para incrementar el rendimiento éstas tenderán a reducirse.

Los altos valores de correlación genética o fenotípica encontrados entre el rendimiento y días a flor masculina, altura de planta, altura de mazorca y porcentaje de *Fusarium*, podrán ser aprovechados mediante su inclusión en la construcción de un índice de selección que haga máxima la ganancia genética por ciclo, aunque por otro lado sería conveniente realizar un análisis de los coefi-

cientes de correlación, por medio de un análisis de senderos, con el objetivo de considerar en el índice de selección solamente las variables que tengan una contribución considerable en la manifestación del rendimiento.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Existe gran variabilidad genética en ambos complejos germoplásmicos, lo anterior debido a que fueron formados con poblaciones de diferente origen.
2. Esta variabilidad puede ser utilizada para aumentar por selección el rendimiento en ambos complejos, así como en la formación de híbridos con líneas sobresalientes de cada ciclo y de cada población.
3. Las familias evaluadas respondieron en forma diferente a los ambientes que prevalecen en cada localidad, lo que indica que es necesario hacer énfasis en seleccionar para adaptabilidad a diferentes ambientes.
4. Los caracteres para los cuales se espera un mayor avance genético, en base a la cantidad de variación que presentan, son: mala cobertura (30.024%), acame de raíz (21.372%) y de tallo (15.553%).

De acuerdo a las heredabilidades obtenidas en ambos complejos, es factible obtener una ganancia genética considerable para el carácter rendimiento (1,203 ton/ha) con un mayor número de ciclos de selección.

BIBLIOGRAFÍA

- Comstock, R.E. y R.H. Moll. 1963. Genotype environment interactions. Stat. Genet. and Plant Breeding U.S.A. 982:164-196.
- Comstock, R.E., H.F. Robinson y P.H. Harvey. 1949. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. Agronomy Journal 41:360-367.
- Cortez, M.H., C.A. Rodríguez, G.M. Gutiérrez, I.J. Durón, C.R. Girón y G.M. Oyerides. 1985. Evaluation of broad-base improved populations of maize (*Zea mays* L.) I. Cumulative Gene Effects and Heterosis. Boletín informativo de la UAAAN. 43.

- Eberhart, S.A., M.N. Harrison y F. Ogada. 1967. A comprehensive breeding system. *Zuchter* 37:169-174.
- Gutiérrez, M.A., M.H. Cortez y J.I. Durón. 1985. Evaluación de cruas entre poblaciones de maíz (*Zea mays* L.) tropicales y templados. Trabajo presentado en la XXXI reunión anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras. Pags. 1-17.
- Gardner, C.O. and S.A. Eberhart. 1966. A general model for genetic effects. *Biometrics* 22:864-881.
- Goldenberg, J.B. 1968. El empleo de la correlación en el mejoramiento genético de las plantas. *Fitotecnia Latinoamericana* 5(2):1-8.
- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda, Fo. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press/Ames. p. 89/91, 118-150. United States of America.
- Hallauer, A.R. 1978. Recurrent selection programs. *Illinois Corn Breeders Sch.* 14:28-45.
- Khehra, A.S., B.S. Dhillan, N.S. Malhi, S.S. Pal., V.K. Saxena y V.V. Malhotra. 1987. Reciprocal recurrent selection multitrait indices in maize. *Euphytica* 35(3) 817-822.
- Lambert, R.J. 1984. Reciprocal recurrent selection of maize in a high-yield environment. *Maydica* 29(4) 419-430.
- Moll, R.H., W.S. Salhuana and H.F. Robinson. 1961. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. *Crop Sci.* 2: 197- 198.
- Moll, R.H. y C.W. Stuber. 1971. Comparisons of response to alternative selection procedures initiated with two populations of maize (*Zea mays* L.) *Crop Sci* 11:706-711.
- Moll, R.H. y W.D. Hanson. 1984. Comparisons of effects of intrapopulation vs. interpopulation selection in maize. *Crop Sci.* 24(61) 1047-1052.
- Moll, R.H., W.S. Salhuana y H.F. Robinson. 1961. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. *Crop Sci.* 2: 197- 198.
- Moll, R.H., A. Bari y C.W. Stuber. 1977. Frequency distributions of maize field before and after reciprocal recurrent selection. *Crop Sci.* 17:749-796.
- Moreno, G.J. 1986. Choice of environments in reciprocal recurrent selection programs. *Theoretical and Applied Genetics* 71(4) 652-656.

Paterniani, E. 1967. Selection among and within half-sib families in a brazilian population of maize. *Crop Sci.* 7:212-215.

Paterniani, E. y R. Vencovsky. 1978. Reciprocal recurrent selection based on half-sib progenies and prolific plants in maize (*Zea mays* L.), *Maydica* 23:209-219.

Penny, L.H. y S.A. Eberhart. 1971. Twenty years of reciprocal recurrent selection with two synthetic varieties of maize. *Crop. Sci.* 11:900-903.

Prasad, S.K. y T.P. Singh. 1986. Heterosis in relation to genetic divergence in maize (*Zea mays* L.) *Euphytica* 35(3) 919-924.

Smith, O.S. 1984. Comparisons of effects of reciprocal recurrent selection in the BSSS(R), BSCBI(R) and Bs6 populations. *Maydica* 29:1-8.

Steel, R.D. y J.H. Torrie. 1986. *Biestadística: Principios y Procedimientos*. 1ª edición. McGraw Hill de México, S.A. de C.V. Pag. 622.

EFFECTO DEL MES, AÑO Y TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LA TASA DE PREÑEZ DE VACAS HOLSTEIN EN SALTILLO, COAHUILA

Miguel Mellado B. ¹
Marco Tulio García V. ²

RESUMEN

Se utilizaron datos de 1821 inseminaciones registradas en el establo de la UAAAN, durante 17 años. Se recopiló, además, la temperatura ambiental (mínima, máxima y diferencia entre estas temperaturas) registrada en el día de cada inseminación. Los análisis de los datos, a través de modelos lineales, indicaron que el mes en que se efectuaron las inseminaciones influyó sobre el porcentaje de preñez ($P < .05$). El año y la temperatura ambiental (máxima, mínima y diferencia entre ellas) al momento de la inseminación no afectaron la tasa de preñez de las vacas ($P > 0.05$). Estos resultados sugieren que las temperaturas prevalecientes en Buenavista, Coahuila, a través del año, no afectan la tasa de preñez de las vacas Holstein. Sin embargo, el hecho de que se hayan presentado mayores tasas de preñez en noviembre ($P < 0.05$) y menores en enero, marzo y septiembre, indica que existen otros componentes climatológicos que tienen un efecto importante sobre la tasa de preñez de las vacas Holstein en esta zona.

INTRODUCCIÓN

Existen diversos factores que afectan el comportamiento reproductivo de las vacas lecheras. Algunos factores como la detección de calores, el manejo del semen y su correcta deposición, así como los programas sanitarios, repercuten directamente sobre el comportamiento reproductivo del hato. Los factores anteriores son susceptibles de manipularse, por lo que la ejecución adecua-

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

2. Tesista de Licenciatura

da de los programas sanitarios y reproductivos redundan en una mayor eficiencia en la reproducción de las vacas. Además de los factores antes señalados, existen otros factores que afectan en forma importante a la reproducción de las vacas, aunque éstos no pueden ser controlados a través de programas de manejo. Entre los factores que no pueden ser manipulados se encuentra la temperatura ambiental, la cual tiene un impacto importante sobre la actividad reproductiva de los animales.

El efecto de la temperatura sobre la reproducción de las vacas Holstein se ha documentado en muy pocos lugares de México, por lo que es de interés averiguar si el clima prevaleciente en Saltillo, Coahuila tiene, en ciertas épocas del año, algún efecto detrimental sobre la reproducción de las vacas Holstein. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la temperatura ambiental el día de la inseminación de las vacas, sobre la tasa de preñez.

REVISIÓN DE LITERATURA

En zonas templadas, las temperaturas altas del verano reducen la tasa de concepciones de las vacas lecheras (Gwazdauskas *et al.* 1981; Stott *et al.*, 1962; Monty y Wolff, 1974). En climas subtropicales este problema se agudiza en vacas especializadas en la producción de leche (Gwazdauskas *et al.*, 1975; Cavestrany *et al.*, 1985; Ingraham *et al.*, 1976; Ingraham *et al.*, 1974; Badinga *et al.*, 1985). En México se ha documentado un pobre comportamiento reproductivo de las vacas lecheras en zonas no tropicales y tropicales (Ingraham *et al.*, 1974; Hernández *et al.*, 1981; Ordoñez, 1980). Referente a la influencia del mes del año sobre la reproducción de las vacas lecheras, existen reportes de efectos pronunciados (Maijala, 1978; Ron *et al.* 1984), y de ausencia de influencia del mes del año sobre las tasas de concepciones (Hillers *et al.*, 1984 y Laben *et al.*, 1982; Matsoukas y Fairchild, 1975).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron los registros reproductivos colectados durante 17 años, del hato lechero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Dicho establo se localiza a 25°23'00" latitud norte y 101°00'00" longitud oeste. La temperatura media anual es de 19.8°C.

De los registros de las vacas se tomaron las inseminaciones (n = 1821) y el resultado de estas inseminaciones (preñez o no preñez). Se recopiló además, la información referente a la temperatura ambiental en cada uno de los días en que las inseminaciones fueron realizadas. La información anterior fue proporcionada por el departamento de Meteorología de la Universidad. Para cada inseminación se registró la temperatura máxima, la mínima y la diferencia entre

estas temperaturas, el día en que la inseminación ocurría. Para visualizar el efecto de la temperatura sobre la tasa de concepciones, la temperatura máxima al momento de la inseminación se agrupó en cinco rangos: 20-22.9, 23-25.9, 26-28.9, 29-31.9 y 32-34.9°C. Las inseminaciones se agruparon también en base al mes y el año en que éstas fueron realizadas.

Los modelos estadísticos utilizados se describen a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + A_j + E_{ijk}$$

donde:

$$Y_{ijk} = \text{preñez}$$

μ = media general

M_i = efecto del mes sobre la preñez

A_j = efecto del año sobre la preñez

E_{ijk} = componente residual aleatorio

Los efectos de la temperatura fueron analizados con el modelo siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + M_j + D_k + E_{ijkl}$$

donde:

$$Y_{ijkl} = \text{preñez}$$

μ = media general

T_i = efecto de la temperatura media el día de la inseminación sobre Y

M_j = efecto de la temperatura máxima el día de la inseminación sobre Y

D_k = efecto de la diferencia de la temperatura máxima y mínima sobre Y

E_{ijkl} = componente residual aleatorio

RESULTADOS

El mes en que se inseminaron las vacas tuvo un efecto significativo sobre la preñez de los animales ($P < .05$), siendo el mes de noviembre donde se registró la mayor tasa de preñez. Por otro lado, en el mes de marzo se presentó la tasa de preñez más baja (Cuadro 1). La diferencia entre la mayor y menor tasa de preñez fue de 20%.

En el Cuadro 2 se presentan las tasas de preñez registradas durante 17 años de observaciones, Considerando todos los años, la tasa de preñez fue de

Cuadro 1. Tasas de preñez registradas en los diferentes meses del año para vacas Holstein en Saltillo, Coahuila.

Mes	No. de inseminaciones	Vacas preñadas	Tasa de preñez
Enero	150	77	51 a
Febrero	142	83	58 bc
Marzo	170	81	48 a
Abril	158	93	59 c
Mayo	212	129	61 cd
Junio	144	88	61 cd
Julio	116	70	60 cd
Agosto	114	67	59 c
Septiembre	145	73	50 a
Octubre	168	105	63 d
Noviembre	175	119	68 e
Diciembre	127	70	55 b

Dentro de las columnas, las medias seguidas de letras diferentes difieren ($P < 0.5$)

Cuadro 2. Tasas de preñez correspondientes a 17 años, en vacas Holstein en Saltillo, Coahuila.

Año	No. de inseminaciones	Vacas preñadas	Tasa de preñez
74	20	11	55 a
75	22	12	54 a
76	36	15	42 a
77	89	40	45 a
78	78	57	73 a
79	74	57	77 a
80	96	60	62 a
81	109	62	57 a
82	115	59	51 a
83	174	72	41 a
84	168	101	65 a
85	151	85	56 a
86	94	64	68 a
87	154	101	65 a
88	156	95	61 a
89	151	90	59 a
90	134	94	55 a

Dentro de las columnas, las medias seguidas de letras iguales no difieren ($P > .05$)

58%, lo cual indica que la fertilidad de las vacas de este establo ha sido en general buena. El año en que se inseminaron las vacas no mostró ningún efecto sobre las tasas de preñez ($P > .05$)

Tanto la temperatura máxima y media el día de la inseminación, así como la diferencia entre las temperaturas extremas el día del servicio, no tuvieron ningún efecto sobre el porcentaje de preñez de las vacas. En la Figura 1 se presenta el efecto de la temperatura media el día de la inseminación sobre la tasa de preñez. En esta figura se aprecia que las variaciones en las tasas de preñez fluctuaron en un rango de cuatro unidades, no observándose una declinación en la reproducción con los aumentos de la temperatura ambiental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio, el mes en que se inseminaron las vacas tuvo un efecto marcado sobre la tasa de preñez. Estos resultados concuerdan con algunos reportes (Gwazdauskas *et al.*, 1975; Ron *et al.*, 1984; Taylor *et al.*, 1985) donde los factores climáticos no son incluidos en el modelo; pero no con otros (Hillers *et al.*, 1985; Laben *et al.*, 1982; Matsoukas y Fairchild, 1975). Lo anterior sugiere que los efectos del mes se debieron fundamentalmente a componentes climáticos, más que a efectos nutricionales o de manejo. El hecho de que el porcentaje de preñez se reduzca en enero, marzo y septiembre, sin embargo, es difícil de explicar, debido a que en estos meses la temperatura ambiental no representa un estrés climático para las vacas.

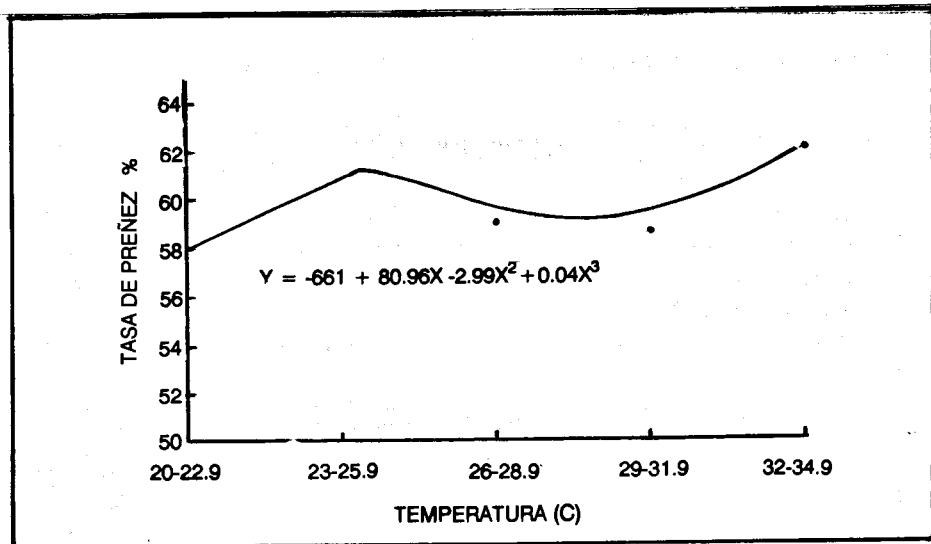


Figura 1. Relación entre la temperatura ambiental máxima el día de la inseminación sobre la tasa de preñez.

No se detectaron diferencias entre años en cuanto a la tasa de preñez. Con un manejo relativamente uniforme del hato lechero a través de los años, lo anterior era de esperarse. El efecto de los años sobre la reproducción de las vacas lecheras ha resultado muy reducido en otros estudios (1.4-2% de la varianza total; Spears *et al.*, 1965; Olds *et al.*, 1966).

A diferencia de otros trabajos (Cavestany *et al.*, 1985; Gwazdauskas *et al.* 1975; Heiman, 1972; Stevenson *et al.*, 1983), las temperaturas superiores a los 20°C en el presente estudio no alteraron la tasa de preñez de las vacas. Aún más contrastante con otros estudios, es el hecho de que las temperaturas de más de 30°C tampoco afectaron negativamente la tasa de preñez de los animales. Los resultados anteriores pudieran explicarse fundamentalmente por el hecho de que en el lugar donde se realizó este estudio, las variaciones de temperatura durante el día son pronunciadas. Así, por ejemplo, en los días en que la temperatura excedió los 32°C, la diferencia entre la temperatura máxima y mínima fue de 15°C. Por lo anterior, el estrés a que se veían sometidas las vacas por las temperaturas elevadas se presentaba durante un período reducido del día. Además, la humedad ambiental del lugar donde se llevó a cabo este estudio es menor que la humedad de la mayor parte de los lugares donde se han realizado otros estudios similares.

Cabe mencionar que la temperatura ambiental prevaleciente los días anteriores y posteriores a la inseminación, también tienen un efecto importante sobre la tasa de preñez (Cavestany *et al.*, 1984; Gwazdauskas *et al.* 1975; Ingraham *et al.*, 1974). Dado que las temperaturas excesivamente calientes en el sitio de este estudio se presentan esporádicamente, las temperaturas más moderadas de los días previos y posteriores a la inseminación pudieron influir en la presentación de tasas de preñez aceptables durante los días más calurosos.

CONCLUSIONES

Las temperaturas prevalecientes en Saltillo Coahuila, a través del año no afectaron la tasa de preñez de las vacas Holstein. Sin embargo, el hecho de que se hayan presentado mayores tasas de preñez en noviembre, y menores en enero, marzo y septiembre, indica que existen otros componentes climatológicos que tienen un efecto importante sobre la tasa de preñez de las vacas en esta zona.

BIBLIOGRAFÍA

- Badinga, L., R.J. Collier, W.W. Thatcher y C.J. Wilcox. 1985. Effects of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. 68:78-85.

58%, lo cual indica que la fertilidad de las vacas de este establo ha sido en general buena. El año en que se inseminaron las vacas no mostró ningún efecto sobre las tasas de preñez ($P > .05$)

Tanto la temperatura máxima y media el día de la inseminación, así como la diferencia entre las temperaturas extremas el día del servicio, no tuvieron ningún efecto sobre el porcentaje de preñez de las vacas. En la Figura 1 se presenta el efecto de la temperatura media el día de la inseminación sobre la tasa de preñez. En esta figura se aprecia que las variaciones en las tasas de preñez fluctuaron en un rango de cuatro unidades, no observándose una declinación en la reproducción con los aumentos de la temperatura ambiental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio, el mes en que se inseminaron las vacas tuvo un efecto marcado sobre la tasa de preñez. Estos resultados concuerdan con algunos reportes (Gwazdauskas *et al.*, 1975; Ron *et al.*, 1984; Taylor *et al.*, 1985) donde los factores climáticos no son incluidos en el modelo; pero no con otros (Hillers *et al.*, 1985; Laben *et al.*, 1982; Matsoukas y Fairchild, 1975). Lo anterior sugiere que los efectos del mes se debieron fundamentalmente a componentes climáticos, más que a efectos nutricionales o de manejo. El hecho de que el porcentaje de preñez se reduzca en enero, marzo y septiembre, sin embargo, es difícil de explicar, debido a que en estos meses la temperatura ambiental no representa un estrés climático para las vacas.

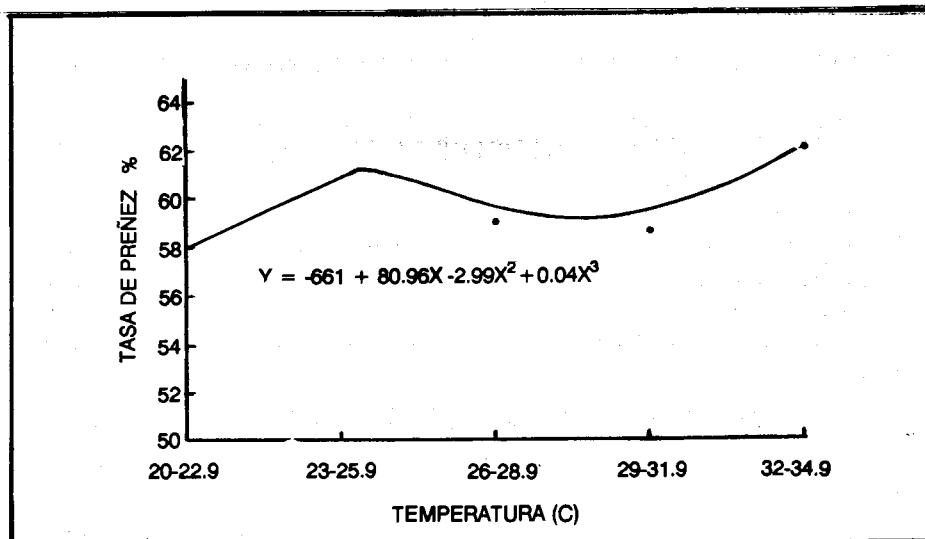


Figura 1. Relación entre la temperatura ambiental máxima el día de la inseminación sobre la tasa de preñez.

No se detectaron diferencias entre años en cuanto a la tasa de preñez. Con un manejo relativamente uniforme del hato lechero a través de los años, lo anterior era de esperarse. El efecto de los años sobre la reproducción de las vacas lecheras ha resultado muy reducido en otros estudios (1.4-2% de la varianza total; Spears *et al.*, 1965; Olds *et al.*, 1966).

A diferencia de otros trabajos (Cavestany *et al.*, 1985; Gwazdauskas *et al.* 1975; Heiman, 1972; Stevenson *et al.*, 1983), las temperaturas superiores a los 20°C en el presente estudio no alteraron la tasa de preñez de las vacas. Aún más contrastante con otros estudios, es el hecho de que las temperaturas de más de 30°C tampoco afectaron negativamente la tasa de preñez de los animales. Los resultados anteriores pudieran explicarse fundamentalmente por el hecho de que en el lugar donde se realizó este estudio, las variaciones de temperatura durante el día son pronunciadas. Así, por ejemplo, en los días en que la temperatura excedió los 32°C, la diferencia entre la temperatura máxima y mínima fue de 15°C. Por lo anterior, el estrés a que se ven sometidas las vacas por las temperaturas elevadas se presentaba durante un período reducido del día. Además, la humedad ambiental del lugar donde se llevó a cabo este estudio es menor que la humedad de la mayor parte de los lugares donde se han realizado otros estudios similares.

Cabe mencionar que la temperatura ambiental prevaleciente los días anteriores y posteriores a la inseminación, también tienen un efecto importante sobre la tasa de preñez (Cavestany *et al.*, 1984; Gwazdauskas *et al.* 1975; Ingraham *et al.*, 1974). Dado que las temperaturas excesivamente calientes en el sitio de este estudio se presentan esporádicamente, las temperaturas más moderadas de los días previos y posteriores a la inseminación pudieron influir en la presentación de tasas de preñez aceptables durante los días más calurosos.

CONCLUSIONES

Las temperaturas prevalecientes en Saltillo Coahuila, a través del año no afectaron la tasa de preñez de las vacas Holstein. Sin embargo, el hecho de que se hayan presentado mayores tasas de preñez en noviembre, y menores en enero, marzo y septiembre, indica que existen otros componentes climatológicos que tienen un efecto importante sobre la tasa de preñez de las vacas en esta zona.

BIBLIOGRAFÍA

- Badinga, L., R.J. Collier, W.W. Thatcher y C.J. Wilcox. 1985. Effects of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. 68:78-85.

- Cavestany, D., A.B. El-Wishy y R.H. Foote. 1985. Effect of season and high environmental temperature on fertility of Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 68:1471-1478.
- Gwazdauskas, F.C., C.J. Wilcox y W.W. Thatcher. 1975. Environmental and managemental factors affecting conception rate in a subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 58:88-92.
- Gwazdauskas, F.C., J.A. Lineweaver y W.E. Vinson. 1981. Rates of conception by artificial insemination of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 64:358-362.
- Hernández, L.J.J., P.H. Roman, E. González y R.H. Castillo. 1981. Efecto de la temperatura máxima e índice de temperatura humedad (ITH) en la fertilidad de vacas Holstein y Pardo Suizo en el trópico. *Memoria Asociación Latinoamericana de Producción Animal.* 16:116.
- Heiman, M.M. 1972. Differential bioclimatic influence of the fertility of bulls, cows and heifers. 7th Int. Congr. Anim. Rep. Artif. Ins. Munich. 3:2007-2010.
- Hillers, J.K., P.L. Senger, R.L. Darlington y W.N. Fleming. 1984. Effect of production, season, age of cow, days dry, and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 67:861-867.
- Ingraham, R.H., D.D. Gillette y W.D. Wagner. 1974. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 57:476-481.
- Ingraham, R.H., R.W. Stanley y W.D. Wagner. 1976. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in Hawaii. *J. Dairy Sci.* 59:2086-2092.
- Laben, R.L., R. Shanks, P.J. Berger y A.E. Freeman. 1982. Factors affecting milk yield and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* 65:1004-1010.
- Maijala, K. 1978. Breeding for improved reproduction in cattle. *World Rev. Anim. Prod.* 14:65-71.
- Matsoukas, K. y T.P. Fairchild. 1975. Effect of various factors on reproductive efficiency. *J. Dairy Sci.* 58:540-544.
- Monty, D.E. y L.K. Wolff. 1974. Summer heat stress and reduced fertility in Holstein-Friesian cows in Arizona. *Am. J. Vet. Res.* 35:1495-1502.
- Olds, D., L.D. Colvin, T. Cooper y O.W. Deaton. 1966. Sources of variance affecting dairy herd fertility and delayed returns to service. *J. Dairy Sci.* 49:1004-1005.

Ordoñez, R.H.M. 1980. Efecto de la temperatura y humedad sobre la producción láctea y fertilidad del ganado bovino lechero de Hermosillo, Sonora. *Veterinaria*. 11:102-103. México.

Ron, M., R. Bar-Anan y G.R. Wiggans. 1984. Factors affecting conception rate of Israeli Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 67:854- 860.

Spears, J.R., D. Olds y T. Cooper. 1965. Evaluation of sources of variance in dairy herd fertility. *J. Dairy Sci.* 48:90-92.

Stevenson, J.S., M.K. Schmidt, y E.P. Call. 1983. Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after 5 weeks postpartum. *J. Dairy Sci.* 66:1148-1154.

Stott, G.H. y R.J. Williams. 1962. Causes of low breeding efficiency in dairy cattle associated with seasonal high temperatures. *J. Dairy Sci.* 45:1369-1375.

Taylor, J.F., R.W. Everett y B. Bean. 1985. Systematic environmental, direct, and service sire effects on conception rate in artificially inseminated Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 68:3004-3022.

UTILIZACIÓN DE DOS ROCAS FOSFÓRICAS COMO FERTILIZANTE EN SUELOS CALCÁREOS BAJO CONDICIONES CONTROLADAS

Edmundo Peña Cervantes ¹
Rubén Casillas Domínguez ²

RESUMEN

Dos fosfatos naturales provenientes de Baja California Sur y Zimapan Hidalgo, fueron estudiados a nivel de invernadero, con el fin de determinar su coeficiente de asimilación (eficiencia agronómica relativa) en dos tipos de suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), con pH de 8.1 y 8.2. Los resultados muestran que existen diferencias importantes entre fosfatos y entre suelos. Sólo un fosfato presenta características favorables para su utilización directa en agricultura; sin embargo, su eficacia fue menor. En los dos casos se observó el efecto favorable de la aplicación de un material acidificante.

INTRODUCCIÓN

El problema del fósforo en los suelos, ha dado lugar a un número considerable de estudios: por una parte, debido a la importancia de este elemento como factor limitante para el desarrollo de las plantas; y por otro lado, debido a la complejidad de las relaciones entre el ión fosfato y los diversos constituyentes del suelo.

Al aplicar un fertilizante fosfatado al suelo, inmediatamente se inician una serie de reacciones en las que el fósforo hidrosoluble tiende a pasar a formas insolubles (proceso de fijación), con lo cual se limita en gran parte la disponibilidad del elemento; estas reacciones tienen un gran interés agronómico en la fertilidad potencial del suelo y el comportamiento de algunos fertilizantes fosfatados, ya que la cantidad del fósforo fijado va a depender del fósforo hidrosoluble total del mismo.

1. Dr. Maestro-Investigador, Depto. Suelos. Div. de Ingeniería. UAAAN

2. Tesista Licenciatura

Para minimizar este problema, se ha trabajado con materiales tendientes a disminuir la fijación de fósforo por los suelos, utilizando mejoradores de las condiciones físico-químicas del suelo, como: materia orgánica (Bangar *et al.*, 1985), silicatos y encalados (Truong *et al.*, 1974, Pichot *et al.*, 1982), productos acidificantes (Cepeda, 1984, Alvarez *et al.*, 1981), materiales fosforados de baja solubilidad (Adán *et al.*, 1980, Nuñez, 1987).

El objetivo principal de este trabajo, fue estudiar el comportamiento de la roca fosfórica de distinto grado de solubilidad, mezcladas con azufre, con el fin de determinar su eficiencia agronómica en comparación a un fertilizante soluble en dos suelos calcáreos y utilizando como planta indicadora el pasto Rye Grass.

REVISIÓN DE LITERATURA

Cepeda (1984), al aplicar superfosfato triple mezclado con azufre en un suelo calcáreo, observó un incremento en la concentración de fósforo en la solución del suelo, además de que provocó cambios importantes en el suelo con respecto al tratamiento de superfosfato triple.

Alvarez *et al.* (1981), en ensayos de invernadero en Andosoles y Ultisoles ácidos reportaron consistentes incrementos en la efectividad agronómica relativa de la roca fosfórica al mezclarla con flor de azufre; el caso extremo se observó con el andosol mólico, en donde la roca de San Hilario no aportó fósforo al cultivo al aplicarla sola, pero al adicionarla con azufre aportó 12% más de fósforo que el superfosfato triple.

Bangar *et al.* (1985), mostraron que el fósforo era solubilizado y transformado en formas aprovechables durante un proceso de compostage y las plantas utilizaban el fósforo eficientemente aun en suelos de pH de 8.5 y ligeramente superiores.

Nuñez *et al.* (1987), en un ensayo de campo en la Sierra Tarasca, encontraron mayor respuesta del maíz de temporal a la roca fosfórica que al superfosfato, con un efecto estimulante del azufre y del estiércol porcino sobre la absorción del fósforo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Suelos

Para este estudio fueron utilizados dos tipos de suelos (Cuadro 1).

Feozem calcárico. Suelo de origen aluvial formado por arrastres de la Sierra de Zapalinamé de textura migajón arcillo-arenosa con una reacción medianamente alcalina (pH 8.1), y con un contenido medio en lo que respecta al fósforo extractable.

Cuadro 1. Principales características físico-químicas de los suelos estudiados.

Características	Unidades	F. calcárico	X. háplico
granulometría	Arena %	62.8	52.8
	Limo %	10.0	24.0
	Arcilla %	27.2	23.2
pH H ₂ O	2:1	8.1	8.2
C. orgánico	%	2.75	1.42
N. total	%	0.23	0.14
C.I.C.	meq/100 g	47.7	90.6
Carbonatos	%	46.1	35.3
Fósforo	Total mg/kg	261.7	166.5
	Aprov. mg/kg	38.8	31.5
	Orgánico mg/kg	178.2	72.7

Xerosol háplico. Suelo formado por arrastres de material, de color claro rojizo con una textura migajón-arcillo arenosa, presenta un pH de 8.2 (medianamente alcalino) y con un contenido medio de fósforo extractable.

Estos suelos fueron obtenidos del horizonte superficial y se encuentran en el área de la UAAAN.

Los fosfatos naturales

Las rocas fosfóricas utilizadas se obtuvieron de Baja California Sur y Zimapan, Hidalgo, son fosfatos tricálcicos de origen sedimentario y de solubilidades diversas, el contenido de P₂O₅ total 19.8% y 31.2%; P₂O₅ hidrosoluble 0.007% y 0.013% y P₂O₅ soluble en citrato de amonio 12% y 7%, respectivamente.

Fuente acidificante

Como fuente acidificante se utilizó flor de azufre con una pureza de 98.5%.

Formas de fósforo de los suelos y los fosfatos naturales.

Los suelos utilizados así como las rocas fosfóricas fueron analizadas en diferentes fracciones de fósforo.

Fósforo total extraído por ataque de ácido perclórico concentrado.

Fósforo "asimilable". Esta fracción fue determinada por el método Olsen, el cual se basa en la extracción de fósforo con NaHCO₃ 0.5 N a pH 8.5.

Fósforo orgánico. En este caso se utilizó el método propuesto por Saunders y Williams (1955), y que consiste en la transformación del fósforo orgánico en fósforo mineral por calcinación, y su posterior extracción con H₂SO₄ 0.5 N

Fósforo soluble en agua. Fósforo extraído de un gramo de roca fosfórica en 50 ml de agua.

En todos los casos la determinación de fósforo se hizo por colorimetría, del complejo fosfomolibdico después de la reducción con ácido ascórbico.

Prueba en el invernadero

La eficacia de los fosfatos naturales fue probada en macetas que contenían 500 gramos de suelo tamizado a 2 mm y se utilizó como planta testigo el Rye Grass a razón de 0.5 gramos por maceta.

En cada tipo de suelo se compararon 6 tratamientos:

- Dos fosfatos naturales
- Dos fosfatos naturales adicionados con azufre
- El superfosfato triple
- Un testigo sin fósforo

Bajo un diseño completamente al azar con 5 repeticiones.

Los diferentes fertilizantes fosfatados se tamizaron a 0.1 mm y fueron aportados a una dosis de 100 mg de P/kg de suelo, el azufre fue aplicado a razón de 150 mg/kg de suelo.

A cada maceta se le aplicó una fertilización uniforme de N, K, Ca y Mg, al momento de la preparación del experimento y después de cada corte.

Se realizaron tres cortes del pasto a la 5^a, 9^a y 13^a semanas después de la siembra; las partes aéreas cosechadas se secaron, pesaron y analizaron para calcular:

- La absorción de fósforo.
- El coeficiente de utilización de los fertilizantes, que es el porcentaje de fósforo absorbido relacionado a la cantidad de fósforo aplicado.
- El coeficiente de asimilación (eficiencia agronómica relativa):

$$C.A. = \frac{\text{absorción de P (trat)} - \text{absorción de P (testigo)}}{\text{absorción de P (SFT)} - \text{absorción de P (testigo)}} \cdot 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Únicamente se presentan los resultados de la suma de los tres cortes, los cuales son indicadores del comportamiento de los fosfatos naturales a mediano plazo.

Los resultados se presentan en los Cuadros 2 y 3, y en ellos se observa que los rendimientos de materia seca del pasto en el suelo Feozem calcárico aumentan ligeramente en los tratamientos con fósforo, en cualquiera de sus formas con respecto al testigo; sin embargo, esta diferencia no es significativa. En el caso de Xerosol háplico, se puede observar que sólo la aplicación del fósforo soluble aumenta en forma significativa la producción de materia seca y en el caso de los otros tratamientos, aunque presenta algunas diferencias, éstas no lo son desde el punto de vista estadístico.

La comparación de la absorción de fósforo de los diferentes tratamientos en el suelo Feozem calcárico permite apreciar que las exportaciones más elevadas se obtienen con el fertilizante soluble, los fosfatos naturales presentan valores análogos al testigo, y sólo la aplicación de azufre tiene una acción posi-

Cuadro 2. Resultados de la suma de los tres cortes del suelo Feozem calcárico.

Tratamientos	M.seca mg	A. de P. mg	C.U. %	C.A. %
Testigo	5130 a	2777 c		
SFT	5520 a	4473 a	3.4	
Zimapan	5200 a	2800 c	0.05	1.36
Zimapan + S	5450 a	3480 b	1.41	41.45
Baja California	5270 a	2746 c		
Baja California + S	5440 a	3246 bc	0.94	27.60
C.V. %	4.5	9.8		

Las cifras con letras iguales no son estadísticamente diferentes al 5% de probabilidad según la prueba de Duncan.

Cuadro 3. Resultados de la suma de los tres cortes en el Xerosol háplico.

Tratamientos	M. seca mg	A. de P. mg	C.U. %	C.A. %
Testigo	3660 b	849.2 b		
SFT	5456 a	3088.7 a	4.47	
Zimapan	3120 b	696.2 b		
Zimapan + S	3176 b	770.6 b		
Baja California	2996 b	706.6 b		
Baja California + S	9142 b	714.7 b		
C.V. %	15.1	17.8		

Las cifras con letra igual no son estadísticamente diferentes al 5% de probabilidad según la prueba de Duncan.

va sobre la absorción de fósforo. En el caso del Xerosol háplico sólo la aplicación del superfosfato triple eleva la absorción de fósforo por la planta a lo largo de la experiencia, y no se observó ninguna influencia de las otras fuentes de fósforo sobre este parámetro.

Los coeficientes de utilización calculados a partir de la absorción del fósforo que proviene del fertilizante, muestran que los fosfatos son generalmente poco utilizados, estableciéndose una diferencia bien marcada entre los fosfatos naturales y el superfosfato triple, en el caso del suelo Feozem calcárico; para el Xerosol háplico sólo el coeficiente de utilización del SFT ha podido ser determinado. Los valores del coeficiente de asimilación muestran una variación muy amplia entre tratamientos, correspondiendo los valores más elevados a los fosfatos mezclados con azufre, y se sitúan en primer lugar el fosfato de Zimapan más azufre (41.4%). Los valores obtenidos varían en el mismo sentido que el coeficiente de utilización de los fosfatos naturales y muestran la eficacia de la aplicación de azufre en el suelo Feozem calcárico. Los coeficientes de asimilación de los fosfatos naturales no pudieron ser determinados en el Xerosol háplico.

Al final de la prueba en macetas se determinó el fósforo "aprovechable", el cual corresponde al fósforo no utilizado por la planta, y que queda disponible en el suelo. Los resultados del Cuadro 4, muestran que en general los tratamientos de materiales fosfatados enriquecen el suelo en fósforo "aprovechable" en el caso del suelo Feozem calcárico, lo cual indica un efecto residual de los materiales, aun estando considerados como insolubles; en el Xerosol háplico el efecto residual fue menos marcado y sólo se observa a nivel del superfosfato triple y de la roca fosfórica de Baja California, con y sin azufre.

Cuadro 4. Fósforo aprovechable (Olsen) después de la prueba de invernadero.

Tratamientos	P. aprovechable mg/g de suelo	
	Feozem calcárico	Xerosol háplico
Inicial	39	31
Testigo	25.7	19
SFT	51.9	36
Zimapan	41.4	21
Zimapan + S	61.8	20
Baja California	36	32
Baja California + S	49	36

CONCLUSIONES

1. Los fosfatos naturales estudiados son de origen sedimentario; al ser probados con el objetivo de una utilización directa en la agricultura muestran grados de solubilidad muy variables, este comportamiento depende de sus características intrínsecas y de las características de los suelos a los cuales se van a aplicar.
2. Las rocas fosfóricas mezcladas con azufre son más eficaces que las mismas aplicadas en forma directa, lo que indica un ligero efecto del azufre sobre la solubilización de estos materiales, aun en los tipos de suelos utilizados.
3. El fósforo "disponible" se vió aumentado en los dos tipos de suelo por la aplicación de los materiales fosfatados; la cantidad dependió del tratamiento y del tipo de suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Adán, G., L. Cajuste y R. Nuñez, E. 1980. Caracterización química mineralógica y evaluación agronómica de rocas fosfóricas de diferentes depósitos. *Revista Agrociencia* 41:95-112.
- Alvarez, E.V., R. Nuñez, E., L. Cajuste y R. Ferrera. 1981. Eficiencia agronómica relativa de rocas fosfóricas crudas y parcialmente aciduladas por métodos químicos y biológicos. *Revista Agrociencia* 45:25-52.
- Bangar, K.C., K.S. Yadav y M.N. Mishra. 1985. Transformation of rock phosphate during composting and the effect of humic acid. *Plant and Soil*. 85:259-266.
- Cepeda, D.J.M. 1984. Uso de isothermas de adsorción de fósforo para estimar los requerimientos de fertilizantes fosfatados en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en un suelo calcáreo. Tesis Maestría. Buenavista, Saltillo, Coah. México. UAAAN.
- Nuñez, E.R. 1987. Aplicación directa de roca fosfórica como fertilizante; experiencias en México. Memorias del Congreso Internacional de la Industria de los Fertilizantes (ADIFAL). México, D.F. 16-40.

Pichot, J., B. Truong y A. Traore. 1982. Influence du chaulage du sol sur la solubilisation et l'efficacité des phosphates naturels tricalciques d'Afrique de l'ouest. Etude en milieu contrôlé sur un sol ferrallitique de Madagascar. Agron. Trop. Vol. XXXVII 56- 67.

Truong, B., R. Bertrand, S. Burdin y J. Pichot. 1974. Contribution a l'étude du phosphore dans les sols dérivés de roches volcaniques de l'île de la Réunion (Mascareignes). Actions du carbonate et du silicate de calcium. Agron. Trop. Vol. XXIX 1- 12.

COLOFÓN

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

COLABORADORES

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

CONTENIDO

CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS CON EL DAÑO POR PAJA EN GIRASOL (<i>Helianthus annuus</i> L.). Reyes Valdés, M.H., Escobedo Bocardo, L., Orta Dávila, A	1
CORRELACIONES Y ANALISIS DE SENDERO PARA RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN CARTAMO BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL. Kuruvadi, S., Aguilera Rangel, R., Reyes Valdés M.H.	6
RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA Y UNA SERIE DE CARACTERES MORFOLÓGICOS, FENOLÓGICOS Y QUÍMICOS EN SIETE LÍNEAS DE SOYA (<i>Glycine max</i> (L) Merr.). Reyes Valdés, M.H., Guzmán, E.E., Jasso, D., Benavides, A	15
EFFECTOS DE INSECTICIDAS EN DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO DE <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) EN LABORATORIO E INVERNADERO. Guerrero Rodríguez, E., Gálvan Santos, S., Sánchez Valdez, V.M.	29
CONTROL QUÍMICO DEL TIZÓN TARDÍO (<i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) De Bary EN PAPA (<i>Solanum tuberosum</i> L.) EN NAVIDAD, N.L. Cepeda Siller, M., Salomón Echeverría, R.A., Martínez Vázquez, R.A.	39
MICROORGANISMOS ASOCIADOS AL CÁNCER DEL MANZANO (<i>Malus domestica</i> Borkh.) EN LA REGIÓN DE LOS LIRIOS. MUNICIPIO DE ARTEAGA, COAHUILA. Hernández C., F.D., Cepeda Siller, M., Soria Dávila, F. de J.	52
SELECCIÓN RECÍPROCA RECURRENTE EN DOS POBLACIONES DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) DE AMPLIA BASE GENÉTICA PARA EL TRÓPICO SECO MEXICANO. Almaguer S., M.G., Oyervides García, A., López Pérez, E., Rodríguez H., S. A.	58
EFFECTO DEL MES, AÑO Y TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LA MASA DE PREÑEZ DE VACAS HOLSTEIN EN SALTILLO, COAHUILA. Mellado Bosque, M , Garcla V., M.T.	73
UTILIZACIÓN DE DOS ROCAS FOSFÓRICAS COMO FERTILIZANTE EN SUELOS CALCÁREOS BAJO CONDICIONES CONTROLADAS. Peña Cervantes, E, Casillas Dominguez, R.	81