



Departamento de Agronomía

INFORME ANUAL DE
INVESTIGACION -1994

Volumen 7

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

Zamorano, Honduras, julio de 1995.

IAI-94
Volumen 7

Départamento de Agronomía Informe anual de investigación 1994

Editor:
Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Jefe del Departamento

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
Departamento de Agronomía

Control de Cenicilla en Sorgo. <i>Francisco Gómez, Guillermo Cerritos, Alberto Morán</i>	51
Conservación <i>in situ</i> y mejoramiento del maicillo (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench). <i>Francisco Gómez, Guillermo Cerritos y Alberto Morán</i>	61
Mejoramiento de maíz en fincas de pequeños agricultores. <i>Rommel Reconco, Francisco Gómez, Margareth Smith</i>	73
Lote demostrativo FACT: Introducción de una nueva metodología para evaluar híbridos de maíz en fincas de agricultores. <i>Guillermo Cerritos, Francisco Gómez y Alejandro Palma</i>	76
Evaluación de dos metodologías de capacitación en mejoramiento de maíz para pequeños agricultores. <i>Francisco Bueso, Francisco Gómez, Rommel Reconco</i>	80
Respuesta del sorgo a la aplicación de azufre y nitrógeno en el valle del Zamorano. <i>Enrique Guillén, Francisco Gómez, Dan Meckenstock</i>	83
Manejo postcosecha y la presencia de aflatoxinas en maíz almacenado por pequeños agricultores en Honduras. <i>Pedro Quiel, Isabel Pérez, Luis Pinel y Luis del Río</i>	87
Respuesta de variedades de frijol a la fertilización fosforada en dos localidades de Honduras. <i>Ana Margoth Andrews, Aracely Castro y Juan Carlos Rosas</i>	90

Presentación

El presente Informe Anual de Investigaciones de 1994 (IAI-94), es el séptimo volumen de la serie anual publicada por el Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. El IAI-94 contiene avances y resultados de actividades de investigación conducidas durante 1994, por personal docente y técnico, y por estudiantes del Programa de Ingeniería Agronómica de Zamorano. Es un esfuerzo de divulgación con el fin de brindar a técnicos e investigadores de la región latinoamericana, los resultados obtenidos anualmente a través de las actividades de investigación del Departamento de Agronomía de Zamorano.

Agradecemos a las personas e instituciones nacionales e internacionales, colaboradores y donantes, que contribuyeron a llevar a cabo estos trabajos. Nuestra gratitud a los agricultores colaboradores que participaron en muchas de las actividades reportadas en este informe. En el presente año se recibió el apoyo en la diagramación del documento de parte del personal de la Sección de Comunicaciones del Departamento de Desarrollo Rural de Zamorano. Por otro lado, se agradece el apoyo recibido de parte de la Sra. Isbela de Alvarez, en el procesamiento de los artículos, y a la Ing. Aracely Castro en la edición de los mismos.

Juan Carlos Rosas, Ph.D.

EFFECTO DE LA ROYA EN EL RENDIMIENTO DEL FRIJOL COMUN EN HONDURAS¹

Edgardo R. Varela y Juan Carlos Rosas²

El cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es afectado por una gran variedad de factores biológicos que reducen su rendimiento en las distintas zonas frijoleras de Honduras. La roya del frijol causada por *Uromyces appendiculatus* (Pers) Unger, es considerada como una de las enfermedades limitantes de la producción del frijol a nivel mundial. Cuando las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la enfermedad, ésta puede atacar a la planta desde los primeros estados de desarrollo provocando defoliación prematura, y causar pérdidas en el rendimiento que pueden ser de más del 50%, de acuerdo con el grado de susceptibilidad de la variedad (Castaño *et al.*, 1985). El hongo es un parásito obligado, que puede completar su ciclo de vida en el frijol. Los períodos prolongados (10-18 horas) de humedad relativa mayor de 95%, y las temperaturas moderadas de 17-27°C, son condiciones favorables para la infección.

Los objetivos del estudio fueron estudiar la severidad de la roya y su efecto de reducción en el rendimiento de variedades de frijol cultivadas bajo tratamiento de control químico de la enfermedad.

Materiales y Métodos

El ensayo se condujo en dos etapas, la primera bajo condiciones controladas en camas de infección, utilizándose un sistema de riego por neblina para proporcionar condiciones adecuadas de humedad para la infección, y la segunda en el campo durante la época de postrera usándose riegos suplementarios por aspersión.

Se empleó un diseño experimental de parcelas divididas con cuatro repeticiones. La parcela principal fueron los tratamientos protegidos e inoculados, y la sub-parcela las variedades "Dorado" y "Danlí 46", en las camas de infección, y "Dorado" y "Don Silvio RR" (resistente a roya) en el campo.

En las camas de infección se usaron siete surcos de 1.2 m de largo x 0.40 m entre surcos x 0.10 m entre plantas, con una parcela útil de 5 surcos centrales de 1 m de largo (2 m²) por variedad. En el campo, se utilizó seis surcos de 3 m de largo x 0.70 m entre surcos x 0.10 m entre plantas, con una parcela útil de 4 surcos centrales de 2 m de largo (5.6 m²) por variedad.

En las camas de infección, el ensayo fue sembrado el 19 de julio y cosechado el 10 de octubre de 1994. Las temperaturas mínima y máxima promedio durante el ensayo de las camas de infección fueron de 16.0 y 29.2°C, respectivamente. En el campo, el ensayo se sembró el 23 de septiembre y fue cosechado el 10 de diciembre de 1994. La precipitación promedio en el campo fue de 94.3 mm, requiriéndose de 5 riegos de dos horas con frecuencia semanal. Las temperaturas mínima y máxima promedio durante el ensayo de campo fueron de 14.2 y 29.1°C, respectivamente.

Las plantas de las parcelas inoculadas (y sin protección química) fueron asperjadas con uredosporas de *U. appendiculatus* sobre el follaje a los 8, 10 y 15 días después de siembra (DDS). Al momento de la inoculación se usó una cortina de plástico para evitar que el inóculo se dispersara a las parcelas protegidas, las cuales no fueron inoculadas.

Por otro lado, las plantas protegidas fueron asperjadas con Bayleton (triadimefon) para controlar adecuadamente la infección por la roya; las aplicaciones fueron realizadas semanalmente desde los 10 hasta los 50 DDS.

A los 20 DDS se determinó la severidad de daño causado por la roya usándose la escala que recomienda el CIAT (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987). El rendimiento de grano y los componentes del rendimiento, vainas/planta (NVP), semillas/vaina (NSV) y peso seco de 100 semillas (PSCS), fueron determinados a madurez de cosecha.

Resultados y Discusión

En las camas de infección se observó diferencias significativas en la severidad del daño, el rendimiento de grano y los componentes de rendimiento, entre tratamientos con y sin protección y entre las variedades

¹ Trabajo realizado por el Departamento de Agronomía de Zamorano, con el apoyo del programa Bean/Cowpea CRSP (Donación USAID No. DAN-1310-G-SS-6008-00).

² Estudiante de Ingeniería Agronómica y Jefe del Departamento, respectivamente.

(excepto el NSV); y solamente diferencias en severidad y PSCS para la interacción T x V (Cuadro 1).

Lo más notorio fueron las diferencias observadas entre tratamientos, donde los daños en las parcelas no protegidas afectaron el rendimiento de grano causando una reducción de 26.3 % y 40.8% en las variedades Danlí 46 y Dorado. Las reducciones en rendimiento entre las variedades en las parcelas protegidas y no protegidas fueron mucho menores, 24.3 y 5.7 %, respectivamente (Cuadro 2). Se encontró una correlación negativa significativa entre la severidad de la enfermedad y rendimiento de grano ($r = -0.701$; $P \leq 0.01$), y de aquella con los componentes NVP y NSV ($r = 0.841$ y $r = 0.698$; $P \leq 0.01$).

A nivel de campo, se observaron diferencias significativas en la severidad del daño y el rendimiento de grano entre los tratamientos con y sin protección y las

Cuadro 1. Diferencias en severidad de daño, rendimiento de grano y componentes de rendimiento, causadas por la roya en parcelas con tratamiento de protección química e inoculación y variedades de frijol común. El Zamorano, Honduras, 1994.

Factor	Severidad ^z	Rendimiento (kg/ha)	Componentes		
			NVP	NSV	PSCS (g)
CAMAS DE INFECCION					
Tratamiento (T)					
Protegido	1.0	1880	9.6	3.9	21.7
Inoculado	7.7	1229	7.2	3.0	23.0
ANDEVA	*	**	**	*	**
Variedad (V)					
Dorado	4.0	1703	9.1	3.5	24.5
Danlí 46	4.7	1407	7.7	3.4	20.3
ANDEVA	**	***	**	ns	*
T x V	**	ns	ns	ns	***
ENSAYO DE CAMPO					
Tratamiento					
Protegido	1.0	1470	12.1	5.3	21.4
Inoculado	5.0	1219	10.4	5.3	20.8
ANDEVA	**	**	ns	ns	ns
Variedad					
Don Silvio RR	1.0	1412	11.5	5.4	21.2
Dorado	3.0	1276	11.0	5.2	21.1
ANDEVA	*	**	**	ns	ns
T x V	***	ns	ns	ns	ns

^z Escala CIAT (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987).

*, **, *** y ns = $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$, $P \leq 0.10$ y no significativo, respectivamente.

Cuadro 2. Diferencias entre tratamientos y variedades debidas a las reducciones en rendimiento de grano causados por la roya del frijol común. El Zamorano, Honduras, 1994.

Variedad	Tratamiento		Diferencias (T1 - T2)
	Protegido (T1)	No protegido (T2)	
Camas de infección			
Dorado (V1)	2141	1266	875 (40.8)
Danlí 46 (V2)	1620	1193	427 (26.3)
Diferencias (V1-V2)	521 (24.3) ^z	73 (5.7)	
Ensayo de campo			
Don Silvio (V1)	1593	1232	361 (22.6)
Dorado (V2)	1347	1206	141 (10.5)
Diferencias (V1-V2)	246 (15.4)	26 (2.1)	

^z Cantidades entre paréntesis expresadas en porcentaje.

variedades, y solamente diferencias en severidad para la interacción T x V (Cuadro 1). Se registró una correlación negativa significativa entre la severidad de daño y rendimiento de grano ($r = -0.326$; $P \leq 0.01$) y positiva entre aquella y el NVP ($r = 0.918$; $P \leq 0.01$). Las reducciones en rendimiento relacionadas a la severidad de daño por roya fueron de 22.6 y 10.5% en las variedades Don Silvio RR y Dorado, observadas en las parcelas protegidas y no protegidas, respectivamente, y sólo de 15.4 y 2.1% dentro de cada uno de los tratamientos (Cuadro 2).

Conclusiones y Recomendaciones

Se encontró diferencias significativas en la reducción del rendimiento de grano como consecuencia de la severidad de la roya observada en las variedades y los efectos de protección química, alcanzándose hasta un 40.8% de reducción en las camas de infección y 22.6 % a nivel de campo. Las tendencias indican mayor severidad de daño y reducción del rendimiento en variedades susceptibles y los tratamientos sin protección. Asimismo, en las parcelas con variedades resistentes y con tratamientos de protección química se observó menor severidad de daño y mayor rendimiento. Aunque se requiere continuar con este tipo de estudios, se puede sugerir un control integrado que incluya variedades resistentes y el uso racional de

fungicidas en condiciones de alta incidencia de la enfermedad.

Referencias

- CASTAÑO-ZAPATA, J.; MONTOYA, C.A.; PASTOR-CORRALES, M.A. 1985. Influencia del tipo de pústula de roya *Uromyces appendiculatus* (Pers) Unger. sobre el rendimiento de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). CEIBA (27):321-335.
- SCHOONHOVEN, A.; PASTOR-CORRALES, M. A. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. CIAT, Cali, Colombia. 56 p.

LIBRARY OF THE
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALI
CALLE 100 # 100-000
CALLE 100 # 100-000
CALLE 100 # 100-000

CICLO DE VIDA DE LA ROYA DEL FRIJOL COMUN EN HONDURAS¹

Edgardo R. Varela y Juan Carlos Rosas²

U*romyces appendiculatus* (Pers) Unger, causante de la roya del frijol, es un parásito obligado, miembro de la clase basidiomicetes, orden uredinales, que todo su ciclo de vida transcurre en un solo hospedero. *Phaseolus vulgaris* y otras especies del género *Phaseolus* y del género *Vigna* (Arthur, 1915), son hospederos de este hongo. Los períodos prolongados (10-18 horas) de humedad relativa mayor de 95%, y las temperaturas moderadas de 17-27°C, son condiciones favorables para la infección.

Los estados del hongo (uredosporas, basidiosporas, picniosporas, aeciosporas y teliosporas) han sido estudiados a nivel de invernadero por medio de la inducción de la germinación de teliosporas en clima templado. También ha sido reportada la formación natural de picniosporas y aeciosporas en plantas voluntarias de cultivares de frijol Pinto UI 114 y UI 126 en el estado de Colorado, EE.UU. (Schwartz *et al.*, 1990).

Los objetivos de este trabajo fueron estudiar el ciclo de vida del hongo *Uromyces appendiculatus* bajo condiciones tropicales, identificar y describir las características morfológicas y fisiológicas de los síntomas causados por los diferentes estados del hongo en plantas de frijol, y caracterizar las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de cada estado del hongo.

Materiales y Métodos

El ensayo se condujo en una casa de malla donde cada 15 días se sembraron grupos de 10 maceteras con dos semillas de doce variedades, el primer día del mes y a mediados del mismo, durante los meses de octubre de 1993 a diciembre de 1994. Se utilizaron maceteras de 10 cm x 10 cm x 7 cm conteniendo tierra estéril. Las variedades utilizadas en el estudio fueron "Danlí 46", "Brunca", "Talamanca", "Centa Izal-

co", "Habichuela Roja", "Habichuela Pinto", "Dorado", "Catrachita", "Don Silvio", "Chile", "Cuarenteño" y "Cincuentaño". En febrero de 1994, se incorporaron al estudio 34 materiales del germoplasma hondureño que estaban siendo evaluados en camas de infección por otras razones. Estos materiales fueron los identificados como F-0034, F-0050, F-0058, F-0076, F-0083, F-0108, F-0110, F-0111, F-0112, F-0117, F-0144, F-0146, F-0154, F-0155, F-0159, F-0181, F-0189, F-0191, F-0204, F-0237, F-0275, F-0279, F-0284, F-0373, F-0407, F-0409, F-0414, F-0420, F-0436, F-0440, F-0441, F-0443 y F-0448.

A los 10 días después de la siembra (DDS), las plantas fueron trasladadas a una cámara de plástico para su inoculación, donde se usaron aspersiones con aislamientos de uredosporas obtenidas en plantaciones de frijol comercial infectados con roya, recolectadas el mismo día o el anterior, de varias localidades de la región Centro-oriental de Honduras, incluyendo Tatumbla, Danlí, Zamorano, Comayagua, Güinope y Morocelí. Una vez realizada la inoculación se procedió a sellar totalmente la casa de plástico, a fin de tener un efecto de invernadero con temperatura baja y alta humedad relativa, usándose un humidificador para darle las condiciones favorables de humedad para el desarrollo del hongo en este ambiente.

A los 17 DDS las plantas fueron regresadas a la casa de malla. Siete días después de la inoculación, se tomaron observaciones diarias utilizando un microscopio para detectar la presencia de pústulas. Durante el estudio se registraron datos de temperatura y humedad relativa, para saber bajo qué condiciones se desarrollaban los diferentes estados del hongo.

Se procedió a regar las plantas todos los días, una a dos veces diarias, utilizando una regadera de mano.

A los 20, 40 y 60 DDS se determinó la severidad de los daños causados por la roya, utilizando para ello la escala que recomienda el CIAT (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987), y se efectuaron observaciones del tipo de pústula y presencia de los estados de desarrollo.

Por otro lado, se realizaron viajes mensuales de exploración para observar la presencia de la roya en fri-

¹ Trabajo realizado por el Departamento de Agronomía de Zamorano, con el apoyo del programa Bean/Cowpea CRSP (Donación USAID No. DAN-1310-G-SS-6008-00).

² Estudiante de Ingeniería Agronómica y Jefe del Departamento, respectivamente.

joles silvestres, visitándose las localidades de Tatumbra, La Tigra y San Antonio de Oriente durante el período abril/94-diciembre/94.

Resultados y Discusión

Se identificaron dos estados de la roya durante el estudio: uredosporas y teliosporas.

Los uredos se observaron en el haz (con un halo amarillo a su alrededor) y en el envés de las hojas, y son de color café claro. Los uredos forman las uredosporas (de color anaranjado) las cuales caen en otras hojas de la misma u otras plantas, constituyéndose en el inóculo primario.

Tanto en el campo como en la casa de malla, las uredosporas se presentaron todo el año, siempre que existió un hospedero susceptible. Sin embargo, se observó una incidencia menor en la época de verano, y en relación a altas temperaturas y la baja humedad relativa. Por otro lado, se presentaron con mayor intensidad durante la época de postrera que la de primera.

Las uredosporas fueron encontradas en forma natural en frijoles silvestres en las localidades de Tatumbra, San Antonio de Oriente y La Tigra, entre los meses de octubre a enero de 1994-95.

El tamaño promedio de las uredosporas observadas fue de 14 micras, y se caracterizaron por ser espinosas, unicelulares, de pared delgada y forma globosa a elíptica.

El tiempo transcurrido desde la inoculación con uredosporas hasta la aparición de los puntos de leche (los primeros síntomas visibles después de la infección de las uredosporas, son de color blanco que luego se tornan café) fue de 7-9 días, y a la formación de uredos fue de 10-12 días; esto dependió de las condiciones ambientales, de la variedad y del lugar donde se condujo el ensayo (menor tiempo en la casa de malla que en el campo).

Las pústulas de teliosporas son de color negro y se producen en el haz y envés de las hojas sustituyendo a las uredosporas. Las telias son de color rojizo.

Las teliosporas se presentaron únicamente en la época de postrera, entre los meses de noviembre a enero, favorecidas por las bajas temperaturas predo-

minantes de esta época. Sin embargo, algunos materiales del germoplasma hondureño presentaron formación de telias en la época de verano. Asimismo, se encontraron telias en forma natural en frijoles silvestres en la localidad de Tatumbra, durante los meses de octubre a diciembre de 1994-95.

Las teliosporas tuvieron un tamaño promedio de 27 micras, con características uniceluladas, de pared gruesa, de forma elíptica a globosa con una papila hialina. El tiempo transcurrido desde la inoculación con uredosporas hasta la aparición de teliosporas fue de 45-55 días después de la inoculación (55-65 días después de la siembra), o sea 35-45 días después de la formación de las uredosporas.

Conclusiones y Recomendaciones

Se identificó la presencia de sólo dos estados de la roya. Las uredosporas, que son las que causan la infección en plantas de frijol susceptibles constituyéndose en el inóculo primario, y el estado de teliosporas, que es el estado de resistencia o reposo del patógeno bajo condiciones adversas.

Las uredosporas se presentaron todo el año siempre que existió un hospedero susceptible, y las teliosporas se presentaron únicamente en la época de postrera entre los meses de noviembre a enero. Ambos estados fueron observados en frijoles silvestres.

Se recomienda continuar con estos tipos de estudios a fin de explicar si otros estados del hongo se desarrollan bajo nuestras condiciones. Así mismo, intentar la germinación de teliosporas a nivel de invernadero y observar la formación de otros estados. Por otro lado, se recomienda continuar los viajes de exploración en localidades de altura donde se encuentran cultivos fuera de época y una mayor distribución de frijoles silvestres.

Referencias

- SCHWARTZ, H.F.; McMILLAN, M.C.; VAUGHN, M.R. 1990. Aecial and pycnial stages of bean rust in Colorado. Colorado State University, Fort Collins 80523. Plant Disease. 74:80.
- SCHOONHOVEN, A.; PASTOR-CORRALES, M.A. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. CIAT, Cali, Colombia. 56 p.

INCREMENTO DE LA NODULACION Y PRODUCCION DE FRIJOL A NIVEL DE FINCA MEDIANTE PRACTICAS AGRONOMICAS RECOMENDADAS¹

Aracely Castro y Juan Carlos Rosas²

Con el objeto de comparar la productividad y rentabilidad de la tecnología tradicional del agricultor versus la obtenida mediante la aplicación, a diferentes niveles de tecnificación, de prácticas agronómicas recomendadas, incluyendo la inoculación con *Rhizobium*, para la producción de frijol y la sostenibilidad de la producción, se realizaron pruebas a nivel de finca durante las épocas de primera y postrera de 1994.

Materiales y Métodos

Los ensayos se llevaron a cabo en la región Centro-oriental de Honduras, en la aldea de Lavanderos, municipio de Güinope (Departamento de El Paraíso).

El diseño experimental empleado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió en 12 surcos de 10.0 m de largo y 0.5 m de ancho, con un distanciamiento de 0.1 m entre plantas. Las repeticiones estuvieron separadas por surcos dobles de maíz, variedad HPB.

Cada repetición constó de 5 tratamientos, dos de los cuales se realizaron en suelos no mejorados y tres en suelos mejorados (con tres años de obras de conservación y manejo de suelos).

Los tratamientos aplicados en el suelo no mejorado consistieron en: 1) fertilización con 1 qq/mz de 18-46-0, a la variedad local "Catrachita", siendo esta la tecnología tradicional de la zona; 2) la misma fertilización más la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* (*Rlp*) a la variedad recomendada "Dorado". Los tratamientos 3, 4 y 5, evaluados en el suelo mejorado, consistieron en: 3) la aplicación de 1 qq/mz de 18-46-0 e inoculación con *Rlp* a la variedad Dorado; 4) igual que el anterior más la fertilización con 1 qq/mz adicional de 18-46-0; y 5) igual que en el anterior más una aplicación de pesticidas comple-

mentaria a las realizadas en el resto de los tratamientos.

Antes de la siembra se hizo la aplicación general de 1 qq/mz de 18-46-0 a los tratamientos 1, 2 y 3, y 1 qq/mz adicional del mismo a los tratamientos 4 y 5. La inoculación con *Rlp* a los tratamientos 2, 3, 4 y 5 fue realizada al momento de la siembra aplicándose inoculante en polvo a la semilla.

Durante todo el ciclo del cultivo se utilizó la cantidad y tipo de controles de plagas, enfermedades y malezas tradicionales de la zona, que consiste, en promedio, de una aplicación de pesticidas (fumigación con insecticida y fungicida al mismo tiempo) y dos labores de cultivo (incluyen deshierba y aporque). En la etapa R7 (formación de vainas), se realizó la aplicación adicional de pesticidas al tratamiento 5, para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) durante la época de primera, y de enfermedades foliares causadas por hongos (mancha angular, antracnosis y moho gris) durante la postrera.

Con el objeto de evaluar la respuesta de las variedades a los tratamientos aplicados, se realizaron dos muestreos de plantas. En la etapa R5 (prefloración), aproximadamente 32 días después de la siembra (DDS), se evaluó la nodulación de las variedades bajo los tratamientos en estudio. Para ello se extrajeron las raíces de 10 plantas por parcela, de las que fueron separados los nódulos; los cuales fueron secados a una temperatura de 70°C durante 48 horas para determinar su número y peso seco (NN y PSN). Además, se determinó el peso seco de la parte aérea (PSPA) de las mismas plantas, analizándose también su porcentaje y contenido de N.

Finalmente, en la etapa R9 (madurez fisiológica), se determinó el rendimiento de 100 plantas por parcela.

Se efectuó un análisis económico sobre la rentabilidad del uso de las tecnologías recomendadas para la producción de frijol por época de producción, en comparación a la práctica tradicionalmente empleada por los agricultores. Los costos diferenciales por tratamiento utilizados en el análisis marginal comparati-

¹ Trabajo realizado por el Departamento de Agronomía de Zamorano, con fondos proporcionados por el Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre los Granos en Centroamérica (PRIAG).

² Asistente de Investigación y Jefe del Departamento, respectivamente.

Cuadro 1. Costos diferenciales por tratamiento en la evaluación de prácticas agronómicas recomendadas para la producción de frijol a nivel de finca. Güinope, Honduras, 1994-A.

	Costo/unidad ^z (US\$/kg)	Cantidad (kg/ha)	Valor (US\$/ha)
A. Inoculación			
1. Inoculante	6.78	0.22	1.5
2. Mano de obra US\$	1.87 (día)	0.50 (día)	0.9
B. Tecnología			
1. Agricultor			
a. Semilla	0.65	45	29.2
b. Fertilizante	0.30	64	19.2
2. Recomendada			
a. Semilla	1.00	45	45.0
b. Fertilizante	0.30	128	38.4
c. Insecticida (L)	11.10	0.75	8.3

Tratamientos

	1	2-3	4	5
A. Inoculación				
1. Inoculante	—	1.5	1.5	1.5
2. Mano de obra	—	0.9	0.9	0.9
B. Tecnología				
1. Semilla	29.2	45.0	45.0	45.0
2. Fertilizante	19.2	19.2	38.4	38.4
3. Insecticida	—	—	—	8.3
	48.4	66.6	85.8	94.1

^z Tasa de cambio al 15/5/94: US\$ 1.00 = Lps. 8.11

vo (AMC), fueron calculados utilizando la inoculación y la tecnología de producción (cuadros 1 y 2).

Resultados y Discusión

En la época de primera, se encontró diferencias significativas para todas las variables de nodulación (Cuadro 3). En el suelo no mejorado, todos los promedios obtenidos por el tratamiento 1 (tecnología del agricultor) fueron superiores al tratamiento 2 (variedad mejorada e inoculación en suelo no mejorado); sin embargo, estos fueron inferiores a los alcanzados por los tratamientos 3, 4 y 5 (variedad mejorada e inoculación y otras recomendadas en suelo mejorado). También se encontró diferencias para el porcentaje de N, siendo superiores los promedios obtenidos por los tratamientos 1, 2 y el tratamiento 4. Se encontró diferencias significativas entre los promedios de rendimiento, superando el tratamiento 5 a todos los demás tratamientos, los que no fueron diferentes entre sí. Según el AMC (Cuadro 4), la tecnología del agricul-

tor resultó dominada por todos los demás tratamientos, obteniéndose la mayor Tasa de Retorno Marginal (TRM) con el tratamiento 5 (aplicación de 2 qq/mz de 18-46-0 e inoculación con *Rlp* a la variedad Dorado más una aplicación complementaria de pesticidas, utilizando un suelo mejorado), que fue de 6253% sobre el tratamiento 4 (la misma tecnología, sin la aplicación complementaria de pesticidas).

En la época de postrera, se encontró diferencia significativa en el PSN y PSPN, resultando el tratamiento 2 significativamente inferior al resto de los tratamientos. Los promedios de PSPA y contenido de N de los tratamientos 4 y 5 fueron los más altos, y nuevamente los más bajos los del tratamiento 2. No hubo diferencia significativa para el rendimiento, aunque este fue superior en los tratamientos aplicados en el suelo con mejoras y prácticas recomendadas (tratamientos 4 y 5). En el AMC, los tratamientos 2, 3 y 5 resultaron dominados, obteniéndose una TRM del 912% al cambiar del tratamiento 1 (tecnología del

Cuadro 2. Costos diferenciales por tratamiento en la evaluación de prácticas agronómicas recomendadas para la producción de frijol a nivel de finca. Güinope, Honduras, 1994-B.

	Costo/unidad ^z (US\$/kg)	Cantidad (kg/ha)	Valor (US\$/ha)
A. Inoculación			
1. Inoculante	6.21	0.22	1.4
2. Mano de obra US\$	1.72 (día)	0.5 (día)	0.9
B. Tecnología			
1. Agricultor			
a. Semilla	0.60	45	27.0
b. Fertilizante	0.27	64	17.3
2. Recomendada			
a. Semilla	0.92	45	41.4
b. Fertilizante	0.27	128	34.6
c. Fungicida	26.52	0.25	6.6

Tratamientos

	1	2-3	4	5
A. Inoculación				
1. Inoculante	—	1.4	1.4	1.4
2. Mano de obra	—	0.9	0.9	0.9
B. Tecnología				
1. Semilla	27.0	41.4	41.4	41.4
2. Fertilizante	17.3	17.3	34.6	34.6
3. Fungicida	—	—	—	6.6
	44.3	61.0	78.3	84.9

^z Tasa de cambio al 15/8/94: US\$ 1.00 = Lps. 8.86

Cuadro 3. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco promedio por nódulo (PSPN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de N (N) y rendimiento de grano en la evaluación de prácticas agronómicas recomendadas para la producción de frijol a nivel de finca. Güinope, Honduras, 1994.

Tratamiento	NN (pl)	PSN (mg/pl)	PSPN (mg)	PSPA (g/pl)	N (%)	N (mg/pl)	Rdto. (kg/ha)
Epoca de Primera							
1. Variedad agricultor	42.3	60.0	1.30	5.8	2.66	153	1144
2. Var. recom. + Inoc.	21.0	17.5	0.67	5.9	2.62	156	1198
3. (2) + suelo mejorado	64.2	109.6	1.79	4.3	2.46	105	1430
4. (3) + fert. recom.	68.3	91.9	1.34	4.8	2.58	125	1694
5. (4) + prot. química	50.7	86.3	1.71	5.3	2.37	125	2237
ANDEVA	*	*	**	ns *	ns	**	
DMS (0.05)	30.8	47.6	0.45	—	0.16	—	524
C.V. (%)	19.8	22.8	6.20	20.1	4.25	1.18	21.2
Epoca de postrera							
1. Variedad agricultor	19.5	42.6	2.40	3.1	3.19	100	1762
2. Var. recom. + Inoc.	16.3	23.2	1.44	2.7	3.45	94	1644
3. (2) + suelo mejorado	21.1	50.4	2.56	3.6	3.03	110	1771
4. (3) + fert. recom.	22.6	55.9	2.58	4.5	3.17	142	2209
5. (4) + prot. química	18.7	54.6	3.30	4.4	3.09	136	2112
ANDEVA	ns	*	*	**	ns	**	ns
DMS (0.05)	—	20.3	1.03	0.8	—	15	—
C.V. (%)	12.0	15.5	8.77	14.8	8.26	0.77	20.8

*, ** y ns Significativo al nivel de $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ y no significativo, respectivamente.

Cuadro 4. Análisis marginal comparativo en la evaluación de prácticas agronómicas recomendadas para la producción de frijol a nivel de finca. Güinope, Honduras, 1994.

Tratamiento	Rdto. (kg/ha)	Ing.br. (US \$)	Co Dif	Be Dif	Inc. Co	Inc. Be	TRM%
Epoca de primera^y							
1) Variedad agricultor	1144	1110	48.4	1062	}	18.2	33
2) Var. recom. + Inoc.	1198	1162	66.6	1095			
3) (2) + suelo mejorado	1430	1387	66.6	1320	}	18.2	225
4) (3) + fert. recom.	1694	1643	85.8	1557			
5) (4) + prot. química	2237	2170	94.1	2076	}	19.2	237
Epoca de postrera^z							
1) Variedad agricultor	1762	1357	44.3	1313	}	34	310
2) Var. recom. + Inoc.	1644	1266	61.0	1205 D			
3) (2) + suelo mejorado	1771	1364	61.0	1303 D			
4) (3) + fert. recom.	2209	1701	78.3	1623			
5) (4) + prot. química	2112	1626	84.9	1541 D			
							912

^y Tasa de cambio al 31/9/94: US\$ 1.00 = Lps. 9.04

^z Tasa de cambio al 31/1/95: US\$ 1.00 = Lps. 9.13

agricultor) al 4 (aplicación de 2 qq/mz de 18-46-0 e inoculación con *Rlp* a la variedad Dorado, utilizando un suelo mejorado), que fueron los tratamientos dominantes.

En el análisis combinado se encontró diferencias significativas entre ambas épocas para el NN, PSN y PSPA, siendo mayores en la época de primera; y para el porcentaje de N y rendimiento de grano, que fue mayor en la postrera (Cuadro 5). Todos los promedios de nodulación fueron superiores en los tratamientos 3, 4 y 5. El mayor rendimiento de grano fue obtenido por el tratamiento 5, aunque este no fue diferente al del 4, pero sí al resto de los tratamientos. Únicamente se encontró interacción significativa entre la época de siembra y los tratamientos para el NN, que fue mayor en los tratamientos en el suelo mejorado durante la época de primera, y para el PSPA y contenido de N, que fue superior para los tratamientos 1 y 2, durante la misma época.

Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados obtenidos demuestran incrementos en la productividad y rentabilidad del cultivo del frijol con el uso de las prácticas agronómicas recomenda-

das, incluyendo la inoculación con *Rhizobium*, aplicadas bajo condiciones edáficas que permiten la sostenibilidad de la producción, incrementándose esta respuesta con el aumento del nivel de tecnificación de los paquetes recomendados. Adicionalmente, los resultados sugieren que la respuesta de este cultivo a la inoculación con *Rlp* se encuentra limitada por las condiciones edáficas; y que la nodulación se mejora significativamente en suelos mejorados (mayor productividad del tratamiento 3 versus el 2).

Se recomienda realizar nuevas pruebas de validación en diferentes zonas agroecológicas, incluyendo en los tratamientos el uso de las prácticas de producción del agricultor implementadas en suelos mejorados, con el fin de conformar paquetes tecnológicos de fácil adopción y bajo costo para los agricultores, y que sean específicos según los estratos agroecológicos y socioeconómicos de cada región de producción.

Cuadro 5. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco promedio por nódulo (PSPN), peso seco de la parte aérea (PSPA) y rendimiento de grano en el análisis combinado de la evaluación de prácticas agronómicas recomendadas para la producción de frijol a nivel de finca. Güinope, Honduras, 1994.

Tratamiento	NN (pl)	PSN (mg/pl)	PSPN (mg)	PSPA (g/pl)	N (%)	N (mg/pl)	Rdto. (kg/ha)
Epoca (E)							
Primera	49.3	73.1	1.36	5.2	2.54	133	1600
Postrera	19.6	45.3	2.46	3.7	3.19	116	1899
ANDEVA	**	*	ns	**	**	ns	*
Tratamiento (T)							
1. Variedad agricultor	30.9	51.3	1.85	4.4	2.93	127	1603
2. Var. recom. + inoc.	18.7	20.3	1.05	4.3	3.03	125	1421
3. (2) + suelo mejorado	42.6	80.0	2.18	3.9	2.75	107	1601
4. (3) + fert. recom.	45.5	73.9	1.96	4.7	2.87	133	1951
5. (4) + prot. química	34.7	70.5	2.51	4.8	2.73	130	2174
ANDEVA	**	**	**	ns	*	ns	**
DMS (0.05)	15.0	24.5	0.53	-	0.21	-	380
E x T							
ANDEVA	*	ns	ns	**	ns	**	ns
DMS (0.05)	21.3	-	-	1.2	-	46	-
C.V. (%)	18.2	20.3	7.85	18.8	7.03	1.0	21.1

*, ** y ns Significativo al nivel de $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ y no significativo, respectivamente.

METODOLOGIA PARA LA CRIA DE INSECTOS QUE ATACAN GRANOS ALMACENADOS¹

Valerie F. Wright, Robert B. Mills y Brian J. Willcutts²

Los insectos que atacan granos almacenados pueden ser multiplicados con relativa facilidad. Para propósitos de investigación se debe tener cuidado con el tiempo de establecimiento de la cría y de esta forma evitar una sobrepoblación de las crías sin incidencia de enfermedades y parásitos. Debe darse atención particular a la higiene en el cuarto de cría y debe evitarse la contaminación con otras especies. Los insectos deben tener una rama genética similar, para que puedan ser usados en experimentos científicos. Las condiciones en el cuarto de cría deben ser estandarizadas en términos de temperatura y humedad relativa. El propósito de este documento es describir los procedimientos detallados para la cría controlada de las siguientes especies de insectos que atacan los granos almacenados: *Rhyzopertha dominica*, *Prostephanus truncatus*, *Plodia interpunctella*, *Sitotroga cerealella*, *Tribolium castaneum* y *Trogoderma granarium*.

Consideraciones generales

El cuarto de cría. Debe utilizarse un cuarto cerrado. El cuarto debe ser protegido de fluctuaciones de temperaturas y humedad relativa. Deben mantenerse condiciones adecuadas y constantes de ambiente y una proporción de luz: obscuridad (fotoperíodo) similar al de la región de donde provienen los insectos. El equipo para mantener estas condiciones incluye humidificadores, aire acondicionado y calentadores con mecanismos de control (termostatos). Las condiciones deben monitorearse regularmente con un higrotermógrafo calibrado periódicamente con termómetros y psicrómetros.

Recipientes del cultivo. El recipiente más simple y conveniente para la cría de insectos de almacén son los recipientes de vidrio. De boca ancha con diámetro de 9 cm y con capacidad de 0.5-1 litro, aunque algu-

nas especies requieran de recipientes más grandes. Todos los recipientes de cría son tapados y sellados con una tapadera consistente de tres partes: papel filtro (del tamaño de la tapadera del recipiente), un círculo de saranda tamiz (60 agujeros/pulgada) y un anillo de metal que se enrosca en la boca del recipiente. El tamiz es colocado en la parte interna del anillo de metal y el papel filtro es colocado sobre el tamiz. El tamiz evita el movimiento de adultos y larvas del insecto dentro y fuera del recipiente, mientras que el papel filtro promueve una barrera adicional contra el movimiento de larvas pequeñas y los ácaros. Cada recipiente debe identificarse en su exterior, indicando la especie y la fecha en la que se inició la cría. Esta información puede ser escrita en una etiqueta o directamente sobre la superficie exterior del recipiente o jarro, usando un marcador de punta fina soluble en agua. Este último método de identificación es especialmente conveniente debido a que el etiquetado puede ser removido al lavarlo.

Medio o substrato de cría. Algunos insectos son multiplicados en granos enteros; cualquier grano entero que va a ser usado como substrato debe provenir de un solo cultivo. Cuando se obtiene grano, éste debe identificarse con la fecha de cosecha, la variedad, de donde proviene, y cualquier otra información que sea pertinente. No es conveniente comprar grano de un distribuidor comercial para usar como medio de cría, debido a que un grano no tratado podría haber sido mezclado con grano tratado con insecticida. Es importante conocer el historial del almacenamiento del grano, si el mismo no es obtenido directamente en el campo. Si existe alguna duda acerca de contaminación química en un lote de grano, deberá realizarse un análisis biológico de laboratorio. Para hacer ésto, se agregan 100 insectos adultos de la misma especie a varias muestras de control con grano que esté totalmente descontaminado. Todos los recipientes deben ser preparados el mismo día y ser verificados una semana después para determinar la mortalidad. Si se sospecha que el grano está contaminado, el número de insectos sobrevivientes en esas muestras deberá

¹ Traducido al español y editado por A. García, J. Mejía y R. Espinal, Departamento de Agronomía, Zamorano.

² Profesores Adjuntos del Departamento de Entomología, Kansas State University. V.F. Wright es también Profesor Adjunto del Departamento de Agronomía de Zamorano.

ser significativamente más bajo que en las muestras de control. El grano debe ser esterilizado antes de su almacenamiento colocándolo en un congelador (-20°C) por cuatro días, y luego se transfiere a refrigeración (4°C) hasta que se necesite. Esto evita infestaciones no deseadas en el grano. Cuando el grano se saca del medio de refrigeración, éste debe calentarse a temperatura ambiente por 30 minutos antes de colocar los insectos. El grano que se va a usar para cría debe tener un contenido de humedad adecuado. La mayoría de insectos de almacén se desarrollan en contenidos de humedad del grano de 11-15%. Si el contenido de humedad del grano no es adecuado debe ser ajustado. Si está muy alta, el grano debe ser secado; si está muy baja, se debe adicionar agua al grano de acuerdo a la siguiente formula:

$$\frac{100\% \text{ humedad presente}}{100\% \text{ humedad deseada}} \times \text{lote de grano(g)} - \text{peso de grano} = \text{ml de agua a adicionar}$$

Higiene. Prácticas de higiene adecuadas son esenciales para prevenir la contaminación de las crías por especies no deseadas y la pérdida o infestación de la cría por enfermedades. Las muestras de grano provenientes del campo deben ser refrigeradas inmediatamente después de su evaluación y nunca se deben mezclar los insectos de campo con los de la cría madre, a menos que se sepa que están libres de contaminación. Cualquier equipo necesario para el mantenimiento de los insectos y la cría debe limpiarse y desinfectarse antes de su uso. El equipo debe usarse para una especie solamente y no debe ser utilizado nuevamente (para cualquier especie) hasta que haya sido limpiado y desinfectado. Todo el equipo utilizado para manejar crías de insectos deben ser colocados en un congelador por lo menos durante 24 horas inmediatamente después de su uso. Si no hay disponibilidad de un congelador, la desinfección se hace en un horno a 50°C por 2 horas. No se debe manejar dos especies de la misma familia en un mismo día.

Cuidado y manejo de las especies

Establecimiento de los insectos. El primer paso en el establecimiento de una cría de insectos es obtener adultos de la especie deseada. Se deben mantener registros del origen de los insectos y la fecha de inicio del cultivo. Los adultos deben ser colocados en el recipiente con el substrato de cría apropiado y deben mantenerse aislados de las otras crías, hasta que se

esté seguro de que están libres de parásitos y enfermedades. Cualquier cría que se encuentre contaminada deber ser eliminada. Para poder aumentar la cría, es recomendable que la cría original produzca suficientes adultos para infestar dos recipientes nuevos. De igual manera cada cría de la segunda generación debe producir suficientes individuos para otras dos crías y así sucesivamente.

Mantenimiento de crías contínuas. La actividad fundamental al mantener crías contínuas de insectos es utilizar cada generación de adultos producidos por la cría para comenzar una nueva generación. Sin embargo, la reproducción por adultos deber ser regulada cuidadosamente o la salud de las crías puede peligrar. Aunque la reproducción actual de cada generación es igual, puede ser mantenida en un rango predecible, si ciertas variables se estandarizan. En el caso de insectos de productos almacenados, estas variables incluyen el número y edad de los adultos colocados en las crías nuevas y el tiempo que estos adultos se les permite ovipositar en el nuevo medio o substrato.

Equipo. El siguiente equipo es utilizado en el establecimiento de crías de insectos de almacén:

- Recipientes de vidrio
- Tamices (#6, 10, 16, 18 y 20)
- Malla metálica, Mesh #60
- Aspirador de boca
- Papel filtro
- Termómetros
- Platos petri
- Panas ciegas
- Cinta adhesiva
- Bandejas
- Aceite mineral
- Azafates
- Aspirador para insectos
- Horno
- Aspirador para grano
- Congelador
- Balanza
- Higrotermógrafo
- Contador
- Humificadores
- Calentador
- Psicrómetros
- Medidores de humedad

Rhizopertha dominica (Fabricius) y *Prostephanus truncatus* (Horn). Son dos barrenadores del grano que están estrechamente relacionados. Pueden ser criados en frascos de 1 litro que contengan cerca de 400 g de un substrato apropiado.

El trigo es un excelente substrato para la cría de *Rhizopertha*, no así el maíz, el cual es un excelente substrato para la cría de *Prostephanus*. Para la renovación de las crías de *Rhizopertha* se necesita obtener adultos de 8 semanas de edad de las crías parentales. Procediéndose a la separación de los adultos del grano y la harina utilizando un tamiz o criba estándar #10 y uno #30. Se transfieren 250 adultos a los frascos etiquetados, con su respectivo substrato. Después de 1 semana los adultos ovipositarán en los nuevos frascos, por lo que se procede de nuevo a separar los adultos del substrato utilizando siempre los tamices #10 y 30. Los adultos son descartados y el substrato (que incluye el grano utilizado y la harina que contiene los huevos) son transferidos a un frasco de crianza. *Prostephanus* puede ser criado en algunas variedades de maíces susceptibles, como son las variedades harinosas. Las crías son renovadas cada dos meses mediante la separación de adultos del substrato utilizando un tamiz #6; asimismo, para la separación de los adultos de la harina se utiliza un tamiz #20. Luego cerca de 100 adultos son transferidos en frascos etiquetados que contengan 200 g de maíz, y guardados en el cuarto de cría.

Sitophilus oryzae (Linnaeus) y *Sitophilus zeamais* (Motschulsky). Los gorgojos pueden ser criados en frascos del tamaño de 1 litro que contengan cerca de 400 g del substrato apropiado.

El máximo de adultos aparecen cerca de 6 semanas después de ser transferidos en los frascos. Para la renovación de las crías se necesita obtener adultos de 6 semanas de crianza, los cuales son separados del substrato utilizando tamices #10 y #25. Luego cerca de 250 adultos se transfieren a un nuevo frasco etiquetado y con el substrato apropiado. Cerca de una semana después los adultos ovipositan en el substrato por lo cual se procede a remover los adultos del mismo utilizando siempre los tamices #10 y #25. Los adultos son descartados y el substrato es retornado al frasco de cría. Es de hacer notar que los gorgojos son capaces de subir superficies lisas en posición vertical incluyendo metales o vidrio, por lo cual las bandejas o recipientes que se utilicen para el manejo de esta cría deberán ser revestidos con una delgada capa de resi-

na de flurocarbón (teflón), para prevenir que las crías se escapen.

Tribolium castaneum (Herbst). Un gran número de adultos de este insecto pueden ser criados en una combinación de harina de trigo y 5% de levadura de cerveza; dicha combinación se utiliza tanto en los frascos de cría como en los frascos de oviposición. El objeto de los frascos de oviposición es limitar el número de huevos de los frascos de cría y sobrepoblaciones. Para la preparación de un frasco de oviposición se hace pasar 200 g de la harina combinada a través de un tamiz #50, luego el tamizado es transferido a un frasco de capacidad de 1 litro. Asimismo se colectan 100 adultos de 6 semanas de crianza, utilizando un tamiz #25 y un aspirador. Los adultos son agregados al frasco de oviposición, ya etiquetado, y es colocado en el cuarto de cría por 1 semana. Pasada la semana se separan los adultos, huevos y la harina utilizando un tamiz #25 para recolectar los adultos y un tamiz #50 para recolectar los huevos junto a la harina. Los adultos son descartados y los huevos junto con la harina son transferidos a un nuevo frasco (ya etiquetado) y colocado en el cuarto de cría. La harina del frasco de oviposición puede ser utilizado de nuevo hasta un máximo de 3 veces, después de ser guardada en un congelador por 1 semana. Es de hacer notar que las excretas de *Tribolium* contienen químicos que en grandes concentraciones son inhibidores para la eclosión de los huevos y el desarrollo de las larvas.

Trogoderma granarium (Everts). El substrato de cría a utilizar consiste de una fracción alimenticia de desperdicios que provienen de harinas de los molinos, la cual es tamizada en una criba #20 y combinada con harina de trigo en un 10%. De la mezcla se recolecta 100 g que se guarda en un frasco de 1 litro, y calentado a 70°C por 1 hora. Luego el frasco se deja enfriar, y se agregan entre 50 y 75 parejas de adultos. Los frascos son guardados en una bandeja aceitada en una cámara acimatada a 30°C y 50% de humedad relativa con un regimen de horas luz/horas oscuras de 12/12. Las crías producen pupas hembras y pupas machos en aproximadamente 6 semanas, desde su comienzo. Asimismo, una porción de hembras entran en diapausa bajo estas condiciones, la cual puede ser interrumpida aumentando la temperatura de 35 a 37°C. El empupado comenzará dentro de 1 semana. Para separar las larvas del substrato se utiliza un tamiz

#18, para la separación de las pupas del substrato se utiliza un tamiz #16.

Las pupas son recolectadas mediante un aspirador y sexados por tamaño (hembras son más grandes que los machos), colocándolos en papel filtro y platos petri hasta su posterior utilización. Una cría puede producir aproximadamente 3,000 insectos.

Sitrotoga cerealella (Oliver). Se puede criar en frascos del tamaño de 1 litro que contenga cerca de 400 g de trigo o maíz. Los adultos emergen cerca de 6 semanas después de montadas las crías en los frascos. Para la preparación de nuevas crías se necesita obtener adultos de 6 semanas. La recolección de los adultos se hace colocando los frascos con las crías dentro de una caja de vidrio con mangas, donde el frasco es abierto, y se recolectan los adultos mediante un aspirador. Se necesita cerca de 100 adultos por cada nuevo frasco de cría que se quiera montar, realizándose el traspaso dentro de la caja con mangas para evitar la fuga de los insectos; se debe inmovilizar los adultos con CO₂ antes de transferirlos a nuevos frascos. Etiquetar los frascos nuevos y transferirlos al cuarto de cría; ya que los adultos viven pocos días, no hay necesidad de removerlos. Eliminar las crías viejas una vez que haya evidencia de que las nuevas se han establecido.

Ephestia Cautella (Walker), *Plodia interpunctella* (Hubner) y *Corcyra cephalonica* (Stainton). Para la mayoría de especies de palomillas en granos almacenados, se usan tanto botes de cría como de oviposición. Para preparar un bote de oviposición se colocan 50-100 adultos en un bote de 0.5 litro y cubierta la tapadera con una saranda (20 mesh). Se invierte el bote sobre un plato petri de 9 cm que no posea tapadera. Se sella el plato petri junto con la zaranda (tapadera) del bote con cinta adhesiva. Esto previene que se separen las 2 partes y minimiza el movimiento de los insectos hacia afuera. Terminando estos pasos, se coloca los botes en el área de cría sobre bandejas con una delgada capa de aceite sirviendo de barrera, ya que el período de incubación es de 4-6 días y las larvas pueden con facilidad infestar otras crías. Los adultos ovipositan en el plato petri y al cabo de 3-4 días se mueve el bote de oviposición del área de cría para separar el plato petri de la zaranda (tapadera) del bote. El contenido del plato se vacía en un tamiz (# 40 para *Ephestia* y *Plodia*, # 30 para *Corcyra*) para separar los huevos de las escamas de adultos y otros desechos.

Una buena práctica es desinfectar los huevos para prevenir mohos y ciertas enfermedades; como medio desinfectante se recomienda formalina al 5%. Los huevos son colocados sobre un papel filtro colocado en un embudo con un tapón de goma en el cuello. El embudo está unido a un erlenmeyer de 250 ml. Se agrega la formalina en el embudo dejando reposar los huevos por 20 minutos y luego se lavan con agua destilada, dejando que se sequen. Una vez seco, el papel filtro con los huevos es colocado en el cuarto de cría, teniendo cuidado por que éstos se agrupan después del lavado y se pueden dañar si se remueven. Una vez desinfectados los huevos, se escogen porciones de 36 mg colocándolos en nuevos botes de cría. Cada bote debe poseer una estructura para empupar que esté hecha de cartón corrugado, lo que proporciona sitios de empupado adecuados permitiendo un fácil manejo para la preparación futura de nuevas crías. Una vez llena de pupas, la estructura de empupado del bote de cría es sacada para ser transferida a un bote vacío donde se tapan y se regresan nuevamente al área de cría. Cuando emergen los adultos de la estructura, se inmovilizan con CO₂ y son colocados en botes de oviposición. Existen comportamientos especiales, por ejemplo: *Corcyra cephalonica* no empupa en la estructura, sino que en las paredes del bote, por lo que hay que tener el cuidado de que los adultos emerjan dentro del bote. Después de emergidos se colocan los botes de cría dentro de una caja de vidrio con mangas y éstos son aspirados según el número de adultos requeridos. Finalmente se transfieren estos adultos a un bote de oviposición, siendo necesario anestresarlos con CO₂ cuando se haga la transferencia. La emergencia de *C. cephalonica* puede extenderse por 2 ó 3 semanas; consecuentemente, estructuras de empupado de diferentes botes de cría se requerirán para obtener un suficiente número de adultos. En este caso, los botes de cría no pueden ser descartados hasta que la emergencia de adultos haya ocurrido.

Conclusiones

Cada especie de insectos en granos de almacén tiene diferentes requerimientos, los que pueden variar de una área geográfica a otra. Los insectos de granos almacenados son usualmente más fáciles de criar que insectos de campo y permiten la evaluación y desarrollo de nuevas variedades de granos. Observaciones de estas diferencias ayudarán a producir un gran número de adultos con un ininterrumpido ciclo de cría. Los

técnicos deben ser entrenados para ser observadores y cuidadosos en sus técnicas. Una pobre higiene es la causa más común de los problemas en las crías. Crías con contaminación de ácaros u otras especies de insectos no deben ser usadas para propósitos de investigación. Los ácaros, especialmente del género *Pyemotes*, causan mucho daño, ya que ellos cambian el ciclo del desarrollo y la productividad de los insectos.

Referencias

- BELL, R.J.; WATTERS, F.L. 1982. Environmental factors influencing the development and rate of increase of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) on stored maize. *Journal of Stored Product Research* 18:131-142.
- DOBIE, P. 1977a. Insect resistance in stored maize. *World Crops and Livestock*, September/October.
- DOBIE, P. 1977b. The contribution of the Tropical Stored Products Centre to the study of insect resistance in stored maize. *Tropical Stored Products Information* 34:7-22.
- HOWARD, D.C. 1983. The population biology of the greater grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn). Ph.D. dissertation, University of Reading, England.
- PEDERSEN, J.R.; MILLS, R.B.; WILBUR, D.A. 1977. Manual of grain and cereal product insects. *Grain Science and Industry*. Kansas State University, Manhattan, Kansas.
- STRONG, R.G.; SBUR, D.E.; PARTIDA, G.J. 1967. Rearing stored-product insects for laboratory studies: lesser grain borer, granary weevil, rice weevil, *Sitophilus zeamais*, and Angoumois grain moth. *Journal of Economic Entomology* 60(4):1078-1082.
- STRONG, R.G.; PARTIDA, G.J.; WARNER, D.N. 1968. Rearing stored-product insects for laboratory studies: six species of moths. *Journal of Economic Entomology* 61(5):1237-1249.
- TROPICAL DEVELOPMENT AND RESEARCH INSTITUTE. 1985. Insects and arachnids of tropical stored products, their biology and identification (A training manual). Storage Department, Tropical Development and Research Institute, Slough, Berks, UK.
- UNGSUNANTIWAT, A.; MILLS, R.B. 1979. Influence of medium and physical disturbances during rearing on development and numbers of *Sitophilus* progeny. *Journal of Stored Product Research* 15:37-42.
- USDA-ARS. 1986. Stored-grain insects. United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service, Agriculture Handbook Number 500. Washington, D.C. USA.

PERDIDAS CAUSADAS POR *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) y *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col., Bruchidae) EN CUATRO VARIEDADES DE FRIJOL¹

José R. Espinal², Randall Higgins y Valerie W. de Malo³

Durante el almacenamiento, los granos de las leguminosas son altamente vulnerables al ataque de insectos brúquidos, los cuales pueden consumir hasta un 50% del peso de la semilla (Tyler y Evans, 1981). Los brúquidos *Zabrotes subfasciatus* (gorgojo mexicano o pinto del frijol) y *Acanthoscelides obtectus* (gorgojo común del frijol), son las plagas más importantes del frijol almacenado en Latinoamérica. Los gorgojos del frijol causan pérdidas económicas muy significativas a productores de pequeña escala. Para reducir la intensidad de este problema, debe ser promovido el uso de métodos apropiados de control de brúquidos para agricultores de subsistencia. Oliveira y Sudo (1979) compararon la densidad poblacional de ambas especies cuando atacaban conjuntamente diferentes variedades de frijol cultivadas en Brasil. Van Huis (1991) comparó diferentes métodos alternativos de control de plagas en frijol almacenado. Uno de los métodos más promisorios correspondió a la utilización de genotipos resistentes. El uso de variedades resistentes es más apropiado para productores de pequeña escala, puesto que ellos disponen de escasos recursos económicos y técnicos para adoptar tecnologías más costosas y modernas. En Honduras, diversos estudios han sido realizados para evaluar variedades resistentes de frijol (Rosas *et al.*, 1991; Altamirano, 1992; Rodríguez, 1992). Las pérdidas de peso causadas por densidades específicas de *Z. subfasciatus* a frijoles almacenados han sido raramente estudiadas. Rego *et al.* (1986) en Brasil, y González *et al.* (1986) en Cuba, reportaron pérdidas de peso causadas por este brúquido en diferentes genotipos de *Phaseolus vulgaris*. Sin embargo, en estos estudios no se investigaron densidades poblacionales de la plaga. El objetivo de este estudio fue determinar las pérdidas de peso causadas por densidades establecidas de *Z.*

subfasciatus y *A. obtectus* en diferentes variedades de frijol cultivadas en Honduras.

Materiales y Métodos

Este estudio se realizó del mes de septiembre de 1991 al mes de abril 1992 en el Departamento de Entomología de la Universidad del estado de Kansas. Los insectos usados en este experimento fueron obtenidos de crías parentales provenientes del Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (Citesgran) del Departamento de Agronomía de la EAP. Las variedades de frijol usadas en este ensayo fueron proveídas por el Programa de Investigación en Frijol del Departamento de Agronomía de la EAP. En este experimento se evaluaron tres variedades de frijol rojo: "Catrachita", "Danlí-46" y "Desarrural"; y dos isolíneas, Arcelina⁺¹ y Arcelina-, de la variedad de frijol negro Porrillo-70. La isolínea Arcelina⁺¹ ha demostrado resistencia *Z. subfasciatus*. La isolínea Arcelina- no contiene el factor de resistencia, por lo que fue usada como testigo. Al comienzo del ensayo se identificó cada semilla y se registró su peso inicial (en base seca). Semillas individuales de todas las variedades estudiadas fueron infestadas separadamente con diferentes densidades poblacionales de las dos especies de brúquidos (0, 1, 2, 3 y 4 insectos por semilla). Las semillas se colocaron en cápsulas plásticas debidamente etiquetadas y se ubicaron en un cuarto de cría con condiciones controladas de humedad relativa (68%±2%) y temperatura (27±1°C). Después que el ciclo de vida del insecto fue completado, se removieron todos los desperdicios y desechos y se registró el peso final (base seca) de cada semilla individual para calcular la pérdida de peso. Para este ensayo se utilizó un diseño completamente al azar con 50 tratamientos y 20 repeticiones.

Resultados y Discusión

Pérdidas de peso causadas por Z. subfasciatus. En este estudio, los pesos iniciales (base seca) de las semillas dentro de cada variedad (201 a 240 mg) no fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$). Sin embargo, los

¹ Trabajo realizado en el Departamento de Entomología de la Universidad del Estado de Kansas con apoyo del Departamento de Agronomía de Zamorano.

² Investigador Asociado, Citesgran/Agronomía.

³ Profesor Asociado y Adjunto de la Universidad del Estado de Kansas, Manhattan, Kansas, EUA, respectivamente.

pesos iniciales mostraron diferencias significativas cuando se compararon entre variedades (Cuadro 1). La pérdida de peso más baja causada por insecto individual fue obtenida con una infestación de cuatro insectos por grano en la isolínea Arcelina⁺¹ (0.51 %). Esta pérdida fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$) a las otras variedades (Cuadro 2). De todas las densidades estudiadas y considerando el prome-

dio general, el menor daño lo experimentó la isolínea resistente Arcelina⁺¹ (0.4%). La pérdida de peso acumulada se incrementó a medida que la densidad de infestación aumentó. Nuevamente la isolínea Arcelina⁺¹ experimentó la pérdida de peso acumulada más baja (2.07%) de todas las variedades en estudio (Cuadro 3). Desarrural y Danlí-46 demostraron ser las variedades más susceptibles al ataque de este brú-

Cuadro 1. Pesos iniciales de tres variedades de frijol rojo y dos isolíneas de una variedad de frijol negro previo a su respectivas infestaciones con *Zabrotes subfasciatus*.

Variedad	Densidad (Insectos/semilla)				Promedio
	1	2	3	4	
	Peso inicial (g) ^a				
Danlí-46	0.177 Aa	0.177 Aa	0.177 Aa	0.179 Aa	0.177 A
Desarrural	0.204 Ba	0.200 Ba	0.204 Ba	0.206 Ba	0.203 C
Catrachita	0.241 Ca	0.238 Ca	0.238 Ca	0.244 Ca	0.240 D
Porrillo-70 (Arc-)	0.201 Ba	0.200 Ba	0.203 Ba	0.201 Ba	0.201 C
Porrillo-70 (Arc+1)	0.193 Ba	0.191 Ba	0.195 Ba	0.191 Ba	0.192 B

^a Promedios en cada columna seguidos por letras mayúsculas diferentes son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Promedios en cada fila seguidos por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes ($P > 0.05$).

Cuadro 2. Pérdidas de peso por insecto individual causadas por *Zabrotes subfasciatus* durante su ciclo de desarrollo en diferentes variedades de frijoles cultivadas en Honduras.

Variedad	Densidad (insectos/semilla)				Promedio
	1	2	3	4	
	Promedios de pérdidas de peso/insecto (%) ^a				
Danlí-46	2.61 Ca	2.69 Ba	3.17 Ca	1.58 Ba	2.5 C
Desarrural	2.61 Ca	2.25 Ba	2.65 Ca	1.97 Ba	2.4 C
Catrachita	3.21 Cb	2.05 Bab	1.13 Ba	1.63 Ba	2.0 BC
Porrillo-70 (Arc-)	1.83 Ba	3.01 Bb	1.49 Ba	1.17 Ba	1.9 B
Porrillo-70 (Arc+1)	0.13 Aa	0.26 Aa	0.63 Aa	0.51 Aa	0.4 A

^a Promedios en cada columna seguidos por letras mayúsculas diferentes son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Promedios en cada fila seguidos por diferentes letras minúsculas son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Cuadro 3. Pérdidas de peso acumuladas causadas por diferentes densidades de infestación de *Zabrotes subfasciatus* en tres variedades de frijol rojo cultivadas en Honduras y dos isolíneas de una variedad de frijol negro.

Variedad	Densidad (Insectos/semilla)				Promedio
	1	2	3	4	
	Pérdida de peso acumulada (%) ^a				
Danlí-46	2.61 Ba	5.38 Cb	9.50 Cc	6.33 Cb	6.0 C
Desarrural	2.61 Ba	4.50 BCb	7.96 CC	7.88 Cc	5.7 C
Catrachita	3.21 Ba	4.11 Ba	3.40 Ba	6.55 Cb	4.3 B
Porrillo-70 (Arc-)	1.83 Ba	6.02 Cb	4.49 Bb	4.69 Bb	4.3 B
Porrillo-70 (Arc+1)	0.13 Aa	0.53 Aa	1.91 Aab	2.07 Ab	1.2 A

^a Promedios en cada columna seguidos por letras mayúsculas diferentes son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Promedios en cada fila seguidos por diferentes letras minúsculas son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Cuadro 4. Pesos iniciales de tres variedades de frijol rojo y dos isolíneas de una variedad de frijol negro previo a su respectivas infestaciones con *Acanthoscelides obtectus*.

Variedad	Densidad (Insectos/semilla)				Promedio
	1	2	3	4	
	Peso Inicial (g) ^a				
Catrachita	0.221 Ba	0.214 Aa	0.217 Aa	0.216 Aa	0.217 B
Danlí-46	0.214 Ba	0.210 Aa	0.208 Aa	0.205 Aa	0.210 A
Desarrural	0.198 Aa	0.212 Aa	0.212 Aa	0.211 Aa	0.208 A
Porrillo-70 (Arc+1)	0.213 Ba	0.212 Aa	0.206 Aa	0.209 Aa	0.210 A
Porrillo-70 (Arc-)	0.215 Ba	0.216 Aa	0.201 Aa	0.211 Aa	0.211 AB

^a Promedios en cada columna seguidos por letras mayúsculas diferentes son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Promedios en cada fila seguidos por la misma letra minúscula no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

 Cuadro 5. Pérdidas de peso por insecto individual causadas por *Acanthoscelides obtectus* durante su ciclo de desarrollo en diferentes variedades de frijoles cultivadas en Honduras.

Variedad	Densidad (Insectos/semilla)				Promedio
	1	2	3	4	
	Promedios de pérdidas de peso/insecto (%) ^a				
Danlí-46	10.38 Ba	10.23 Ba	10.40 Ab	9.74 Ba	10.2 C
Catrachita	7.83 Aa	8.81 Ba	8.23 Aa	8.83 Ba	8.4 B
Desarrural	8.73 Aa	9.69 Ba	7.03 Aa	8.29 Ba	8.4 B
Porrillo-70 (Arc+1)	11.56 Ba	9.34 Ba	9.14 Aa	9.48 Ba	9.9 C
Porrillo-70 (Arc-)	8.11 Ab	6.53 Aab	7.96 Ab	6.15 Aa	7.2 A

^a Promedios en cada columna seguidos por letras mayúsculas diferentes son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Promedios en cada fila seguidos por diferentes letras minúsculas son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

 Cuadro 6. Pérdidas de peso acumuladas causadas por diferentes densidades de infestación de *Acanthoscelides obtectus* en tres variedades de frijol rojo cultivadas en Honduras y dos isolíneas de una variedad de frijol negro.

Variedad	Densidad (Insectos/semilla)				Promedio
	1	2	3	4	
	Pérdida de peso acumulado (%) ^a				
Catrachita	7.83 Aa	17.62 Bb	24.70 Bc	35.32 BCd	21.4 B
Danlí-46	10.38 Aa	20.46 Bb	31.21 Cc	38.96 Cd	25.3 C
Desarrural	8.73 Aa	19.38 Bb	21.10 Ab	33.16 Bc	20.6 AB
Porrillo-70 (Arc+1)	11.56 Ba	18.69 Bb	27.42 Bc	37.93 Cd	23.9 BC
Porrillo-70 (Arc-)	8.11 Aa	13.06 Ab	23.90 Bc	24.63 Ac	17.4 A
Promedio/densidad	9.32	17.84	25.67	34.00	

^a Promedios en cada columna seguidos por letras mayúsculas diferentes son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). Promedios en cada fila seguidos por diferentes letras minúsculas son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

quido. Estos resultados son similares a los obtenidos en un estudio realizado por Rosas *et al.* (1991). En dicho estudio se observó que la línea con Arcelina⁺¹ experimentó un menor porcentaje de daño que una variedad susceptible (Danlí-46) y otras isolíneas conteniendo menor cantidad de Arcelina.

Pérdidas de peso causadas por *A. obtectus*. Al igual que con *Z. subfasciatus*, los estudios incluyendo densidades específicas de infestación son muy escasos. En este estudio, los pesos iniciales (base seca) de las semillas fueron similares (Cuadro 4). Contrario a lo que ocurrió con *Z. subfasciatus*, la pérdida de peso por

insecto individual se mantuvo a medida que la densidad de infestación se incrementó. Esto implica que este insecto consume la misma cantidad de grano sin tomar en cuenta la presencia en el grano de otros individuos de la misma especie. Las pérdidas de peso causadas por *A. obtectus* bajo el nivel de infestación más alto fueron superiores a las causadas por *Z. subfasciatus* (34% y 5.5%, respectivamente). Esta situación probablemente se debió al mayor tamaño de *A. obtectus*. Teck (1992) reportó que las hembras de esta especie pesan un promedio de 2.73 mg y los machos un promedio de 2.40 mg. Las hembras de *Z. subfasciatus* tienen un peso promedio de 1.53 mg y los machos 0.75 mg, lo cual sugiere que *A. obtectus* tiene una mayor actividad alimenticia por individuo en cantidad y tiempo. A excepción de Arcelina- y Danlí-46, no se observaron diferencias significativas en términos de pérdidas de peso bajo las diferentes densidades de infestación en cada variedad (Cuadro 5). A medida que la densidad de insectos por semilla aumentó el porcentaje de pérdida de peso acumulada también se incrementó. Arcelina- y Desarrural experimentaron la pérdida de peso más baja (24.63 y 33.16% respectivamente). Las pérdidas de peso mostradas por Desarrural, Catrachita y Arcelina⁺¹ no fueron estadísticamente diferentes. Danlí-46 fue la variedad que experimentó la mayor pérdida de peso (38.96%) (Cuadro 6).

Conclusiones y Recomendaciones

La cantidad de alimento consumido por *Z. subfasciatus* implica que las variedades evaluadas tienen diferentes respuestas al ataque de este insecto. Sin embargo, este insecto consume menos cantidad de alimento para completar su desarrollo cuando hay más insectos de la misma especie presentes en la misma fuente de alimento. *A. obtectus* consume la misma cantidad de alimento sin importar la presencia de otros individuos de la misma especie. En este estudio, los resultados demostraron claramente que la aislínea Arcelina⁺¹ es resistente al ataque de *Z. subfasciatus*, porque experimentó la pérdida de peso más baja de todas las variedades evaluadas. Sin embargo, Arcelina⁺¹ no mostró resistencia al ataque de *A. obtectus*. Esto demuestra la necesidad de evaluar más genotipos para identificar factores de resistencia a esta especie. En Honduras, el uso de variedades que son solamente resistentes a una especie tiene muchas limitaciones porque en la actualidad ambas especies

de brúquidos causan pérdidas de peso significativas al frijol almacenado.

Referencias

- ALTAMIRANO, R.C. 1992. Efecto de Arcelina en la tasa de crecimiento y reproducción de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 72 p.
- GONZALEZ, M.; ROCHE, R.; SIMANCA, M.E.; PLASENCIA, A. 1986. Evaluación de los daños producidos por *Zabrotes subfasciatus* en frijoles almacenados. Ciencias de la Agricultura 27: 71-76.
- OLIVEIRA, A.M.; SUDO, S. 1979. Competition between populations of bean weevils *Zabrotes subfasciatus* Boheman, 1833 and *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 feeding on the same food source (Col., Bruchidae). An. Soc. Entomol. Bras. 8(1): 57-62.
- REGO, A.F.M.; LEO VEIGA, A.F.S.; RODRIGUEZ, Z.A.; DE OLIVEIRA, M.L.; DOS REIS, O.V. 1986. Effect of the incidence of *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera, Bruchidae) on genotypes of *Phaseolus vulgaris* L. An. Soc. Entomol. Bras. 15 (suppl.): 53-68.
- RODRIGUEZ, A. 1992. Evaluación de sistemas de almacenamiento en frijol común para controlar *Zabrotes subfasciatus*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 84 p.
- ROSAS, J.C.; BLISS, F.A. ROBLETO, G.A. 1991. Control de *Zabrotes subfasciatus* en frijol almacenado mediante el uso de Arcelina. Informe Anual de Investigación 3: 1-5. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras.
- TECK, N.M. 1992. Comparación de la biología de *Zabrotes subfasciatus* y *Acanthoscelides obtectus* en grano de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) almacenado. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 73 p.
- TYLER, P.S.; EVANS, N. 1981. A tentative method for detecting resistance to gamma-hch in three bruchid beetles. J. Stored Prod. 17: 131-135.
- VAN HUIS, A. 1992. Biological methods of bruchid control in the tropics: a review. Insect Sci. Applic. 12(1/2/3): 87-102.

POTENCIAL BIOTICO DE *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.: Bostrichidae) DE ACUERDO A LA EPOCA DEL AÑO, SUBSTRATO DE DESARROLLO Y ZONA DE ORIGEN¹

Carolina Cáliz

P*rostephanus truncatus* es una plaga muy importante en granos y alimentos almacenados. Este insecto, comúnmente llamado barrenador grande los granos, pertenece a la familia Bostrichidae la cual cuenta con cerca de 500 especies, la mayoría de ellas distribuidas en el trópico. Los bostrichidos por hábito natural son barrenadores de madera y, usualmente, plagas de árboles forestales. Este barrenador es posiblemente una plaga primaria de madera y en segundo plano de maíz y yuca. Por esta razón debe conocerse primero la ecología del insecto en su ambiente natural y después su interrelación como plaga de almacén (Nang'ayo *et al.*, 1993).

Esta plaga fue introducida accidentalmente en el continente africano a principios de los años 80's. Actualmente se encuentra distribuida en Africa del este y oeste, convirtiéndose en un problema muy importante en maíz y yuca almacenada (Markham *et al.*, 1991). En Tanzania se han reportado pérdidas de peso seco de 17.4% después de 6 meses de almacenamiento y de 41.2% después de ocho meses (Keil, 1988). Sin embargo en Mesoamérica, su lugar de origen, no es una plaga de importancia económica (Wright y Spilman, 1983).

El objetivo de este estudio preliminar es evaluar el potencial biótico de poblaciones de *P. truncatus* de diferentes orígenes geográficos, así como su capacidad de desarrollo en diferentes substratos y el cambio en su capacidad reproductiva en diferentes épocas del año para obtener un mejor entendimiento de la incidencia de esta plaga en tiempo y espacio.

Materiales y métodos

Recolección de insectos. Las recolecciones de adultos vivos de *P. truncatus* fueron realizadas con feromona de agregación T1/T2 en los departamentos El Paraíso (valle de Jamastrán), Yoro y Choluteca. Las trampas son colocadas en árboles para facilitar la lle-

gada de los insectos por medio del viento y son recolectadas 24 horas después. Se cuentan los insectos atrapados y se dividen igualmente para ser colocados en los tres diferentes substratos (maíz, *Quercus* y *Spondias*).

Los insectos son trasladados al laboratorio en botes de vidrio con substrato en el cual se desarrollarán en el período de prueba.

Establecimiento de las pruebas. Las pruebas de oviposición se realizan en harina de maíz, harina de semilla de *Quercus* y harina de madera de *Spondias*. Inmediatamente que los insectos llegan al laboratorio son colocados en platos petri de 9 cm, cada plato con 10 g de harina (un plato para cada harina). Se colocan 10 insectos en cada plato. Los platos petri son colocados de manera que la parte más pequeña sirva para presionar la harina con los insectos en el plato mas grande. Luego se sellan con cinta adhesiva para evitar que los insectos se escapen. Los platos se colocan sobre tapas plásticas o platos petri invertidos, en bandejas de metal o plástico. Las bandejas deben llevar una capa fina de aceite mineral, la cual evita la contaminación dentro y fuera del plato (ej.: hormigas, ácaros y movimiento de *P. truncatus* de una prueba a otra).

Las bandejas se colocan en el cuarto de cría con ambiente controlado a una temperatura de $27 \pm 1^\circ\text{C}$, 70% de humedad relativa (HR) y un fotoperíodo de 12:12 (luz : oscuridad).

Toma de datos. A partir de la fecha de inicio de las pruebas, cada cuatro días se realizan conteos de huevecillos. Para extraer los huevecillos se utiliza el siguiente procedimiento:

- Abrir los platos petri.
- Sacar los 10 insectos que se colocaron inicialmente
- Tamizar la harina utilizando tamiz #50 (la mayoría de la harina debe pasar, por lo cual se hizo la preparación inicial de la harina con el tamiz #60).
- Contar los huevecillos de la harina que queda en el tamiz #50 con ayuda de un estereoscopio.

¹ Trabajo realizado como requisito parcial del autor para optar al título de Ingeniero Agrónomo de Zamorano. Financiado con fondos del Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA).

- Colocar los insectos en substrato nuevo y dejar huevecillos en la harina que quedó después de tamizar.
- Sellar de nuevo los platos y colocarlos en el cuarto de cría.
- Los huevecillos son dejados en la harina por 30 días y luego se cuentan los insectos emergidos.

Resultados y discusión

En los cuadros 1, 2 y 3 se encuentran los promedios de huevos/hembra/día de las tres poblaciones evaluadas, obtenidos de las revisiones de los meses de septiembre, octubre y noviembre de 1994.

Las oviposiciones después de un mes, en los 3 tipos de harina, resultaron en un promedio mayor de

Cuadro 1. Promedio de huevos/hembra/día de una población de *Prostephanus truncatus* proveniente de Jamastrán y usando maíz como substrato de desarrollo.

Rep	Revisiones (No. de días)										Total
	4	8	12	16	21	25	29	33	38	42	
Huevos/hembra/día											
1	—	0.25	2.28	3.64	4.53	3.06	2.70	0.45	1.07	2.82	20.80
2	—	2.80	5.45	3.60	4.75	2.96	3.56	1.75	3.37	3.30	31.54
3	0.43	1.00	2.12	1.41	3.82	2.86	1.33	0.41	0.50	1.00	14.88
4	0.14	0.71	2.14	4.46	4.92	3.42	0.39	2.50	0.64	3.00	22.32
5	—	1.41	3.66	3.32	4.07	3.60	1.54	0.75	1.20	1.70	21.25
Tot	0.57	6.17	15.65	16.43	22.09	15.90	9.52	5.86	6.78	11.82	110.79

Cuadro 2. Promedio de huevos/hembra/día de una población de *Prostephanus truncatus* proveniente de Cholulteca y usando maíz como substrato de desarrollo.

Rep	Revisiones (No. de días)										Total
	4	8	12	16	21	25	29	33	38	42	
Huevos/hembra/día											
1	—	0.35	0.65	2.15	0.20	2.06	2.37	6.30	1.90	2.65	18.63
2	—	1.25	1.20	1.65	1.32	1.40	2.10	1.60	1.52	0.75	12.79
3	—	0.12	1.25	0.62	2.04	2.80	1.62	3.37	3.00	1.91	16.73
4	—	0.34	0.93	1.12	0.74	1.57	0.33	0.58	0.60	1.65	7.86
Tot	—	2.06	4.03	5.54	4.30	7.83	6.42	11.85	7.02	6.92	56.01

Cuadro 3. Promedio de huevos/hembra/día de una población de *Prostephanus truncatus* proveniente de Yoro y usando maíz como substrato de desarrollo.

Rep	Revisiones (No. de días)										Total
	4	8	12	16	21	25	29	33	38	42	
Huevos/hembra/día											
1	0.12	0.83	1.81	1.20	0.81	1.18	0.75	0.68	1.85	2.93	12.16
2	—	1.32	3.17	0.85	1.29	1.15	1.40	0.43	2.40	1.58	13.59
3	—	0.45	0.60	0.35	1.66	0.75	—	1.00	4.60	0.25	9.66
4	—	1.04	2.54	2.66	2.37	0.82	1.29	0.66	2.80	1.41	15.59
5	0.28	1.96	2.75	2.05	3.89	1.78	0.96	0.28	1.82	1.28	17.05
6	—	1.00	0.62	1.66	1.12	1.04	1.08	—	1.60	0.79	8.91
Tot	0.40	6.60	11.49	8.77	11.14	6.72	5.48	3.05	15.07	8.24	76.96

huevos/hembra/día en harina de maíz, seguida por harina de *Quercus*. En harina de madera de *Spondias* no hubo ninguna oviposición en ninguna de las revisiones.

La población que mostró mayor promedio de huevos/hembra/día total en substrato de harina de maíz fue la recolectada en Jamastrán con 11.07, seguida de Yoro con 7.69 y Choluteca con 5.60. Probablemente ello se debió a que en el valle de Jamastrán la producción de maíz es mucho mayor que la de Choluteca y Yoro.

Conclusiones y recomendaciones

Mediante la metodología de investigación usada en este ensayo se pueden evaluar diferentes poblaciones de *P. truncatus* provenientes directamente del campo. Con la estandarización de esta metodología se pueden hacer evaluaciones con diferentes substratos de desarrollo, siempre que éste sea en forma de harina. El comportamiento de la plaga tal vez no sea el mismo que en el campo, pero al menos se establecen comparaciones cuantificables de diferentes poblaciones.

Estos resultados sugieren que la harina de maíz es el mejor substrato para desarrollo de *P. truncatus* y la población con mayor potencial de reproducción es la de Jamastrán. De acuerdo a los resultados preliminares obtenidos, en Jamastrán deben establecerse evaluaciones agroecológicas y realizar sondeos sobre prácticas culturales para fijar las bases de un manejo integrado de esta plaga.

Referencias

- KEIL, H. 1988. Losses caused by the larger grain borer in farm stored maize. In: Technical papers from the Workshop on the Containment and Control of the Larger Grain Borer, Arusha, Tanzania 16-21 May 1988. Scholten, G. and Toet, A. (Eds.) pp. 28-52. FAO, Rome.
- MARKHAM, R.; WRIGHT, V.; RIOS, R. 1991. A selective review of research on *Prostephanus truncatus* (Col.:Bostrichidae) with an annotated and updated bibliography, CEIBA 32:1-90.
- NANG'AYO, F.L.; HILL, M.G.; CHANDI, E.A.; CHIRO, C.T.; NZEVE, D.N.; OBIERO, J. 1993. The natural environment as a reservoir for the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.:Bostrichidae) in Kenya.
- WRIGHT, V.F.; SPILMAN, T.J. 1983. An annotated bibliography on *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col.:Bostrichidae): A pest of stored grain. Tropical Stored Product Information 46:25-30.

Resultados y discusión

Al cabo de los 13 DDS en la variedad temprana de Oriente, el tratamiento de acondicionamiento mátrico solo (AM) obtuvo un 56% de emergencia, significativamente superior al Control (42%). El tiempo a 50% de emergencia (T_{50}) fue alcanzado en 2.7 días antes en el AM que en el Control (Figura 1). Los resultados en esta variedad demuestran que el acondicionamiento mátrico resultó en mayor uniformidad en la edad de las plantas y un mayor porcentaje de emergencia. El tratamiento con los pesticidas (Agri-mycin y Marshal) se comportaron similar al control, mientras que el AMK fue ligeramente superior.

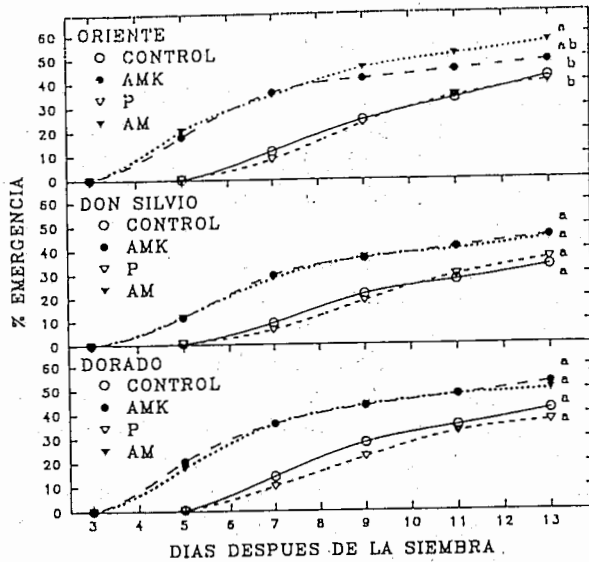


Figura 1. Porcentaje de emergencia de tres variedades de frijol bajo diferentes tratamientos de la semilla previo a la siembra. Los valores son promedios de 4 repeticiones. Promedios a los 13 DDS seguidos de la misma letra no difieren significativamente por la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

En las variedades intermedia, Don Silvio, y tardía, Dorado, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a porcentaje de emergencia. Sin embargo, en los dos tratamientos con el acondicionamiento mátrico (AMK y AM) se redujo el T_{50} en 1.8 y 2.3 días, respectivamente. Según muestra la Figura 1, la emergencia de las plantas en los tratamientos con el acondicionamiento mátrico fue más rápido y más uniforme que los tratamientos sin acondicionamiento (Control y P). Estos tratamientos pueden ayudar al agricultor durante las siembras de pos-trera ya que las plantas emergen rápidamente y podrán utilizar la humedad almacenada en el suelo.

En términos de rendimiento, esta ventaja inicial no tuvo efecto en el rendimiento final (Cuadro 1). En este experimento las semillas se sembraron en un suelo relativamente seco y a los 5, 7 y 11 DDS había llovido, esta precipitación pudo haber contribuido a que las semillas de los tratamientos sin acondicionamiento (CON y P) tuvieran suficiente humedad para emerger (Figura 1). Al final de la temporada no hubo diferencias significativas entre el número de plantas por parcela, mostrando así que todos los tratamientos obtuvieron buena germinación inicial.

Cuadro 1. Comparación de los rendimientos (kg/ha) de tres cultivares de frijol tratados con acondicionamiento mátrico solo (AM), acondicionamiento mátrico con Kodiak (AMK), los pesticidas Agri-mycin y Marshal (P) y el control (CON).

Tratam	Oriente	Tratam	Don Silvio	Tratam	Dorado
P	3450 a ¹	AMK	2708 a	P	2748 a
CON	2834 a	P	2688 a	AM	2729 a
AMK	2420 a	CON	2435 a	CON	2425 a
AM	2096 a	AM	2205 a	AMK	2369 a

¹ Los valores seguidos por la misma letra dentro de una misma columna no son diferentes a P0.05 por el test de separación de Duncan.

En resumen, se pudo observar que el acondicionamiento mátrico mejoró la uniformidad y porcentaje de emergencia, especialmente en Oriente (variedad temprana), pero esta ventaja no fue lo suficiente para lograr mayor rendimiento al final de la temporada.

Referencias

- HARMAN, G.E.; TAYLOR, A.G. 1988. Improved seedling emergence by integration of biological controls agents at favorable pH levels with solid matrix priming. *Phytopathology* 78:520-525.
- KHAN, A.A. 1990. Matricconditioning of seeds to improve emergence. *Proceedings of the Symposium on Stand Establishment of Horticultural Crops*. Minneapolis, Minnesota, 19-40.
- KHAN, A.A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. *Hort. Rev.* 13:131-181.
- KHAN, A.A.; ABAWI, G.S.; MAGUIRE, J.D. 1992. Integrating matricconditioning and fungicidal treatments of table beet seed to improve stand establishment and yield. *Crop Sci.* 32:231-237.
- KHAN, A.A.; MAGUIRE, J.D.; ABAWI, G.S.; ILYAS, S. 1992. Matricconditioning of vegetable seeds to improve stand establishment in early field plantings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117(1):41-47.
- PTASZNIK, W.; KHAN, A.A. 1993. Retaining the benefits of matricconditioning by controlled drying of snap bean seeds. *HortScience* 28(10):1027-1030.

EFECTO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO SOBRE LA ALTURA Y LONGEVIDAD DE PLANTAS DE POINSETIA (*Euphorbia pulcherrima* Willd)¹

Lurvin Ventura, César Zepeda, Wilfredo Colón y Daniel Kaegi²

La poinsetia ha sido considerada como un símbolo navideño desde hace muchas décadas; en Honduras su demanda se concentra en el mes de diciembre, siendo esta de aproximadamente 20,000 maceteros de 6" para la ciudad de Tegucigalpa (Petersen, 1994).

Bajo las condiciones de altas temperaturas (>30°C) en el Zamorano, la poinsetia alcanza alturas desproporcionales comparadas con el tamaño del macetero comercialmente usado (6"), resultando en plantas altas, con ramas débiles y de delicado manejo durante el transporte. Con el uso de reguladores de crecimiento se pueden producir plantas compactas, con entrenudos más cortos (Nelson, 1988), con una altura acorde al macetero y de ramas más rígidas (Giafagna, 1987), y sobre todo que sea resistente durante su transporte y no se dañe con facilidad.

El objetivo de este trabajo era identificar el mejor regulador de crecimiento con la mejor dosis y precio de aplicación para la producción de poinsetias en el Departamento de Horticultura, Escuela Agrícola Panamericana.

Materiales y Métodos

Este estudio se llevó a cabo con el cultivar "Gross Supjibi", que es un cultivar de floración temprana, con brácteas rojas, anchas y gruesas, de crecimiento bajo a mediano y que tolera temperaturas de 28-30°C (Ecke *et al.*, 1990). Los esquejes utilizados en este estudio se obtuvieron el 22 de julio de 1994 de la plantación madre de poinsetias de la Sección de Propagación de Plantas del Departamento de Horticultura. Los esquejes se trataron con Hormodin (ácido indol-3-acético), se pusieron en Jiffy 7 para su enraizamiento, y se colocaron dentro de un invernadero de vidrio provisto de un sistema de riego con nebulizadores intermitentes para mantener la turgencia de las hojas y favorecer el enraizamiento.

El 8 de agosto, 17 días después de iniciar el enraizamiento, se trasplantaron los esquejes a maceteros plásticos de 6" ubicados en un invernadero tipo 'Quonsent' con un sarán de 73% de sombra, colocando sólo un esqueje por macetero. A los 23 días después del trasplante se podaron los puntos de crecimiento (pinchado) para eliminar la dominancia apical de las plantas y favorecer una mayor ramificación al dejar 6 yemas en el tallo principal.

Desde la fecha de trasplante hasta una semana antes de la venta (24 de noviembre), se realizaron fertilizaciones semanales con el fertilizante soluble en agua Peters (20-20-20), a razón de aproximadamente 250 ppm de N. Desde la fecha de trasplante hasta la fecha de venta se tomaron datos diarios de temperatura máxima y mínima, dentro y fuera del invernadero.

En el estudio se evaluaron el efecto de 3 productos reguladores de crecimiento: A-Rest (ancymidol), B-Nine (daminozide) y Cycocel (chlormequat). Los tratamientos consistieron en 3 dosis de cada producto aplicados en 2 formas diferentes: asperjado al follaje y humedeciendo el medio de crecimiento en el macetero.

Los tratamientos se aplicaron en 2 diferentes fechas. La primera se hizo el 14 de septiembre, 14 días después de pinchadas las plantas y cuando los brotes tenían aproximadamente 5.5 cm de longitud, y la segunda el 21 de septiembre, 7 días después de la primera aplicación y 21 días después de pinchadas.

Esta investigación se dividió en 2 etapas; en la primera etapa se buscó encontrar el regulador de crecimiento y dosis con el cual se obtuvieran una altura de planta adecuada al tamaño del macetero, que según Wilfret (1993) es de 28 a 33 cm desde el borde del macetero para un macetero de 6". Después del pinchado, durante la imposición de los tratamientos y hasta el día de su venta, se midió semanalmente la altura de las plantas desde el borde del macetero hasta el ápice superior.

La segunda etapa consistió en evaluar la longevidad de los mejores tratamientos en condiciones de interior, o sea aquellos tratamientos con los cuales se

¹ Trabajo realizado como requisito parcial del primer autor para optar el título de Ingeniero Agrónomo de Zamorano.

² Estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica y Profesores Asociados de Horticultura, Agronomía y Economía Agrícola, respectivamente.

había logrado una altura adecuada de la planta. Para esto se contó el número de hojas verdes, el número de brácteas (hojas modificadas), el número de hojas totales y el número de ciatios (estructura floral) al momento de la venta y al 22 de diciembre.

En la primera etapa del experimento se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar y en la segunda un diseño completamente al azar. Los datos recolectados se analizaron estadísticamente utilizando regresión.

Resultados y Discusión

De todos los tratamientos aplicados, se obtuvo una altura de planta adecuada para el tamaño del macetero con: A-Rest aplicado en aspersión a 33 y 66 ppm, B-Nine aplicado como humedecedor a 2500, 3000 y 3500 ppm y en forma de aspersión a 2000 ppm, y Cycocel aplicado como humedecedor a 3000 y 3500 ppm y en forma de aspersión a 1000 y 1500 ppm. En general, según el análisis de regresión, A-Rest aplicado en cualquiera de las 2 formas es el producto que con mayor confianza podríamos utilizar a diferentes dosis según el tamaño de planta deseada (Figura 1), seguido por Cycocel, el cual lo podemos utilizar para el mismo propósito (Figura 2). La altura del tratamiento control fue menor que la encontrada por Fernández (1994); esta diferencia se debe a que las temperaturas máximas dentro del invernadero fueron menores en este estudio que durante el período del experimento de Fernández. Además, en este caso las plantas esta-

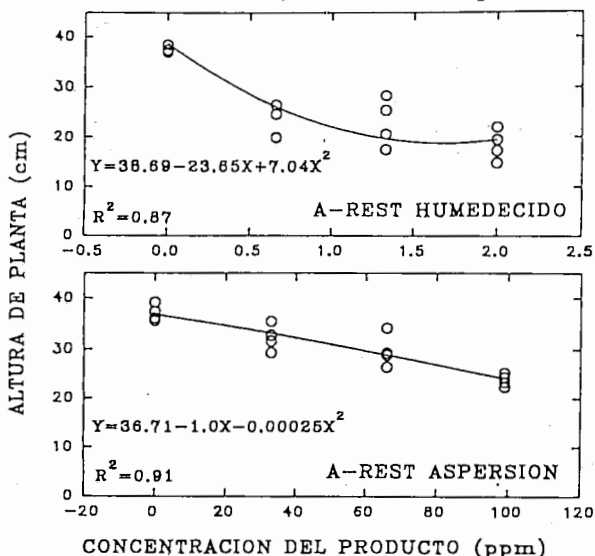


Figura 1. Altura de planta de poinsetia a diferentes concentraciones de A-Rest. Los valores son de promedios de 4 repeticiones.

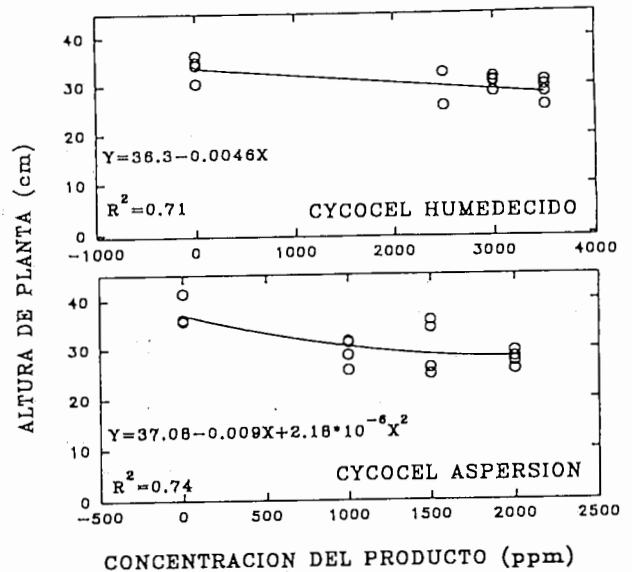


Figura 2. Altura de planta de poinsetia a diferentes concentraciones de Cycocel. Los valores son de promedios de 4 repeticiones.

ban colocadas a la distancia recomendada por el productor, lo que no ocurrió en el estudio anterior, cuyo espacio fue más reducido causando una elongación de los entrenudos (Fernández, 1994).

Con relación a la longevidad de los tratamientos en condiciones de interior, el tratamiento control fue el que retuvo la mayor cantidad de hojas verdes, brácteas y hojas totales al 22 de diciembre. Cycocel aplicado al follaje a razón de 1500 ppm no presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) con el control, lo que nos lleva a concluir que este tratamiento es el mejor en cuanto a la retención de ciatios, hojas verdes y brácteas.

En términos económicos, el tratamiento de Cycocel aplicado en forma de aspersión a razón de 1500 ppm, es el tratamiento más rentable por ser el que menos aumento en costo por planta ocasiona. En primer lugar las aplicaciones por aspersión son menos costosas que las aplicaciones de humedecimiento (Lps. 0.00093 versus Lps. 0.0084 por planta respectivamente), y en segundo lugar el costo del producto por planta es de sólo Lps. 0.20, el cual es menor al compararlo con otras concentraciones y la otra forma de aplicación de Cycocel, y con las diferentes concentraciones y formas de aplicación de los otros productos.

Según Peterson (1994), el costo de producción convencional de las pascuas es de Lps. 13.22 por macetero de 6". Con la aplicación de Cycocel en forma

de aspersión a razón de 1500 ppm el costo de producción se incrementa a Lps. 13.42. El precio de venta de estos maceteros en la temporada de 1994 fue de Lps. 25.00 (Velásquez, comunicación personal), obteniéndose una rentabilidad de 86% por macetero vendido.

En conclusión, bajo las condiciones del Zamorano se recomienda hacer dos aplicaciones de Cycocel al follaje en forma de aspersión a razón de 1100 ppm.

Referencias

- ECKE, P.; MATKIN, A.; HARTLEY, D. 1990. The Poinsettia Manual. Third Edition. U.S.A. California, Paul Ecke Poinsettia, Encinitas. 276p.
- FERNNDEZ, F. 1994. Efecto de la manipulación del fotoperíodo en la inducción floral de pascua (*Euphorbia pulcherrima* Willd). Tesis de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 53p.
- GIANFAGNA, T. 1987. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. En Plant hormones and their role in plant growth and development. Ed. Davies, P. J., USA, MNP. p.614-635.
- PETERSEN, E. 1994. Estudio de factibilidad para la producción de planta de pascua en flor (*Euphorbia pulcherrima*) en maceteros de plástico en la Escuela Agrícola Panamericana. Tesis de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 169p.
- WILFRET, G. 1993. Comparative Effect of Growth Regulators on Poinsettia. Proc. Fla. State. Hort. Soc. 106:294-297.

EFECTO DEL TRATAMIENTO CON INSECTICIDA A LA SEMILLA DE MAÍZ Y SORGO EN LA SIEMBRA MECÁNICA¹

David Moreira y Rogello Trabanino²

La presencia de plagas en el suelo puede afectar la germinación y emergencia de las plántulas, como el establecimiento de las mismas en las primeras etapas de crecimiento, reduciendo los rendimientos. Para corregir este problema se requiere el tratamiento de las semillas con insecticidas para protegerlas del ataque de insectos.

El uso de estos insecticidas aplicados a la semilla afectan la calibración de la sembradora al momento de siembra reduciendo la densidad total de plantas en el campo, debido al aumento de la fricción causada por el polvo del producto, teniendo que aumentarse la cantidad de semillas o utilizar productos como talcos y grafitos para reducir la fricción de la misma.

Con base en lo anterior, las secciones de producción de los Departamentos de Agronomía y Protección Vegetal realizaron un estudio preliminar, el cual sirvió de laboratorio de aprendizaje a los estudiantes y personal técnico de las secciones, para determinar el porcentaje de reducción de las cantidades de semilla tratada con insecticida al momento de la siembra mecánica.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), ubicada en el valle de El Zamorano, utilizando dos insecticidas, Gaucho (imidoprid) 100 g/50 lb de semilla, y Promet (furateriocars), 0.5 l/50 lb de semilla; dos tipos de semillas, maíz y sorgo; y una sembradora de precisión (Kinze) de cuatro tolvas.

Los tratamientos en estudio fueron: semilla sola (testigo), semilla con Gaucho + agua, semilla con Gaucho solo, y semilla con Promet.

El estudio se realizó en la sección de Maquinaria Agrícola, calibrando la sembradora a una densidad de 50,000 plantas/ha para maíz y 250,000 plantas/ha

para sorgo, equivalente a 45 y 225 semillas por nueve metros cuadrados, respectivamente.

El tratamiento a las semillas se realizó manualmente utilizando un tambo tratador para una buena distribución del insecticida. Se utilizó la cantidad de 200 cc agua para el tratamiento de Gaucho con agua.

Se utilizó 10 repeticiones por cada tratamiento, contándose el número de semillas por 9 m², equivalente a cuatro tolvas por 0.9 m de separación entre cada una por 10 m lineales.

Resultados y discusión

Maíz. El Cuadro 1 presenta los promedios de semilla del cultivo de maíz por cada tratamiento obtenidos en el experimento. Tomándose en cuenta la calibración del fabricante de 45 semillas/9m², se observa que el tratamiento 1 obtuvo un promedio de 42 semillas equivalente a un 7% menor a la calibración del fabricante, pudiéndose deber a problemas de limpieza y engrase de la sembradora.

Cuadro 1. Efectos de tratamientos a la semilla en el número de semillas de maíz por 9 m². El Zamorano, 1994.

Repeticiones	Testigo	Gaucho (+ agua)	Gaucho (- agua)	Promet
1	43	35	41	16
2	41	35	39	14
3	40	34	36	18
4	43	37	35	21
5	45	42	40	20
6	41	40	40	22
7	36	40	38	30
8	45	45	43	27
9	46	43	40	20
10	40	38	36	13
Promedios	42	38.9	38.8	20.1

Para el tratamiento 2 y 3 el número de semillas fue de 38.9 y 38.8, respectivamente, observándose una diferencia mínima entre los dos tratamientos, equivalente a un 13.5% de diferencia con la calibración del fabricante, que debe de ser tomado en cuenta para evitar reducciones en las densidades. Notándose que

1 Trabajo realizado por la Sección de Producción del Departamento de Agronomía de Zamorano.

2 Encargados de producción de los departamentos de Agronomía y Protección Vegetal, respectivamente.

no hay diferencia en utilizar o no agua con el producto.

En el tratamiento 4 el número de semillas fue de 20.1, encontrándose un 55% de diferencia con la calibración del fabricante, la mayor del experimento, debido principalmente a la viscosidad del producto utilizado, con relación al otro.

Sorgo: El Cuadro 2 presenta los promedios de semilla del cultivo de sorgo por cada tratamiento obtenidos en el experimento. Tomándose en cuenta la calibración del fabricante de 225 semillas/9m², se observó que el tratamiento 1 obtuvo un promedio de 217.9 semillas, equivalente a un 3.15% menor a la calibración del fabricante, pudiéndose deber igual que en el maíz, a problemas de limpieza y engrase de la sembradora.

Cuadro 2. Efectos de tratamientos a la semilla en el número de semillas de sorgo por 9 m². El Zamorano, 1994.

Repeticiones	Testigo	Gaicho	Gaicho	Promet
		(+agua)	(-agua)	
1	210	173	165	60
2	214	155	167	83
3	215	182	174	80
4	215	185	172	68
5	210	155	189	55
6	230	167	180	53
7	222	175	187	47
8	215	187	180	49
9	236	172	190	45
10	212	185	180	33
Promedios	217.9	173.6	178.4	57.3

Para el tratamiento 2 y 3 el número de semillas fue de 173.69 y 178.4, respectivamente, observándose una diferencia de cinco semillas entre los dos tratamientos, equivalente a un 20.71 y 22.84% de diferencia con la calibración del fabricante, que debe de ser tomado en cuenta para evitar reducciones en las densidades.

En el tratamiento 4, el número de semilla fue de 57.3, encontrándose un 74.53% de diferencia con la calibración del fabricante, mayor que la del cultivo del maíz, debido a la formación de agregados de la semilla causados por la alta viscosidad del producto utilizado.

Conclusiones

Maíz:

- Se encontró una diferencia del número de semillas entre los insecticidas en estudio debido principalmente a la viscosidad de los productos utilizados.
- El porcentaje de aumento en los tratamientos 2 y 3 (13.5%) en la densidad de las semillas es menor comparados con el tratamiento 4 (55%).
- Se pueden utilizar los tratamientos 2 ó 3 en las siembras mecánicas, y el tratamiento 4 en las siembra manuales.

Sorgo:

- Se encontró una mayor diferencia del número de semillas en el cultivo de sorgo entre los dos insecticidas en el estudio.
- El tratamiento 4, debido tanto a la viscosidad del producto como a la formación de agregados de la sémilla, obtuvo un alto porcentaje de disminución del número de semillas (74.53%).
- Debe utilizarse los tratamientos 2 y 3 para siembras mecánicas, tomando en cuenta el aumento de densidad de 20.71 y 22.84% respectivamente, y el tratamiento 4 en siembras manuales.

Recomendaciones

- Debido a la eficiencia de los insecticidas aplicados a la semilla para el control de plagas de suelo, es recomendable tomar en cuenta los aumentos en porcentajes en la calibración de la máquina, especialmente de los tratamientos 2 y 3 para el momento de la siembra.
- Hacer uso de un tambo mezclador para la aplicación de los insecticidas a la semilla y una buena distribución del mismo.
- Revisar el armado, engrase y limpieza de la máquina sembradora antes de la calibración para evitar grandes diferencias al momento de utilizar semilla tratada.
- Utilizar el insecticida Promet tratado a la semilla cuando se realicen siembras manuales, por el alto porcentaje de reducción en el número de semillas.
- En un futuro, se recomienda planificar nuevos experimentos a partir de estos datos, tomando en cuenta la parte económica y haciendo uso de productos que disminuyan la viscosidad del insecticida, como talcos y grafitos.

RESPUESTA DEL FRIJOL A LA INOCULACION CON *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* A NIVEL DE FINCA¹

Aracely Castro y Juan C. Rosas²

Con el fin de evaluar el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* (*Rlp*) sobre el rendimiento del frijol común a nivel de finca, y de comparar la respuesta agroeconómica al empleo de prácticas recomendadas con la obtenida por los agricultores al usar su tecnología tradicional, en lotes con y sin inoculación con *Rlp*, se condujeron dos ensayos bajo condiciones de finca en la región centro-oriental de Honduras, durante las épocas de primera y postrera de 1994.

Materiales y métodos

Los ensayos se llevaron a cabo en las localidades de Morocelí y San Francisco, del 14 de junio (primera siembra) al 28 de septiembre (última cosecha), durante la época de primera, y del 23 de septiembre (primera siembra) al 30 de diciembre (última cosecha), durante la de postrera.

El diseño experimental empleado fue parcelas divididas con cuatro repeticiones por localidad. Cada repetición incluyó cuatro tratamientos que consistían en parcelas con y sin inoculación con *Rlp* (parcela principal) y dos tipos de prácticas agronómicas (subparcela). Estas prácticas fueron la tecnología tradicional del agricultor, consistente en la siembra de variedades locales ("Chile" en Morocelí y "Catrachita" en San Francisco) y fertilización con 1 qq/mz (65 kg/ha) de 18-46-0; y la tecnología recomendada, equivalente al uso de una variedad mejorada ("Dorado"), fertilización con 2 qq/mz (130 kg/ha) de 18-46-0 y aplicación de insecticida al suelo antes de la siembra.

La parcela experimental consistió en 12 surcos de 10.0 m de largo y 0.5 m de ancho, con un distanciamiento de 0.1 m entre plantas. Las repeticiones estuvieron separadas por surcos dobles de maíz variedad HPB.

Antes de la siembra se hizo la fertilización con 1 y 2 qq/mz de 18-46-0, en las parcelas con tecnología tradicional y recomendada, respectivamente; en esta última, también se realizó la aplicación de 10 kg/ha del insecticida Counter (terbufos).

El tratamiento de inoculación con *Rlp* fue establecido al momento de la siembra, aplicando a la semilla un inoculante compuesto por las cepas CR 477 y KIM 5, en las parcelas correspondientes.

Durante todo el ciclo del cultivo se procuró un control adecuado de plagas, enfermedades y malezas, con el fin de disminuir su efecto sobre los resultados.

Con el objeto de evaluar la respuesta de las variedades a los tratamientos aplicados, se realizaron dos muestreos de plantas. En la etapa R5 (prefloración), se evaluó el efecto de la inoculación sobre la habilidad noduladora de las variedades. Para ello se extrajeron las raíces de 10 plantas por parcela, de las que fueron separados los nódulos; los cuales fueron secados a una temperatura de 70°C durante 48 horas para determinar su número y peso seco (NN y PSN). Además, se determinó el peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de N de las mismas plantas muestreadas. Finalmente, en la etapa R9 (madurez fisiológica), se determinó el rendimiento de 100 plantas por parcela.

Se realizó un análisis económico sobre la rentabilidad del uso de cada tratamiento en la producción de frijol por localidad y por época de siembra. Los costos diferenciales por tratamiento utilizados en el análisis marginal comparativo (AMC), fueron calculados utilizando la inoculación y las prácticas agronómicas (cuadros 1 y 2).

Resultados y discusión

En la localidad de Morocelí, durante la época de primera, se encontró diferencias significativas para el PSN, que fue mayor cuando no hubo inoculación con *Rlp*, y para el PSPA, porcentaje y contenido de N, que fueron mayores cuando se aplicó inoculante (Cuadro 3). Todos los promedios de nodulación fueron significativamente superiores al utilizar la tecnología recomendada, mientras que el PSPA y el conte-

¹ Trabajo realizado por el Departamento de Agronomía de Zamorano, con fondos proporcionados por COSUDE a través del Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y El Caribe (ProFrijol).

² Asistente de Investigación y Jefe del Departamento, respectivamente.

Cuadro 1. Costos diferenciales por tratamiento en evaluaciones de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium* a nivel de finca. Honduras, 1994-A.

	Costo/unidad ^z (US\$/kg)	Cantidad (kg/ha)	Valor (US\$/ha)
A. Inoculación			
1. Inoculante	6.78	0.22	1.5
2. Mano de obra US\$	1.87 (día)	0.5 (día)	0.9
B. Tecnología			
1. Agricultor			
a. Semilla	0.65	45	29.2
b. Fertilizante	0.30	64	19.2
2. Recomendada			
a. Semilla	1.00	45	45.0
b. Fertilizante	0.30	128	38.4
c. Insecticida	3.39	10	33.9

Tratamientos

	1	2	3	4
A. Inoculación				
1. Inoculante	1.5	1.5	—	—
2. Mano de obra	0.9	0.9	—	—
B. Tecnología				
1. Semilla				
1. Semilla	45.0	29.2	45.0	29.2
2. Fertilizante	38.4	19.2	38.4	19.2
3. Insecticida	33.9	—	33.9	—
	119.7	50.8	117.3	48.4

Cuadro 2. Costos diferenciales por tratamiento en evaluaciones de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium* a nivel de finca. Honduras, 1994-B.

	Costo/unidad ^z (US\$/kg)	Cantidad (kg/ha)	Valor (US\$/ha)
A. Inoculación			
1. Inoculante	6.21	0.22	1.4
2. Mano de obra US\$	1.72 (día)	0.5 (día)	0.9
B. Tecnología			
1. Agricultor			
a. Semilla	0.60	45	27.0
b. Fertilizante	0.27	64	17.3
2. Recomendada			
a. Semilla	0.92	45	41.4
b. Fertilizante	0.27	128	34.6
c. Insecticida	3.10	10	31.0

Tratamientos

	1	2	3	4
A. Inoculación				
1. Inoculante	1.4	1.4	—	—
2. Mano de obra	0.9	0.9	—	—
B. Tecnología				
1. Semilla				
1. Semilla	41.4	27.0	41.4	27.0
2. Fertilizante	34.6	17.3	34.6	17.3
3. Insecticida	31.0	—	31.0	—
	109.3	46.6	107.0	44.3

^z Tasa de cambio al 15/5/94: US\$ 1.00 = Lps. 8.11

^z Tasa de cambio al 15/8/94: US\$ 1.00 = Lps. 8.86

nido de N lo fueron cuando se utilizó la del agricultor. Se encontró interacción significativa para el PSN y PSPA, obteniendo los mejores promedios la tecnología recomendada y la del agricultor cuando no fueron inoculados, y para el porcentaje y contenido de N, que fueron superiores cuando se inoculó esta última. Según el AMC (Cuadro 4), con la aplicación de inoculante a la práctica del agricultor se obtuvo una tasa de retorno marginal (TRM) de 1,083% sobre la misma práctica, sin inoculación. Así mismo, con la implementación de la tecnología recomendada sin inoculación, sólo se alcanzó una TRM de 18% sobre la práctica del agricultor inoculada. La incorporación de inoculante a la tecnología recomendada resultó dominada por los demás tratamientos.

Durante la época de postrera, no existió respuesta significativa a la inoculación para ninguna de las variables evaluadas (Cuadro 5). Se encontró diferencias significativas para el PSPN, PSPA, porcentaje y contenido de N, y rendimiento de grano por efecto de la

tecnología utilizada, los que resultaron superiores a utilizar la práctica recomendada. La interacción entre ambos factores únicamente fue significativa para el PSN y PSPN, siendo mayores los promedios alcanzados por la tecnología del agricultor bajo inoculación y la recomendada sin inoculación, respectivamente. El AMC de esta localidad indica que la aplicación de inoculante en las dos tecnologías resultó dominada por las mismas, sin inoculación con *Rlp* (Cuadro 6). Entre los tratamientos dominantes, con el uso de la práctica recomendada se obtuvo una TRM de 316%, sobre la tecnología del agricultor, ambas sin inoculación.

En la localidad de San Francisco, durante la época de primera, se obtuvieron el mayor PSPN con inoculación, y el PSPA sin inoculación con *Rlp* (Cuadro 7). Los mejores PSN y PSPN fueron obtenidos al utilizar la práctica del agricultor, pero el PSPA, contenido de N y rendimiento de grano fueron superiores al utilizar la tecnología recomendada. Únicamente se encontró

interacción significativa para el PSN, siendo superior en las parcelas con la tecnología del agricultor sin inoculación, lo cual demuestra la importancia del *Rlp* nativo. Según el AMC, la tecnología tradicional del agricultor resultó dominada por todos los demás tratamientos (Cuadro 8). La mayor rentabilidad se obtuvo al usar inoculante y la tecnología recomendada, siendo la TRM de 12,667 % sobre la rentabilidad de la misma práctica sin aplicación de inoculante.

Durante la época de postrera, únicamente el PSN fue afectado por el factor inoculación, que fue mayor cuando este no fue aplicado (Cuadro 9). Los mejores PSPA y contenido de N fueron obtenidos por la tec-

nología recomendada, mientras el mayor porcentaje de N por la del agricultor. Ninguna de las variables fue afectada por la interacción entre ambos factores. En el AMC, la tecnología del agricultor con inoculación y la recomendada sin inoculación, resultaron dominadas por la tecnología tradicional del agricultor, que a su vez fue dominada con la aplicación de inoculante a la práctica recomendada, con una TRM de 103% (Cuadro 10).

En el análisis combinado, todas las variables fueron afectadas por el factor localidad (Cuadro 11). Los valores más altos de NN, PSN, PSPA, contenido de N y rendimiento de grano, fueron obtenidos en la

Cuadro 3. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco promedio por nódulo (PSPN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano en la evaluación de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium* a nivel de finca. Morocell, Honduras, 1994-A.

Factor	NN (pl)	PSN (mg/pl)	PSPN (mg)	PSPA (g/pl)	N (%)	N (mg/pl)	Rdto (kg/ha)
Inoculación (I)							
Con (+I)	10.8	14	1.24	7.0	2.7	0.19	1175
Sin (-I)	10.9	21	1.96	6.6	2.5	0.16	1224
ANDEVA	ns	***	ns	*	**	**	ns
Tecnología (T)							
Recomendada	15.1	28	2.07	6.1	2.6	0.16	1215
Agricultor	6.6	7	1.14	7.5	2.6	0.19	1184
ANDEVA	***	***	**	***	ns	***	ns
I x T							
+I, T.Recom.	15.3	21	1.41	7.0	2.6	0.18	1150
+I, T.Agríc.	6.2	6	1.07	6.9	2.9	0.20	1199
-I, T.Recom.	14.9	35	2.72	5.2	2.6	0.14	1279
-I, T.Agríc.	6.9	7	1.20	8.0	2.3	0.19	1169
ANDEVA	ns	***	ns	***	***	*	ns
DMS (0.10)	-	3.5	-	0.6	0.1	0.01	-
C.V.	11.8	6.9	10.4	6.8	4.0	6.5	32.1

*, **, *** y ns Significativo al nivel de $P \leq 0.10$, $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ y no significativo, respectivamente.

Cuadro 4. Análisis marginal comparativo en la evaluación de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium* a nivel de finca. Morocell, Honduras, 1994-A.

Tratamiento	Rdto. (kg/ha)	Ing.br. (US \$) ^z	Co Dif	Be Dif	Inc. Co	Inc. Be	TRM%
4) -I, Tecn. Agríc.	1169	1134	48.4	1086	} 2.4	26	1,083
2) +I, Tecn. Agríc.	1199	1163	50.8	1112			
3) -I, Tecn. Recom.	1279	1241	117.3	1124	} 66.5	12	18
1) +I, Tecn. Recom.	1150	1115	119.7	995 D			

^z Tasa de cambio al 31/9/94; US\$ 1.00 = Lps. 9.04

Cuadro 5. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco promedio por nódulo (PSPN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano en la evaluación de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium* a nivel de finca. Morocelí, Honduras, 1994-B.

Factor	NN (pl)	PSN (mg/pl)	PSPN (mg)	PSPA (g/pl)	N (%)	N (mg/pl)	Rdto (kg/ha)
Inoculación (I)							
Con (+I)	16.7	13	0.85	5.9	2.9	0.17	1348
Sin (-I)	14.9	12	1.07	6.0	3.0	0.18	1486
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Tecnología (T)							
Recomendada	12.3	12	1.11	6.5	3.0	0.20	1579
Agricultor	19.4	14	0.80	5.5	2.9	0.16	1255
ANDEVA	*	ns	ns	***	***	***	***
I x T							
+I, T.Recom.	13.6	9	0.69	6.4	3.0	0.19	1503
+I, T.Agric.	19.9	17	1.00	5.4	2.8	0.15	1193
-I, T.Recom.	11.0	14	1.52	6.6	3.1	0.20	1656
-I, T.Agric.	18.8	11	0.61	5.5	2.9	0.16	1317
ANDEVA	ns	*	**	ns	ns	ns	ns
DMS (0.10)	—	6	0.55	—	—	—	—
C.V.	17.8	16.3	8.9	4.7	3.3	4.4	10.3

*, **, *** y ns Significativo al nivel de $P \leq 0.10$, $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ y no significativo, respectivamente.

Cuadro 6. Análisis marginal comparativo en la evaluación de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium* a nivel de finca. Morocelí, Honduras, 1994-B.

Tratamiento	Rdto. (kg/ha)	Ing.br. (US \$) ²	Co Dif	Be Dif	Inc. Co	Inc. Be	TRM%
4) -I, Tecn. Agric.	1317	1014	44.3	970	62.7	198	316
2) +I, Tecn. Agric.	1193	919	46.6	872 D			
3) -I, Tecn. Recom.	1656	1275	107.0	1168			
1) +I, Tecn. Recom.	1503	1157	109.3	1048 D			

²Tasa de cambio al 31/1/95: US\$ 1.00 = Lps. 9.13

localidad de San Francisco durante la época de primera; mientras que los mayores PSN y porcentaje de N en las localidades de Morocelí durante la época de primera, y en San Francisco durante la de postrera, respectivamente. Los mejores datos de PSN y PSPN se obtuvieron cuando no hubo inoculación; mientras los mayores de PSPA y contenido de N al aplicarse inoculante. La tecnología utilizada afectó los promedios de PSPA, contenido de N y rendimiento de grano, siendo en todos los casos superior al utilizar la tecnología recomendada. Únicamente la interacción localidad x tecnología afectó el rendimiento de gra-

no, obteniéndose los promedios más altos al aplicar la tecnología recomendada, en todas las localidades.

Conclusiones y recomendaciones

Aunque en todas las localidades se obtuvo el mejor rendimiento de grano al utilizar la tecnología recomendada, no es posible establecer una clara relación entre esta respuesta y la obtenida con la aplicación del inoculante. Se sugiere la conducción de nuevos ensayos en un número mayor de localidades, utilizando variedades recomendadas específicas para cada región y época de producción, con el fin de evitar que

Cuadro 7. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco promedio por nódulo (PSPN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano en la evaluación de la respuesta a la Inoculación con *Rhizobium* a nivel de finca, San Francisco, Honduras, 1994-A.

Factor	NN (pl)	PSN (mg/pl)	PSPN (mg)	PSPA (g/pl)	N (%)	N (mg/pl)	Rdto (kg/ha)
Inoculación (I)							
Con (+I)	37.4	23	0.66	10.1	2.2	0.22	2004
Sin (-I)	31.5	32	1.48	8.5	2.3	0.20	1742
ANDEVA	ns	ns	*	**	ns	ns	ns
Tecnología (T)							
Recomendada	38.2	13	0.39	10.9	2.2	0.24	2454
Agricultor	30.7	42	1.75	7.8	2.3	0.18	1292
ANDEVA	ns	***	**	***	ns	***	***
I x T							
+I, T.Recom.	41.3	17	0.45	11.9	2.1	0.25	2612
+I, T.Agric.	33.6	29	0.88	8.3	2.3	0.19	1395
-I, T.Recom.	35.1	9	0.34	9.8	2.3	0.23	2296
-I, T.Agric.	27.9	55	2.62	7.3	2.2	0.16	1189
ANDEVA	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (0.10)	-	17.8	-	-	-	-	-
C.V.	27.3	24.7	21.9	8.6	9.9	7.6	14.9

*, **, *** y ns Significativo al nivel de $P \leq 0.10$, $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ y no significativo, respectivamente.

Cuadro 8. Análisis marginal comparativo en la evaluación de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium* a nivel de finca, San Francisco, Honduras, 1994-A.

Tratamiento	Rdto. (kg/ha)	Ing.br. (US \$) ^z	Co Dif	Be Dif	Inc. Co	Inc. Be	TRM%
4) -I, Tecn.Agric.	1189	1153	48.4	1105	2.4	197	8,208
2) +I, Tecn.Agric.	1395	1353	50.8	1302			
3) -I, Tecn.Recom.	2296	2227	117.3	2110	66.5	808	1,215
1) +I, Tecn.Recom.	2612	2534	119.7	2414	2.4	304	12,667

^z Tasa de cambio al 31/9/94: US\$ 1.00 = Lps. 8,04

la falta de adaptación a las condiciones climáticas afecte la expresión de su potencial de FBN. Asimismo, se recomienda conducir estos ensayos en suelos con y sin obras de conservación y manejo, con el fin de determinar en qué medida estas condiciones inciden sobre la respuesta a la inoculación con *Rlp*.

(siguen más cuadros)

CASTRO y otros: RESPUESTA DE FRIJOL A LA INOCULACION

Cuadro 9. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco promedio por nódulo (PSPN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano en la evaluación de la respuesta a la inoculación con Rhizobium a nivel de finca, San Francisco, Honduras, 1994-B.

Factor	NN (pl)	PSN (mg/pl)	PSPN (mg)	PSPA (g/pl)	N (%)	N (mg/pl)	Rdto (kg/ha)
Inoculación (I)							
Con (+I)	20.2	14	0.73	6.2	3.1	0.19	1215
Sin (-I)	22.2	20	0.92	5.9	3.1	0.18	1131
ANDEVA	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
Tecnología (T)							
Recomendada	22.0	17	0.78	6.6	3.1	0.20	1216
Agricultor	20.4	18	0.87	5.5	3.2	0.17	1129
ANDEVA	ns	ns	ns	**	**	*	ns
I x T							
+I, T.Recom.	22.0	16	0.76	6.7	3.1	0.21	1373
+I, T.Agríc.	18.3	13	0.70	5.6	3.1	0.18	1056
-I, T.Recom.	22.0	17	0.80	6.4	3.1	0.20	1060
-I, T.Agríc.	22.4	22	1.04	5.4	3.2	0.17	1202
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.	16.3	18.2	9.0	12.9	2.4	12.8	20.8

*, ** y ns Significativo al nivel de $P \leq 0.10$, $P \leq 0.05$ y no significativo, respectivamente.

Cuadro 10. Análisis marginal comparativo en la evaluación de la respuesta a la inoculación con Rhizobium a nivel de finca, San Francisco, Honduras, 1994-B.

Tratamiento	Rdto. (kg/ha)	Ing.br. (US \$) ²	Co Dif	Be Dif	Inc. Co	Inc. Be	TRM%
4) -I, Tecn. Agríc.	1202	925	44.3	881	65	67	103
2) +I, Tecn. Agríc.	1056	813	46.6	766 D			
3) -I, Tecn. Recom.	1060	816	107.0	709 D			
1) +I, Tecn. Recom.	1373	1057	109.3	948			

² Tasa de cambio al 31/1/95: US\$ 1.00 = Lps. 9.13

Cuadro 11. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano en evaluaciones de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium* a nivel de finca en cuatro localidades de Honduras, 1994.

Factor	NN (pl)	PSN (mg/pl)	PSPN (mg)	PSPA (g/pl)	N (%)	N (mg/pl)	Rdto (kg/ha)
Localidad							
Moroceíl 1	10.8	17	1.60	6.8	2.6	0.18	1199
San Fco. 1	34.5	27	1.07	9.3	2.2	0.21	1873
Moroceíl 2	15.8	13	0.96	6.0	3.0	0.18	1417
San Fco. 2	21.2	17	0.83	6.0	3.1	0.19	1173
ANDEVA	***	***	**	***	***	***	***
DMS (0.10)	6.1	5	0.41	0.4	0.1	0.01	167
Inoculación (I)							
Con (+I)	21.3	16	0.87	7.3	2.7	0.19	1435
Sin (-I)	19.9	21	1.36	6.8	2.7	0.18	1396
ANDEVA	ns	***	**	**	ns	**	ns
Tecnología (T)							
Recomendada	21.9	17	1.09	7.5	2.7	0.20	1616
Agricultor	19.3	20	1.14	6.6	2.7	0.18	1215
ANDEVA	ns	ns	ns	***	ns	***	***
L x I							
ANDEVA	ns	*	ns	**	***	ns	ns
DMS (0.10)	-	6	-	0.5	0.1	-	-
L x T							
ANDEVA	**	***	***	***	**	***	***
DMS (0.10)	9.8	6	0.58	0.5	0.1	0.01	237
I x T							
ANDEVA	ns	ns	ns	***	***	ns	ns
DMS (0.10)	-	-	-	0.4	0.1	-	-
L x I x T							
ANDEVA	ns	***	***	***	***	ns	ns
DMS (0.10)	-	9	0.83	0.7	0.2	-	-
C.V.	21.7	18.8	13.6	8.8	5.0	8.6	19.5

*, **, *** y ns Significativo al nivel de $P \leq 0.10$, $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ y no significativo, respectivamente.

ADAPTACION DE GERMOPLASMA DE FRIJOL A CONDICIONES DE ALTAS TEMPERATURAS EN ZONAS BAJAS DE HONDURAS¹

David Rodríguez, Oswaldo Varela y Juan C. Rosas²

En Honduras existen zonas con alto potencial para la producción de frijol, con características favorables de suelo y precipitación, pero donde se presentan algunas condiciones climáticas extremas que limitan el desarrollo de ese cultivo. Se ha comprobado que las altas temperaturas provocan reducción de la viabilidad del polen, aborto de flores y vainas, y un mal llenado del grano lo que trae como consecuencia la disminución del rendimiento del cultivo.

La búsqueda de germoplasma y el desarrollo de materiales que presenten características fisiológicas que toleren estas condiciones, para poder incorporar zonas bajas con condiciones más favorables para la producción sostenible del cultivo de frijol, son esfuerzos a largo plazo que requieren la colaboración de grupos interdisciplinarios.

Los objetivos principales de estos ensayos fueron evaluar e identificar germoplasma de frijol tolerante a altas temperaturas bajo condiciones de trópico húmedo (La Ceiba, Atlántida) y trópico seco (Nacaome, Valle).

Materiales y métodos

En la postrera de 1994 se realizaron ensayos en tres localidades de Honduras con diferencias en temperaturas. Zamorano (Francisco Morazán) a 800 msnm, con una temperatura promedio de 24°C, se utilizó como la localidad con temperaturas óptimas por la siembra de frijol. Nacaome (Valle) a 40 msnm, con una temperatura promedio de 33°C, representativa de una región de trópico seco, y La Ceiba (Atlántida) a 18 msnm, con una temperatura promedio de 30°C, representativa de una región de trópico húmedo, fueron las localidades con condiciones de altas temperaturas.

En cada localidad se sembraron 64 genotipos de frijol de diferente procedencia, a una distancia de

siembra de 0.6 m entre surcos y a 0.10 m entre plantas. Se realizaron fertilizaciones con 200 kg/ha de 18-46-0 a la siembra y 50 kg/ha de urea a los 20 días después de la siembra.

Para controlar el ataque de insectos y enfermedades se trató la semilla con una mezcla de Marshal (carbosulfan) y Agrimicin 100 (estreptomocina), haciendo los debidos controles según se presentaron durante el ciclo del cultivo. En todo momento se trató de evitar otro tipo de estrés diferente al de altas temperaturas.

Resultados

Tanto en Zamorano como en La Ceiba, la generalidad de los genotipos presentaron buena adaptación y desarrollo (Cuadro 1). Caso contrario se observó en Nacaome, donde aunque ciertos genotipos se desarrollaron bien vegetativamente, muy pocos (11 de 64) lograron producir vainas y tener alguna producción. El rango de rendimiento en esta localidad fue de 66 a 430 Kg/ha, muy inferior en comparación con las otras dos localidades en las que se registraron rangos de rendimiento mayores. Se han identificado genotipos promisorios dentro del tipo comercial rojo-pequeño-brillante, preferido en Honduras y otros países de Centro América, que alcanzaron los mejores rendimientos en las tres localidades, y que además han presentando buena resistencia al virus del mosaico dorado y otras características agronómicas deseables.

En general, los rendimientos en La Ceiba fueron superiores que en Zamorano. A pesar de temperaturas promedios superiores en La Ceiba, la siembra del ensayo realizada en octubre permitió el desarrollo del cultivo en condiciones de las temperaturas más bajas del año, que, por otro lado, son las más adecuadas para el cultivo de frijol en esta zona. Adicionalmente, las condiciones de suelo y precipitación fueron mucho mejores que en Zamorano. Es así que, en Zamorano se observaron genotipos con excelente rendimiento pero que fueron superados por otros genotipos bajo las condiciones de temperaturas más altas en La Ceiba. Estos datos son muy importantes ya que sugieren que se pueden seleccionar genotipos que se adaptan

¹ Trabajo realizado por el Departamento de Agronomía de Zamorano, con fondos proporcionados por COSUDE, a través del Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y El Caribe (ProFrijol), y el Programa Bean/Cowpea CRSP (Donación USAID No. DAN-1310-G-55-6008-00).

² Asistente de Investigación, Asociado de Investigación y Jefe del Departamento, respectivamente.

Cuadro 1. Rendimientos de grano (kg/ha) y posición de genotipos evaluados las localidades de Zamorano, La Ceiba y Nacaome, Honduras, 1994.^z

Genotipo	La Ceiba	Zamorano	Nacaome	Genotipo	La Ceiba	Zamorano	Nacaome
BAT 450	4897 (1)	1492 (40)		SEA 2	2648 (35)	2090 (8)	
MEX 309	4154 (2)	1730 (26)		V 8025	2564 (36)	1973 (12)	
DORADO	4092 (3)	1361 (46)		A 673	2550 (37)	1046 (59)	
BAT 477	4016 (4)	1889 (15)		F-0360	2501 (38)	1438 (43)	
DOR 483	3994 (5)	1715 (27)	196 (6)	9356-74	2500 (39)	1312 (52)	
P. Amarillo	3922 (6)	1476 (42)		NEGRO 150	2462 (40)	2197 (5)	
9356-66	3701 (7)	1530 (37)		MAR 1	2378 (41)	1830 (20)	
A 285	3597 (8)	1601 (34)	166 (8)	SEA 1	2377 (42)	2338 (2)	
9356-26	3581 (9)	1369 (45)	294 (2)	9021-14	2354 (43)	1826 (21)	27 (4)
MD 30-3	3572 (10)	1644 (31)		CNF 480	2338 (44)	2128 (7)	
TALAMANCA	3568 (11)	1600 (36)		9356-72	2208 (45)	1321 (51)	
9356-55	3520 (12)	1795 (22)		F-0452	2089 (46)	1140 (57)	
SRCO 3-39	3505 (13)	1601 (34)		DON VICTOR	2087 (47)	1323 (50)	
MD 23-24	3500 (14)	2225 (4)	292 (3)	F-0417	2073 (48)	1259 (56)	
MD 30-75	3450 (15)	2021 (11)	430 (1)	A 363	2053 (49)	1677 (28)	
MD 30-97	3448 (16)	1742 (25)	114 (9)	F-0393	2046 (50)	1326 (49)	
SRCO 21-4	3403 (17)	1839 (19)	221 (5)	SEA 5	2031 (51)	1970 (13)	
MD 30-94	3338 (18)	1977 (12)		TAR 3	1983 (52)	1889 (16)	
MD 30-37	3318 (19)	1358 (48)		F-0419	1924 (53)	1359 (47)	
9021-40	3265 (20)	1515 (39)		F-0451	1901 (54)	1476 (41)	
MD 30-72	3240 (21)	1870 (17)		GORDO	1838 (55)	2426 (1)	
9020-14	3199 (22)	2325 (3)	67 (11)	F-0421	1834 (56)	1278 (55)	
9356-65	3105 (23)	1655 (30)		YEGUARE	1793 (57)	2034 (9)	
SEA 4	3100 (24)	1519 (38)		F-0453	1742 (58)	890 (61)	
MUS 138	3069 (25)	1605 (33)		MAM 38	1726 (59)	2139 (6)	
MD 30-18	3004 (26)	936 (60)		F-0450	1635 (60)	1296 (53)	180 (7)
9356-56	2962 (27)	1288 (54)		HT 4406	758 (61)	849 (63)	
9042-3	2927 (28)	1912 (14)		HT 4411	619 (62)	1119 (58)	
9356-53	2914 (29)	1853 (18)		HT 4411	619 (62)	1119 (58)	
SRCO 9-7	2897 (30)	1636 (32)		HT 4502	342 (63)	455 (64)	
SRCO 14-31	2847 (31)	1782 (24)		HT 4405	255 (64)	880 (62)	
F-0155	2805 (32)	1671 (29)	167 (8)				
9356-34	2779 (33)	1379 (44)					
MD30-19	2746 (34)	1790 (23)					

^z Datos entre paréntesis indican la posición del genotipo según rendimiento. En Zamorano y La Ceiba se cosecharon los 84 genotipos; en Nacaome, sólo 11 genotipos tuvieron producción de grano.

adecuadamente a una localidad, pero que no necesariamente se comportan bien en otras condiciones, es decir, que existe una interacción genotipo x ambiente significativa; mientras que por otro lado se pueden identificar genotipos estables a través de ambientes. Los resultados nos indican un buen potencial para la producción de frijol en zonas bajas del litoral atlántico, similares a La Ceiba, utilizando algunos genotipos que se pueden recomendar para su uso como cultivares o líneas parentales en programas de mejoramiento, a partir de este estudio.

Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo de nuevos materiales a partir de los genotipos seleccionados, o la utilización directa de uno de estos como cultivares, podría resultar en el incre-

mento en las áreas de cultivo de frijol en zonas de mayor potencial productivo, pero en las que existen limitaciones a la producción de este cultivo por las altas temperaturas predominantes. Para zonas como La Ceiba u otras del litoral atlántico o similares, se recomienda continuar con estos estudios y complementarlos con evaluaciones de prácticas agronómicas más adecuadas para incrementar la productividad de los genotipos seleccionados por su mayor adaptación y rendimiento en zonas bajas con altas temperaturas. Para zonas como Nacaome u otras litoral pacífico o similares, se sugiere continuar la búsqueda de germoplasma con mayor adaptación a altas temperaturas y baja humedad relativa característicos de regiones de trópico seco como el sur de Honduras.

EVALUACION DE POBLACIONES INTERESPECIFICAS DEL GENERO *Phaseolus* POR TOLERANCIA A ALTAS TEMPERATURAS Y SEQUIA¹

David Rodríguez, Oswaldo Varela, Juan Carlos Rosas y Gregorio Ordóñez²

El frijol es uno de los granos básicos más importantes en Honduras. La distribución de su cultivo está limitada por condiciones climáticas extremas, en especial el estrés debido a altas temperaturas y/o lluvias insuficientes, y la falta de variedades comerciales que resistan o toleren estas condiciones, p.e. producción en el litoral Atlántico y Pacífico.

El uso de la hibridación como una herramienta para la introducción de características específicas dentro del cultivo de frijol es bastante conocida. Dentro de esta modalidad, la producción de híbridos interespecíficos ha ayudado a incrementar la variabilidad genética de algunos caracteres de importancia del frijol común (*Phaseolus vulgaris*). *Phaseolus acutifolius* el frijol tepari, es una especie adaptada a las condiciones de altas temperaturas y sequía que prevalecen en zonas bajas o en ciertas épocas de cultivo en las zonas de producción (Miklas *et al.*, 1994).

El objetivo principal de este trabajo fue el de evaluar diferentes poblaciones híbridas interespecíficas de *Phaseolus* con el fin de identificar líneas híbridas tolerantes a sequía y altas temperaturas.

Materiales y métodos

En octubre de 1994 se evaluó en Nacaome, Valle, Honduras, la adaptación a condiciones de sequía y altas temperaturas, de 3450 líneas provenientes de 15 poblaciones híbridas resultantes de diferentes cruces entre *Phaseolus vulgaris*, *P. acutifolius* y *P. coccineus* (Cuadro 1). Los materiales híbridos procedieron del programa de cruces del Proyecto EAP/Universidad de Minnesota, los que fueron desarrollados por el método de retrocruza congruente (Haghighi y Ascher, 1988), y luego avanzados utilizando el método de la descendencia de semilla individual.

1 Trabajo realizado por el Departamento de Agronomía de Zamorano, con fondos proporcionados por el Programa PSTC (Donación USAID No. HRN-5600-G-00), y la colaboración de la Escuela Luis Landa, Nacaome, Valle.

2 Asistente y Asociado de Investigación, y Jefe del Departamento de Agronomía, y Encargado del Departamento de Agronomía de la Escuela Luis Landa, respectivamente.

Cuadro 1. Poblaciones híbridas de *Phaseolus* evaluadas por tolerancia a altas temperaturas y sequía. Nacaome, Valle, 1994B.

Población	Líneas	Generación	Pedigrif ²
92-17-3	17	F ₄	DOR482 x H28/2-2(1)(5)
92-17-4	25	F ₄	DOR482 x H28/2-2(1)(5)
92-17-5	29	F ₄	DOR482 x H28/2-2(1)(5)
92-20-2	21	F ₄	DOR475 x H28/2-2(1)(5)
92-21-1	621	F ₄	89F50-3 x H28/2-2(1)(5)
92-21-2	1345	F ₄	89F50-3 x H28/2-2(1)(5)
92-22-1	62	F ₄	HND43-40 x H28/2-2(1)(4)
92-22-2	131	F ₄	HND43-40 x H28/2-2(1)(4)
92-22-3	11	F ₄	HND43-40 x H28/2-2(1)(4)
92-63-1	331	F ₄	89F50-7 x V _{1A19F2}
92-72-2	262	F ₅	92-21-1 autofecundación
92-72-5	445	F ₅	92-21-1 autofecundación
93-38	48	F ₃ RC1	92-21-2 x 89F50-3
93-39	80	F ₃ RC1	92-63-1 x 89F50-7
93-40	43	F ₃ RC1	92-22-1 x HND43-40

² Los progenitores de los materiales híbridos se componen de la siguiente manera: DOR482 y HND43-40, líneas de *Phaseolus vulgaris* (Pv); 89F50-3 y 89F50-7, líneas de *Phaseolus acutifolius* (Pa); V_{1A19F2}, híbrido de dos especies (Pv y Pa); H28/2-2(1)(4) y H28/2-2(1)(5), híbridos de tres especies (Pv, Pa y *P. coccineus*). La población híbrida 93-38 es la primera retrocruza congruente (RC1) 92-21-2 hacia 89F50-3; la 93-39 es la RC1 de 92-63-1 hacia 89F50-7 y la 93-40 es la RC1 de 92-22-1 hacia HND43-40, respectivamente.

Para el control de malezas se aplicó el herbicida Dual (metolachlor) presiembra incorporado, a una dosis de 2 L/ha. Durante el ciclo del cultivo se realizó control manual cuando fue necesario. Se sembró un surco de 1.0 m de largo por cada línea híbrida, usando distanciamientos de 0.70 m entre surcos y 0.10 m entre plantas. A la siembra se fertilizó el suelo con 18-46-0 a una dosis de 200 Kg/ha; 20 días después de la siembra (DDS) se aplicó urea a una dosis de 50 Kg/ha. Previo a la siembra, se trató la semilla con una mezcla de Marshal (carbosulfan) y Agrimicin 100 (estreptomocina), para proteger la semillas contra el ataque temprano de insectos y enfermedades. Por otro lado, cinco días antes de la siembra se aplicó Terraclor (PCNB) para el control de enfermedades de suelo. Durante el ciclo del cultivo se aplicaron diferentes productos para controlar las plagas que se presentaron.

Hubo necesidad de aplicar riego por gravedad desde las primeras etapas hasta los 35 DDS. Los riegos fueron suspendidos cuando la mayoría de las plantas se encontraban al inicio de la etapa R7 (formación de vainas), con el objeto de someterlas al estrés de sequía. La cosecha se realizó a los 70 DDS, cosechándose sólo las líneas que se encontraban en madurez de cosecha. Antes de la cosecha se realizó una selección visual por rendimiento, con base en el vigor reproductivo para luego cosechar sólo los híbridos con vigor promedio a superior, y descartándose aquellos materiales que presentaban poca carga reproductiva.

Resultados y conclusiones

De las 15 poblaciones sembradas se cosecharon únicamente siete, con un total de 616 líneas (Cuadro 2). Una vez procesadas las muestras y estimados los rendimientos de grano, se encontró un rango bastante amplio en el rendimiento (entre 431 y 4742 kg/ha). Entre las 100 líneas que presentaron mejor adaptación y rendimiento, se seleccionaron aquellas que obtuvieron rendimientos superiores y buen tamaño de semillas, para ser utilizadas en retrocruzas subsiguientes con líneas comerciales de frijol común. La escogencia de las líneas también se hizo de acuerdo a su origen, eliminándose aquellas que provenían de cruces entre los mismos progenitores.

Cuadro 2. Promedio, rango de rendimiento, peso de 100 semillas y color de grano predominante de poblaciones híbridas de *Phaseolus* evaluadas para tolerancia a altas temperaturas y sequía. Nacaome, Valle, 1994.

Población	Líneas	Rendimiento (kg/ha)		Peso (g/100 semillas)	Color predom.
		Prom.	Rango		
92-21-1	130	1642	560 - 2943	12.3	Negro
92-72-2	63	1565	613 - 2743	12.6	Negro
92-72-5	56	1417	623 - 2319	12.9	Negro
92-21-2	189	2020	704 - 4742	12.2	Negro
93-38	38	1536	624 - 2377	12.5	Negro
92-63-1	76	1709	703 - 2910	12.4	Crema
93-39	64	1322	431 - 3127	12.8	Crema

Recomendaciones

Las líneas híbridas seleccionadas se deben continuar utilizando en el programa de cruces interespecíficas con líneas avanzadas de frijol común, para tratar de recombinar las características de tolerancia a calor y

sequía del frijol tepari, con la resistencia al virus del mosaico dorado y calidad comercial de grano del frijol común. Además, se deben realizar evaluaciones en camas de infección para resistencia a bacteriosis común de los híbridos seleccionados, así como de los resultantes que se obtengan del programa de cruzamiento.

Referencias

- HAGHIGHI, K.; ASCHER, P.D. 1988. Fertile, intermediate hybrids between *Phaseolus vulgaris* and *Phaseolus acutifolius* from congruity backcrossing. *Sexual Plant Reproduction* (EE.UU.)1:51-58.
- MIKLAS, P.N.; ROSAS, J.C.; BEAVER, J.S.; TELEK, L.; FREYTAG, G.F. 1994. Field performance of select tepary bean germoplasm in the tropics. *Crop Science* 34:1639-1644.

CARACTERIZACION AGRONOMICA DE GERMOPLASMA CRIOLLO DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.) RECOLECTADO EN HONDURAS¹

Oswaldo Varela, Joel Alvarenga, Edgardo R. Varela y Juan C. Rosas²

El proceso de caracterización en una colección de germoplasma es de gran importancia para conocer la variabilidad y disponibilidad de materiales que poseen características deseables, para su uso en programas de mejoramiento genético. Por lo anterior, y como actividad adicional del programa de recolección de germoplasma criollo de frijol común en Honduras (Varela *et al.*, 1994), se han realizado evaluaciones de dicho germoplasma con el objetivo de caracterizarlo agrónomicamente y evaluarlo por su reacción a algunas enfermedades.

Materiales y métodos

Las evaluaciones se realizaron en El Zamorano, Francisco Morazán, durante la época de postrera de 1993 y primera de 1994, evaluándose un total de 449 genotipos recolectados en 15 departamentos de Honduras. En la caracterización agrónómica se consideraron las siguientes variables: días a germinación, días a floración, días a madurez fisiológica, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso seco de 100 semillas, y rendimiento y color del grano. Las enfermedades evaluadas fueron la roya (*Uromyces appendiculatus*), el virus del mosaico dorado (VMDF) y la bacteriosis común del frijol (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*), utilizando la escala que recomienda CIAT para la evaluación de germoplasma de frijol (CIAT, 1987). Para lograr niveles de presión adecuados de roya y bacteriosis común, se realizaron inoculaciones artificiales, utilizando el método de aspersión foliar con bomba de motor para la roya y el método de agujas múltiples para la bacteriosis común (Aggour y Coyne, 1989). En el caso del VMDF, las siembras se realizaron en el valle de Comayagua, en donde existen altas presiones naturales de la mosca

blanca —agente transmisor— y alta incidencia del virus.

Resultados y discusión

Se encontró una gran variación en el comportamiento de la colección en la mayoría de los aspectos evaluados, observándose materiales con buenas y otros con malas características, así como respuestas intermedias. Para la caracterización agrónómica del total de 449 genotipos sembrados, únicamente 396 fueron evaluados completamente debido a que los 53 genotipos restantes no se adaptaron a las condiciones de El Zamorano (800 msnm), y no llegaron ni siquiera a florear. Lo anterior puede deberse a que estos materiales provienen de zonas de recolección por encima de los 1300 msnm.

El 95% de los genotipos germinaron entre los 4 a 6 días después de siembra. Un total de 88 genotipos son precoces (≤ 65 DMF), aspecto relevante en la producción de frijol (Cuadro 1). Un 85% de los genotipos (336), son del tipo de grano pequeño, rango de 14-23 g de peso seco de 100 semillas. Existen materiales con rendimientos por encima de los 2000 kg/ha demostrando que tienen un buen potencial de producción. En el Cuadro 2, se observa que la mayoría de los incluyendo genotipos son de color rojo, incluyendo diferentes variaciones, seguidos del negro.

En el Cuadro 3, aparecen el total de genotipos evaluados y el grado de severidad encontrado para las tres enfermedades evaluadas. En el caso del VMDF y bacteriosis común la mayoría de los genotipos tienden a ser susceptibles. Nueve genotipos presentaron niveles bajos de severidad del VMDF, pero habría que reconfirmarlos ya que puede ser debido a un escape de infección. En la evaluación por roya se observó una gran variabilidad de daño, encontrándose 19 genotipos altamente resistentes.

Conclusiones y recomendaciones

En la colección de germoplasma criollo hondureño existe una gran variabilidad de respuestas de acuerdo a las diferentes variables evaluadas, existiendo mate-

¹ Trabajo realizado por el departamento de Agronomía de Zamorano, con apoyo del Programa Bean/Cowpea CRSP (Donación USAID No. DAN-1310-G-55-608-00).

² Asistente de investigación, estudiantes del Programa de Ingeniero Agrónomo y Jefe del Departamento de Agronomía, respectivamente.

Cuadro 1. Caracterización agronómica de los genotipos del germoplasma hondureño de frijol común, El Zamorano, Honduras, 1994^z.

Días a floración		Días madurez fisiológica		Rendimiento (kg/ha)	
Intervalo clase	Número genotipo	Intervalo clase	Número genotipo	Intervalo clase	Número genotipo
28-29	5	50-53	10	1-400	3
30-31	24	54-57	3	401-800	41
32-33	102	58-61	13	801-1200	126
34-35	122	62-65	62	1201-1600	129
36-37	73	66-69	165	1601-2000	65
38-39	52	70-73	110	2001-2400	30
40-41	18	74-77	33	2401-2800	2
# de vainas por planta		# de semillas por vaina		Peso seco 100 semillas (g)	
Intervalo clase	Número genotipo	Intervalo clase	Número genotipo	Intervalo clase	Número genotipo
6-8	35	3	3	14-18	79
9-11	118	4	17	19-23	257
12-14	114	5	107	24-28	47
15-17	58	6	195	29-33	6
18-20	35	7	68	34-38	3
21-23	4	8	5	39-43	3
24-26	2	9	1	44-48	1

^z Total de genotipos = 398

Cuadro 2. Variabilidad de color de grano de los genotipos del germoplasma criollo hondureño de frijol común, El Zamorano, Honduras, 1994.

Color de grano	Número de Genotipos
Rojo claro brillante	180
Rojo claro opaco	25
Rojo oscuro brillante	52
Rojo oscuro opaco	20
Negro brillante	7
Negro opaco	68
Rosado opaco	6
Rosado brillante	20
Café opaco	1
Moteado con rojo	1
Moteado con negro	4
Crema moteado	3
Blanco	3
Pardo brillante	1
Morado opaco	1
Crema opaco	1
Rosado rayado	1
Crema rayado	1
Amarillo azufrado	1
TOTAL	396

^z Según Voysest (1983).

riales con buenas características y potencial de producción, por lo que podrían ser incluidos en un programa de mejoramiento. Se recomienda realizar una evaluación de aquellos materiales recolectados a altitudes mayores a los 1300 msnm, en un ambiente con altura similar a las localidades en que fueron recolectados.

Referencias

- AGGOUR, A.R.; COYNE, D.P. 1989. Heritability, phenotypic correlations, and associations of the common blight disease reactions in beans. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(5): 828-833.
- CIAT. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Sch.onhoven, A.V. y M.A. Pastor-Corrales (eds). Cali, Colombia. 56 p.
- VARELA, O.I.; YOUNG, R.A. ROSAS, J.C. 1994. Recolección de germoplasma criollo y silvestre de frijol y maíz en Honduras. En: Informe Anual de Investigación 1993 (IAI-93), Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, pp 4-7.
- VOYSEST, O. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. CIAT, Cali, Colombia, 87 p.

Cuadro 3. Variación de la reacción de los genotipos del germoplasma hondureño de frijol al virus del mosaico dorado, roya y bacteriosis común del frijol, El Zamorano, Honduras, 1993-94.

Escala de severidad	Número de Genotipos		
	VMDF ^z	Roya ^z	Bacteriosis ^y
1	0	19	0
2	4	—	4
3	5	8	0
4	8	—	10
5	14	45	21
6	25	—	31
7	83	154	43
8	200	—	23
9	63	183	4
Totales	402	409	132

^z Escala según CIAT (1987).^y Escala según Aggour y Coyne (1989).

CONTROL DE CENICILLA EN SORGO¹

Francisco Gómez, Guillermo Cerritos y Alberto Morán²

Los hongos causantes de los mildiús son de los peores patógenos que se conocen en agricultura, ya que atacan una gran variedad de cultivos (Moffat, 1992). El mildiú del sorgo es una enfermedad sistémica del sorgo y maíz, y es endémica en Centroamérica. El organismo causal del mildiú de sorgo o cenicilla, es el hongo *Peronosclerospora sorghi* (Weston and Uppal) C.G. Shaw, el cual ataca las plantas produciendo síntomas característicos en las hojas, como ser bandas cloróticas amarillo-blanco, que bajo condiciones favorables producen conidias y conidióforos en el envés de la hojas infectadas, dando la apariencia de un polvo fino y blanco. Generalmente, una planta enferma no produce grano; Craig *et al.* (1989), determinaron que la disminución en rendimiento causado por la enfermedad es equivalente al porcentaje de plantas afectadas, es decir, un 25 por ciento de severidad de cenicilla produce aproximadamente una reducción en rendimiento de grano de 25 por ciento.

La cenicilla en sorgo puede diseminarse por medio de: a) oosporas que perduran hasta dos años en el suelo; b) conidias de plantas infectadas que pueden viajar cortas distancias con ayuda del viento; y c) micelio en semilla húmeda u hospederos (Frederiksen, 1980). Actualmente, la enfermedad se encuentra diseminada en un buen número de localidades en Honduras (Gómez, 1992; Rodríguez *et al.*, 1980). El primer reporte de esta enfermedad en Honduras fue observado casualmente en un híbrido comercial de maíz en las cercanías de San Pedro Sula (Rodríguez *et al.*, 1980). Hasta la fecha, la cenicilla se ha diseminado en los departamentos de Olancho, Comayagua, La Paz, El Paraíso, Francisco Morazán, Santa Bárbara, Cortés, Copán, Atlántida y Yoro (Rodríguez y Osorto, 1979; SRN, 1980; Rodríguez *et al.*, 1981). En Guate-

mala se ha reportado en 23 municipios de cinco departamentos (Fuentes y Salguero, 1982).

La estrategia de control de cenicilla en sorgo está determinada por la variabilidad en la virulencia del patógeno, su forma de diseminación y características epidemiológicas de la enfermedad. Un control integrado de esta enfermedad se basa en la resistencia genética reforzada con prácticas de control cultural (aradura profunda y rotación de cultivos), control químico (tratamiento a la semilla con metalaxil) (Odovody *et al.*, 1984) y actualmente se investiga el potencial del control biológico con hongos del género *Gaehtenoimyces* sp. (Kunene *et al.*, 1991). El control integrado tiene como objetivo conservar y complementar la resistencia genética existente y proveer un control más estable y duradero.

La resistencia genética es la mejor alternativa para controlar la cenicilla en sorgo, ya que además de estar disponible de inmediato, es duradera, económica y ecológicamente aconsejable. Sin embargo, la variabilidad del patógeno y la utilización de cultivares con resistencia monogénica o vertical favorecen la selección y establecimiento de nuevos patotipos de *P. sorghi*. En 1986, Fernández y Meckenstock (1987) identificaron en Comayagua el patotipo más virulento de *P. sorghi* reportado en las Américas. Este patotipo (P5) sobrepasa la resistencia de muchos cultivares y líneas éliticas disponibles en los bancos de germoplasma de la industria del sorgo. A nivel molecular, este patotipo está muy relacionado con los patotipos aislados en el sur de África (Frederiksen *et al.*, 1989). Aunque este nuevo patotipo se encuentra actualmente confinado a un sitio del valle de Comayagua, su presencia nos indica la capacidad del hongo para cambiar en virulencia. Para reducir y prevenir epidemias de cenicilla es necesario monitorear regularmente los cambios de virulencia del patógeno, determinar la reacción de los diferentes cultivares de sorgo utilizados en la región, identificar nuevas fuentes de resistencia e incorporar esta resistencia a los cultivares comerciales. De esta manera se busca desplegar la resistencia adecuada en el momento adecuado.

El descubrimiento en Honduras del patotipo más virulento de *P. sorghi* dió una oportunidad ventajosa y única para la protección de la industria del sorgo en

¹ Investigación realizada por el Departamento de Agronomía de Zamorano, bajo convenio con la Secretaría de Recursos Naturales (Acuerdo No.3524-91) y la asistencia técnica de INT-SORMIL/USAID (Programa Internacional de Sorgo y Mijo de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos) y el financiamiento del Programa de Reforzamiento a la Investigación en Granos Básicos (PRIAG), Convenio CORECA/CEE/II-CA (1993).

² Profesor Asociado y Asistentes de Investigación, respectivamente.

la región. Hemos diseñado y establecido el Vivero Internacional de Cenicilla en Comayagua, que ofrece la oportunidad de evaluar cultivares para resistencia a P5. Hasta el momento, los sorgos resistentes a P5 han sido resistentes a otros patotipos en la región, lo que nos da la oportunidad de desarrollar cultivares con mejor resistencia y desplegarlos antes de que la enfermedad cause problemas económicos en otras áreas de América Central.

El presente trabajo reporta resultados de los estudios conducidos en Honduras y Guatemala sobre el control de la cenicilla en sorgo durante los ciclos de 1992-93, 1993-94 y 1994-95. Los objetivos de este estudio fueron: a) identificar el patotipo predominante de *P. sorghi* en zonas sorgueras de Honduras y Guatemala; b) monitorear a *P. sorghi* para cambios en virulencia mediante el uso de un juego de 10 genotipos diferenciales; y c) evaluar cultivares comerciales y líneas segregantes por su reacción a patotipo P5, en Comayagua.

Materiales y Métodos

Esta investigación consistió de tres estudios: I) Identificación del Patotipo Predominante; II) Monitoreo del Patógeno para Cambios en Virulencia; y III) Evaluación de Sorgos para Resistencia a P5.

Estudio I. Identificación del Patotipo Predominante.

Para identificar el patotipo de *P. sorghi* en cada localidad se utilizó el Vivero para Virulencia de Cenicilla (SDMVN). Este vivero (Cuadro 1) consta de 10 genotipos diferenciales para los patotipos más importantes de *P. sorghi* en las Américas. La semilla fue

Cuadro 1. Reacción de 10 genotipos de sorgo diferenciales (SDMVN) a *Peronosclerospora sorghi*.

Genotipos diferenciales	Reacción				
	P1	P2	P3	P4	P5
RTx7078	S ¹	S	S	S	S
RTx2536	S	S	S	S	S
S3541	R	S	S	S	S
SC170-6-17	R	S	S	S	S
RTx430	R	R	S	S	S
Brandes	R	R	R	S	S
EON495	R	R	R	R	S
SC414-12E	R	R	R	R	S
SC155	R	R	R	R	R
QL3(INDIA)	R	R	R	R	R
82BDM499	R	R	R	R	R

Fuente: Fernández, L y D. H. Meckenstock, 1987.

¹ S = susceptible y R = resistente

proveída por el Departamento de Patología de Plantas de la Universidad de Texas A&M. En los ciclos 1993-94 y 1994-95 se incluyó el diferencial para P4 (Brandes). El vivero se sembró en lugares donde se acostumbra a sembrar otros ensayos de sorgo o en campos con algún historial de cenicilla en el cultivo del maíz o que simplemente se siembre sorgo.

La incidencia de cenicilla en determinado genotipo del SDMVN indica el patotipo. Por ejemplo, si solamente se observa incidencia en RT x 7078 y RT x 2536, el patotipo predominante es P1; si se observa en CS3541 y SC170-6-17, el patotipo predominante es P2; y si solamente los genotipos SC155, QL3(INDIA) y 82BDM499 no muestran incidencia, el patotipo es P5.

En la determinación de la incidencia de cenicilla se contó el número de plantas que presentaron la enfermedad en cada fecha de muestreo. Cuando se presenta a las tres semanas, su presencia indica que es una infección del tipo primario, proveniente de oosporas que se encontraban en el suelo. Si se presenta entre las 8-12 semanas, indica infección secundaria causada principalmente por micelios provenientes de plantas infectadas al principio. La infección a las 12 semanas se observa en los hijos de la planta madre, la cual completó su ciclo sin mostrar síntomas. Las infecciones al principio son más destructivas, ya que las plantas no producen panícula ni grano.

Estudio II. Monitoreo del Patotipo por Cambios en Virulencia.

El monitoreo consiste básicamente en comparar las incidencias diferenciales de los genotipos del SDMVN en áreas y años diferentes. En cada área se siembran varias réplicas del vivero SDMVN. Durante los tres ciclos, el monitoreo del patotipo de *P. sorghi* se condujo en seis localidades en Honduras y en tres en Guatemala (Cuadro 2).

En el ciclo 1992-93 en Zamorano, el vivero se sembró en seis fechas de siembra; tres en la época de primera (13 y 23 de junio y 3 de julio) en la Terraza #10 del campo experimental de Agronomía, y tres en la de postrera (8, 14, y 21 de septiembre) en la Terraza Nº 8. En Comayagua se sembraron seis repeticiones en el ote 11B del Centro de Enseñanza y Desarrollo Agrícola (CEDA). También se sembraron réplicas en Catacamas (Olancho), Yorito (Yoro) y Jamastrán (El Paraíso). En Guatemala se establecieron dos repeticiones del vivero de genotipos diferenciales en una finca comercial, donde el cultivo anterior fue maíz.

CONTROL DE CENICILLA EN SORGO

Cuadro 2. Distribución de los viveros de cenicilla (SDMVN) en Centromérica durante los años de 1992 y 1993.

País	N° de réplicas			Colaborador	Institución
	1992-93	1993-94	1994-95		
Honduras	28	28			
Comayagua	6	18	18	Dr. Napoleón Discua, Ing. Héctor Tablas, Ing. Alberto Morán	CEDA
Zamorano	6	4	4	Ing. Guillermo Cerritos	EAP
Rapaco	2	4	2	Ing. Guillermo Cerritos	EAP
Catacamas	4	2	4	Ing. Faustino Reyes	ENA
				Ing. Alberto Morán	ENA
Yorlto	2	0	0	Lic. Manuel Martínez	DRI Yoro
Jamastrán	2	0	0	Ing. Oscar Rublo	SRN
Guatemala	2	8			
Nueva Concepción	2	4	0	Ing. Adolfo Fuentes	Particular
Las Vegas		2	0	Ing. Antonio Cristiani	Cristiani Burkard
Jutiapa		2	0	Ing. Oscar Martínez	ICTA
Total	24	36	28		

En el ciclo 1993-94, en Comayagua se sembraron 18 repeticiones del vivero distribuidas en el lote 12A del CEDA. En Zamorano se sembraron dos réplicas en la Terraza N° 8 (24 de julio), y otras dos en la Terraza N° 10 (8 de septiembre). En Rapaco se sembraron dos réplicas el 14 de agosto y dos adicionales el 15 de septiembre. En Guatemala se sembraron ocho réplicas; cuatro en la localidad de Nueva Concepción (Fincas El Semillero y El Cerrito), ambas sembradas el 30 de noviembre con la ayuda del Ing. Adolfo Fuentes; dos réplicas en la localidad de las Vegas, Tiquisate, sembradas el 27 de agosto con la colaboración del Ing. Antonio Cristiani; y dos réplicas en Jutiapa, Jutiapa, en colaboración con el Ing. Oscar Martínez, Jefe del Proyecto Sorgo del ICTA.

En el ciclo 1994-1995, en la localidad de Comayagua se establecieron nuevamente 18 réplicas del SDMVN en el lote 12A del CEDA, las que se distribuyeron entre los diferentes ensayos y viveros establecidos en este lote. En Zamorano se establecieron cuatro réplicas, dos en la Terraza N° 7 y dos en la Terraza N° 10. En la localidad de Rapaco se establecieron dos réplicas, mientras que en Catacamas, Olancho, se establecieron cuatro.

Estudios III. Evaluación de Germoplasma.

Las evaluaciones de germoplasma de sorgo se llevaron a cabo en la finca experimental del CEDA, donde ya se había detectado P5 (Fernández y Mec-

kenstock, 1987). Con el propósito de aumentar la incidencia de P5 en el campo experimental, se utilizaron genotipos dispersores de inóculo secundario o conidias (Collins, 1992). Los dispersores sembrados fueron la línea SC414-12E y el híbrido ATx623*SC414-12E, por ser ambos resistentes a P1, P2, P3, y P4, permitiendo solamente la diseminación y aumento de conidias de P5. En el ciclo 1992-93 estos diferenciales se sembraron 15 días antes de la siembra de los ensayos y viveros (21 de agosto); mientras que en los dos ciclos siguientes se sembraron simultáneamente con los ensayos y viveros en el mes de noviembre. Los dispersores se sembraron cada 9-11 surcos de siembra, dependiendo del número de surcos por parcela en ensayos y viveros. Ambos dispersores se sembraron alternadamente y a todo lo largo del lote. Los sorgos evaluados en Comayagua fueron híbridos comerciales, maicillos mejorados, y poblaciones segregantes (F₂-F₈) derivadas de cruza entre maicillos criollos y materiales exóticos.

Se reportan datos de incidencia para cada localidad, año, ensayo y vivero. La incidencia es el porcentaje de plantas que presentan los síntomas sistémicos característicos de la cenicilla; la incidencia reportada es el máximo porcentaje de plantas afectadas tomando en cuenta los conteos realizados.

Resultados y Discusión

Las condiciones ambientales en los tres años de estudio fueron muy variables, especialmente con respecto a la precipitación, lo que incidió en la densidad de inóculo. Las condiciones secas, acompañadas de temperaturas más altas, aparentemente afectaron la sobrevivencia de las oosporas en el suelo como inóculo disponible para 1993.

Estudio I. Identificación del Patotipo Predominante.

Los resultados en general indican que el patotipo predominante en la región es el P1, y se encuentra diseminado en Honduras y Guatemala (Cuadro 3). En ambas localidades, los diferenciales para P1 (RTx7078 y RTx2536), presentaron consistentemente la enfermedad. Se observó mayor prevalencia en Zamorano y en Escuintla, Guatemala (1992-93); la consistencia de prevalencia de P1 en Zamorano hace de esta localidad un sitio adecuado para discriminar por resistencia a P1.

Estudio II. Monitoreo del Patotipo por Cambios en Virulencia.

Los resultados del monitoreo de *P. sorghi* por medio de la reacción de líneas diferenciales en 86 viveros distribuidos en Honduras y Guatemala en los ciclos 1992-93, 1993-94 y 1994-95, indican que los patotipos de *P. sorghi* son todavía el P1 y el P5. La incidencia de plantas con cenicilla en los tres ciclos del estudio fueron bajas comparadas con otros años como 1990 y 1986, pero fue suficiente para lograr discriminar entre

patotipos con diferente virulencia. Los porcentajes de incidencia expresados en el Cuadro 3 y la Figura 1, revelan que P1 todavía sigue siendo el patotipo predominante en la región, pero que existe suficiente variabilidad en la virulencia de *P. sorghi* para que en cualquier momento que existan las condiciones apropiadas, se provoque un cambio de virulencia. Estos resultados realzan la importancia de monitoreos continuos y sistemáticos por los responsables de proteger la industria del sorgo en Honduras.

La ausencia de la enfermedad en los viveros de SDMVN establecidos en Olancho, Rapaco y Jamartrán en los tres ciclos de evaluación, así como en las tres localidades de Guatemala en 1993-94, sugieren que la mayoría de los sorgos cultivados (híbridos y variedades comerciales) en estas localidades poseen un nivel de resistencia adecuada que no ha permitido el aumento de inóculo a niveles que puedan causar una epidemia (>8%) ni un cambio significativo en la virulencia del patógeno. Además, indica que las condiciones ambientales en estas localidades no favorecieron el afecto de la enfermedad a niveles económicos.

En algunas localidades como Yorito, la ausencia de la enfermedad indica ausencia del patógeno. En esta localidad se establecieron otros ensayos incluyendo una colección de 55 sorgos escoberos, que pese a ser en su mayoría muy susceptibles a cenicilla (Mckenstock *et al.*, 1992), no mostraron incidencia de la enfermedad.

La Figura 1 describe muy elocuentemente la reacción de los 10 genotipos diferenciales en 86 repeticio-

Cuadro 3. Reacción de 10 genotipos de sorgo diferenciales a *Peronosclerospora sorghi*, en Honduras y Guatemala, en los ciclos 1992-93, 1993-94 y 1994-95 (porcentaje).

Genotipos	Reacción					Honduras									Guatemala		Media
	P1	P2	P3	P4	P5	1992-93			1993-94			1994-95			92-93	93-94	
						C	Z	Otras	C	Z	Otras	C	Z	Otras			
RTX7078	S	S	S	S	S	12.5	9.7	0.0	6.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	4.5
RTX2536	S	S	S	S	S	11.2	1.8	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	0.0	5.3
CS3541	R	S	S	S	S	4.3	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
SC170-6-17	R	S	S	S	S	0.4	0.0	0.0	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
RTX430	R	R	S	S	S	6.3	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
Brandes	R	R	R	S	S	—	0.0	0.0	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	0.0	1.1
EON495	R	R	R	R	S	15.4	0.0	0.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	2.3
SC414-12E	R	R	R	R	S	12.6	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
SC155	R	R	R	R	R	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
QL3(INDIA)	R	R	R	R	R	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
82BDM499	R	R	R	R	R	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

C = Comayagua; Z = Zamorano; E = Escuintla, J = Jutiapa

CONTROL DE CENICILLA EN SORGO

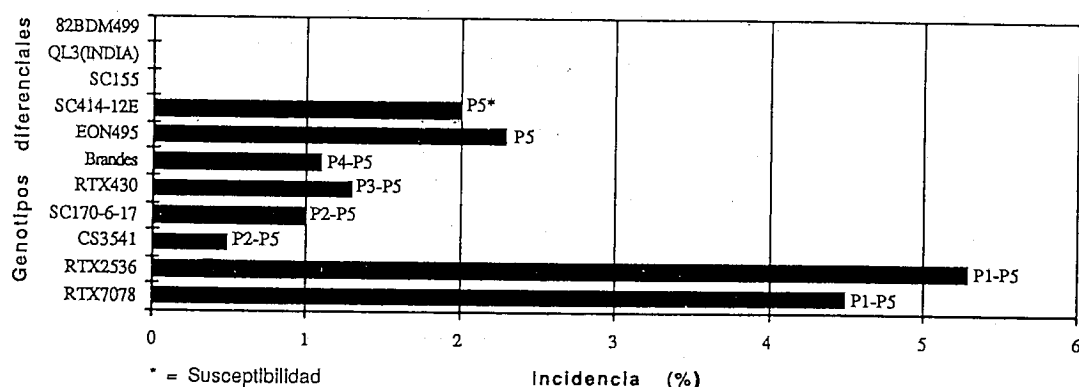


Figura 1. Variabilidad de la reacción a *Peronosclerospora sorghi* de 10 genotipos de sorgo diferenciales en Honduras y Guatemala, en los ciclos 1992-93, 1993-94 y 1994-95.

nes del vivero SDMVN establecidas en los tres ciclos de estudio, y la importancia del monitoreo sistemático y continuo. Fácilmente se observa que P1 es el patotipo predominante, y que P5 es el patotipo que se debe de monitorear dado que rompe las fuentes más estables de resistencia a *P. sorghi* en ambientes tropicales como los de Centro América. Los tres genotipos totalmente resistentes a P5, SC155, QL3(INDIA) y 82BDM499, representan unas de las últimas defensas con que cuentan los mejoradores de sorgo para la defensa de la industria del sorgo en caso de un cambio en virulencia diferente que P5.

Con los niveles de resistencia que poseen los cultivares comerciales y el monitoreo sistemático para cambios en la virulencia, la industria de sorgo puede seguir desplegando cultivares con altos niveles de resistencia al patotipo P1, y adecuados para el patotipo P5 (6-8%), a manera de reducir las posibilidades de un aumento de P5.

Estudios III. Evaluación de Germoplasma.

La pérdida de resistencia a *P. sorghi* y los cambios en virulencia son una preocupación constante entre los fitomejoradores y patólogos de sorgo en muchas partes de Estados Unidos, Brasil y Centroamérica. Las condiciones ideales que presenta la localidad de Comayagua hacen posible anteponernos a la pérdida en resistencia de los cultivares comerciales a través de evaluaciones anuales. Adicionalmente, la incorporación de resistencia a los cultivares de maicillos criollos tiende a estabilizar la industria de sorgo en Centroamérica.

Los Cuadros 4, 5 y 6 presentan un resumen de los viveros y ensayos evaluados en Comayagua en los ciclos de postrera de 1992-93, 1993-94 y 1994-95. La proporción de genotipos resistentes y susceptibles fue diferente para cada grupo evaluado. En todos los ciclos, el rango de incidencia fue de 0 a 100 por ciento, indicando que la cantidad y distribución de inóculo

Cuadro 4. Distribución de los genotipos evaluados por su reacción a P5, en Comayagua, Honduras, 1992-93.

	Distribución de los genotipos (%)						Incidencia Rango %
	n	0	1-6	6-11	11-20	>20	
Híbridos comerciales	41	7	88	2	3	0	0 - 11
EIME	36	3	69	17	3	8	0 - 33
Maicillos mejorados F2	191	4	79	10	5	2	0 - 33
Maicillos mejorados F3	120	56	12	13	6	1	30 - 100
Maicillos mejorados F4	34	47	32	12	6	3	0 - 29
Maicillos mejorados F5	369	59	21	7	7	6	0 - 100
Maicillos mejorados F6	143	40	15	10	14	21	0 - 70
Total	934	31	42	10	10	7	

R = resistente <6%, MR = moderadamente resistente 6 a 10%, MS = moderadamente susceptible 11 a 20% y S = susceptible >20%.

Cuadro 5. Distribución de los genotipos evaluados por su reacción a P5, en Comayagua, Honduras, 1993-94.

	Distribución de los genotipos (%)						Incidencia Rango %
	n	0	1-6	6-11	11-20	>20	
Híbridos comerciales	21	0	0	0	0	0	0
EIME	36	0	0	0	0	0	0
Maicillos mejorados F2	53	0	12	19	29	40	6 - 100
Maicillos mejorados F3	143	51	42	4	1	2	1 - 72
Maicillos mejorados F4	24	10	14	0	0	0	0 - 50
Maicillos mejorados F5	5	100	0	0	0	0	0 - 6
Total	285	31	11	5	14	31	0 - 100

R = resistente <6%, MR = moderadamente resistente 6 a 10%, MS = moderadamente susceptible 11 a >20% y S = susceptible >20%.

Cuadro 6. Distribución de los genotipos evaluados por su reacción a P5, en Comayagua, Honduras, 1994-95.

	Distribución de los genotipos (%)						Incidencia Rango %
	n	0	1-6	6-11	11-20	>20	
Híbridos comerciales	21	0	2	0	0	0	0 - 2
EIME	25	0	0	0	0	0	0
Maicillos mejorados F3*	766	760	6	0	0	0	1 - 100
Maicillos mejorados F3**	553	366	51	46	40	50	1 - 100
Maicillos mejorados F4*	749	742	7	0	0	0	1 - 100
Maicillos mejorados F4**	1,236	865	61	57	67	86	1 - 100
Maicillos mejorados F5**	347	341	5	1	0	0	0 - 100
Maicillos mejorados F6**	46	46	0	0	0	0	0 - 9
Maicillos mejorados F7**	249	248	1	0	0	0	0 - 5
Maicillos mejorados F8**	102	101	1	0	0	0	0 - 5
Total	4,094	3,469	134	104	107	136	

R = resistente <6%, MR = moderadamente resistente 6 a 10%, MS = moderadamente susceptible 11 a >20% y S = susceptible >20%.

* Comayagua, ** Rapaco

en el campo fue suficiente para lograr establecer una reacción diferencial, debido a la siembra de los genotipos dispersores (SC414 y ATx623 x SC414).

Los cultivares comerciales utilizados por los agricultores en Centroamérica mostraron los niveles de incidencia esperados en los tres ciclos de evaluación, considerando la variabilidad de las condiciones ambientales. En el ciclo 1992-93 (Cuadro 4), el 88 por ciento de los genotipos comerciales mostraron baja incidencia de la enfermedad (<6%) y ninguno mostró incidencia mayor del 20 por ciento.

En el ciclo 1993-94 (Cuadro 5) ninguno de los cultivares comerciales mostró incidencia. Debido a que la enfermedad no se presentó durante las fechas de muestreo normales, se realizó un muestreo extra para observar algún escape, detectándose una deficiencia

de hierro, la cual se asemeja en gran manera a los síntomas producidos por la cenicienta.

En el ciclo 1994-95 (Cuadro 6) se obtuvieron resultados similares a los del ciclo anterior, salvo que en este ciclo 2 cultivares presentaron incidencia menor que 6 por ciento. Algo muy particular de estos dos ciclos es que no se incluyeron los híbridos de sorgo del PCCMCA. Generalmente este ensayo contiene sorgos a nivel experimental y muchos de ellos muestran niveles bastante altos de susceptibilidad.

Las diferencias en incidencia muestra claramente que bajo condiciones tropicales existe la necesidad de evaluaciones anuales de los cultivares comerciales. En condiciones ambientales tan variadas, un cultivar que no muestra la enfermedad un año no necesariamente será siempre resistente a este patotipo; mientras que si un cultivar es susceptible un año, siempre

va a ser susceptible. Estos datos también reflejan la importancia del Vivero de Cenicilla en la estabilidad de la producción del sorgo en Centroamérica.

El mismo caso sucedió con los maicillos mejorados en el EIME. En el ciclo 1992-93, el 72 por ciento de genotipos mostraron resistencia (<6%) y solamente los testigos de maicillo criollo, los maicillos mejorados de Guatemala y El Salvador y un maicillo mejorado de Honduras, superaron el 20 por ciento de incidencia de P5; mientras que en los ciclos de 1993-94 y 1994-95 el nivel de incidencia fue cero. En estos dos ciclos, se introdujeron nuevos cultivares de maicillo mejorado al EIME, los que poseen niveles de resistencia más altos que los cultivares evaluados en el ciclo 1992-93.

Los datos más observaciones de campo sugieren que, a pesar de los bajos niveles de incidencia en el lote, los nuevos maicillos mejorados presentan niveles apropiados de resistencia y de alguna manera evitan la dispersión del inóculo secundario. Estos resultados tienen aplicación directa para prevenir el aumento de patotipos más virulentos en campos de maicillo, especialmente arriba de los 400 msnm. Muchos de los maicillos mejorados con resistencia intermedia a P5 muestran buena resistencia a P1 en Zamorano, lo que es adecuado para evitar o retrasar el establecimiento de P5 en otros lugares.

Las poblaciones segregantes derivadas de cruces entre los maicillo criollos con líneas élites introducidas de la Universidad de Texas A&M y el ICRISAT, utilizadas en los ciclos 1992-93 y 1993-94, mostraron poseer suficiente variabilidad para seleccionar genotipos con buenos niveles de resistencia a P5. En el ciclo 1993-94 las poblaciones F4 y F5 mostraron los mejores niveles de resistencia (<6%), indicando que las selecciones realizadas en el ciclo 1992-93 fueron efectivas (Cuadros 4 y 5).

En el ciclo 1994-95, el rango de incidencia fue de 0 a 100 por ciento. En este ciclo se incluyeron más de 2,000 familias de selecciones realizadas en Rapaco en el ciclo 1992-93, siendo por primera vez sometidas a P5 en Comayagua. Los resultados indican claramente que estos maicillos no poseen resistencia a P5, en contraste con selecciones realizadas en ciclos anteriores en Comayagua y generaciones avanzadas de las selecciones de Rapaco (F5-F8), las cuales fueron sometidas a un ciclo de selección en Comayagua en años anteriores, y sí muestran un excelente nivel de resistencia.

Híbridos Comerciales: El Cuadro 7 presenta un resumen de la reacción a P5 de los híbridos comerciales evaluados a partir del ciclo de 1989-90 a 1994-95. Este Cuadro es único en su género y contiene casi todos los híbridos con potencial para ser comercializados en las zonas tropicales. Estos materiales corresponden a los híbridos de las casas comerciales evaluados en el ensayo PCCMCA y Comportamiento de Híbridos Graníferos Comerciales que lleva a cabo el Proyecto de Sorgo.

Hasta la fecha, se han evaluado 51 cultivares comerciales y experimentales de 12 compañías comerciales. Todos estos cultivares poseen buena resistencia a P1, como se observó en Zamorano (datos no mostrados). Actualmente, estos cultivares mejorados son de gran importancia en la producción de granos básicos, ya que con ellos se produce el 40 por ciento del total del grano de sorgo en Honduras. Además, su producción alivia la demanda por el maíz consumido por la industria de alimentos concentrados.

Esta información también es muy valiosa para las autoridades del Ministerio de Recursos Naturales, ya que la utilizan para los permisos de importación respectivos. Un cultivar susceptible como el híbrido X-274 de la Dekalb, no fue comercializado por esta evaluación en el ciclo 1992-93, a pesar de mostrar un excelente potencial de rendimiento.

Las enfermedades requieren de tres condiciones para su expresión: condiciones ambientales favorables, genotipos susceptibles y altas poblaciones de inóculo. Debido a estos requerimientos, la vigilancia contra la cenicilla debe de ser continua, es decir, a través de los años. Si se evalúa en un sólo año y uno de los factores no es favorable para la enfermedad, se pueden seleccionar cultivares que no muestran susceptibilidad asumiendo que son resistentes, y encontrar posteriormente que realmente son susceptibles.

Maicillos: Los maicillos mejorados más avanzados se evalúan en el Ensayo Internacional de Maicillos Enanos (EIME). Este ensayo se siembra en varias localidades para estimar adaptación, rendimiento y resistencia a múltiples enfermedades. En general, la incidencia de cenicilla en Comayagua fue como se esperaba y siguió los patrones de variabilidad esperados, considerando que todos los años se incluyen nuevos cultivares con mayor resistencia a cenicilla.

Los maicillos criollos (testigos) mostraron incidencias más altas que los maicillos mejorados. Aunque muchos de estos cultivares poseen baja resistencia a

Cuadro 7. Incidencia de cenicilla causada por *Peronosclerospora sorghi* patotipo P5, en 53 cultivares comerciales de sorgo evaluados en Comayagua, Honduras.

Cultivares	Compañía	Incidencia (%)					
		1994-95	1993-94	1992-93	1991-92	1990-91	1989-90
1 AGRIDEC-34	Agridec			1.7	-	-	-
2 AGRIDEC-74	Agridec			0.7	-	-	-
3 ST715-DR	Agripro			1.1	0.4	-	-
4 ST686	Agripro			0.7	0.2	-	-
5 AP9850	Agripro			0.2	0.6	-	-
6 AP9860	Agripro						
7 AG-2005	Agrocères			11.4	-	-	-
8 AG-1017	Agrocères			4.8	-	-	-
9 AG-3001	Agrocères			2.7	-	-	-
10 Apolo	Cargill			1.1	1	-	-
11 Júpiter	Cargill			0.9	0	-	-
12 H830	Cristiani Burkard			0.1	0.2	0	-
13 X889-74	Cristiani Burkard			9	-	-	-
14 X889-73	Cristiani Burkard			2.8	-	-	-
15 H887-V2	Cristiani Burkard			1.7	1	11	-
16 X889-75	Cristiani Burkard			1.3	-	-	-
17 H887-V1	Cristiani Burkard			0.8	1	10	-
18 H886	Cristiani Burkard			0.4	1	10	-
19 H886-G1	Cristiani Burkard						
20 H886-G2	Cristiani Burkard						
21 X-274	Dekalb			1.0	-	-	-
22 DK-77	Dekalb			0.7	0.9	-	-
23 DK-65	Dekalb			0.6	0.6	-	-
24 DK-64	Dekalb			0.2	0.5	5	3
25 DK-73	Dekalb			0.1	0.3	-	-
26 DK-xX66	Dekalb	1.0					
27 ATx2577 * RTx2872	EAP			1.1	-	-	-
28 ATx378 * RTx430	EAP			1.0	-	-	-
29 Islap Dorado	EAP			0.9	0	19	-
30 ATx626 * R8503	EAP			0.8	-	-	-
31 ATx2801 RTx2872	EAP			0.6	-	-	-
32 HES9205	Hoecht						
33 HES8902	Hoecht						
34 HES9259	Hoecht						
35 P-8418	Pioneer			2.0	-	-	-
36 P-8233	Pioneer			0.9	0	9	-
37 P-8200	Pioneer			0	0	0	-
38 P-8240	Pioneer			0	0	-	-
39 P-8300	Pioneer			0	-	-	-
40 P-8315	Pioneer	1.0					
41 G125	Richardson Seed						
42 G22	Richardson Seed						
43 Y360	Richardson Seed			1.6	-	-	-
Y3 44	Richardson Seed						
45 Y-300	Richardson Seed			0.3	-	-	-
46 9300	Richardson Seed						
47 8660	Semillas Master			1.7	-	-	-
48 929R	Semillas Master			1.2	-	-	-
49 Gold-R	Semillas Master			1.1	-	-	-
50 8659	Semillas Master			0.9	-	-	-
51 911R	Semillas Master			0.3	-	-	-
52 Catracho	SRN			3.2	-	10	2
53 Sureño	SRN			1.9	1.4	24	-

R = resistente <6%, MR = moderadamente resistente 6 a 10%, MS = moderadamente susceptible 11 a 20% y S = susceptible >20%.

Diferencias en incidencia entre diferentes años son consecuencia del ambiente. Un cultivar resistente en un año, no necesariamente es resistente; sin embargo, un cultivar susceptible en cualquier año, sí es susceptible en otro año.

P5, este nivel de resistencia es adecuado para proteger la población de maicillos en el sur del país, donde el patotipo 1 presenta la mayor amenaza de una epidemia. La alta susceptibilidad de los maicillos, así como el tipo de agricultor que los cultiva, hacen que la resistencia genética sea la medida de control más efectiva y económica de esta enfermedad en Centro América.

Poblaciones Segregantes: Uno de los objetivos primarios del Proyecto Sorgo en Honduras es mejorar los maicillos criollos con respecto al rendimiento, calidad de grano y forraje, y resistencia a enfermedades. Parte de nuestro objetivo incluye la incorporación de la resistencia a *P. sorghi* a los maicillos. En el ciclo 1992-93, se evaluaron 847 familias; en 1993-94, 225; y en 1994-95, 4,048 familias, para resistencia a patotipo 5 en Comayagua (Cuadros 4,5 y 6). En este vivero se seleccionaron plantas de 149 familias en el ciclo 1992-93; en el ciclo 1993-94, se seleccionaron plantas de aproximadamente 80 familias con buen nivel de resistencia (<6%). Todavía no se ha hecho la selección en el ciclo 1994-95.

Las selecciones tempranas (F₃-F₅) serán avanzadas en el pedigrí y sembradas en Comayagua y Choluteca en el ciclo 1995-96, para el siguiente ciclo de selección. Bajo nuestro método de selección, en las generaciones F₂ a F₅ se seleccionan plantas individuales, mientras que en las generaciones más avanzadas, como F₅ en adelante, se selecciona con base en el comportamiento de la parcela. Por esta razón, en generaciones tempranas se acostumbra seleccionar plantas con buenas características agronómicas, aunque otras plantas en la parcela pueden mostrar cenicilla.

Las generaciones más avanzadas (F₇-F₈) de maicillos mejorados se incorporarán al ensayo de líneas avanzadas para obtener semilla autopolinizada, como se explicó anteriormente en este reporte. Algunas selecciones F₈ que llenan los requisitos de uniformidad y buenas características agronómicas, serán incorporadas en el EIME para su evaluación en múltiples ambientes durante el ciclo de 1995-96.

Conclusiones y Recomendaciones

En estos tres años de evaluación sistemática de la distribución, virulencia y fuentes de resistencia a cenicilla en Honduras, se ha proveído a la industria del sorgo con información valiosa para anticipar y controlar epidemias de esta enfermedad. Similarmente, la

incorporación de resistencia en nuevas líneas de maicillos seleccionadas en el vivero, nos indica que es posible combinar eficazmente alto potencial de rendimiento con resistencia a P5. Basados en estos enunciados, determinamos que el patotipo predominante en Comayagua en los tres ciclos fue P5; mientras que en Zamorano fue P1. En Nueva Concepción en Guatemala el patotipo identificado en el ciclo 1992-93 fue P1.

Es conveniente el monitoreo de la virulencia del patógeno en otras localidades en Centroamérica, como ser la costa del Pacífico de Guatemala, con el fin de determinar el patotipo y hacer las recomendaciones del caso; ya que a pesar de haber presentado baja incidencia, es recomendable un poco de esfuerzo ahora que es más económico que las pérdidas que puedan ocurrir cuando se presente una epidemia debido a cambios en virulencia de *P. sorghi*. Finalmente, las instalaciones del vivero de cenicilla en Comayagua, ofrecen a los interesados, el mejor lugar en las Américas para clasificar germoplasma por su reacción a patotipo P5.

Recomendamos tanto a mejoradores, programas de sanidad vegetal y compañías semilleras del área centroamericana, evaluar en nuestro vivero de Comayagua germoplasma de sorgo y maíz, tanto en generaciones tempranas como avanzadas, así como líneas élites y materiales comerciales. Algunas compañías ya están utilizando estas facilidades con el propósito de ofrecer a los agricultores cultivares de alto potencial de rendimiento y con mejor resistencia a *P. sorghi*. Es recomendable que todas las introducciones sean evaluadas en este vivero para identificar nuevas fuentes de resistencia y hacer disponible estos materiales a los mejoradores de sorgo de la región.

Referencias

- COLLINS, D. 1992. Inoculation techniques for *Peronosclerospora sorghi*. Texas A & M University, Department of Plant Sciences. Sin publicar.
- CRAIG, J., G.N. ODVODY, G.C. WALL, AND D. H. MECKENSTOCK. 1989. Sorghum downy mildew loss assessment with near-isogenic sorghum populations. *Phytopathology*, 79:4:448-451.
- FERNANDEZ, L. Y D.H. MECKENSTOCK. 1987. Virulencia a *Peronosclerospora sorghi* en Honduras. *Ceiba*, 28:79-100.
- FREDERIKSEN, R Y C. CASELA. 1989. Citado en: D. Meckensstock. In *Tropical Sorghum Conservation and Enhancement in Honduras and Central America*. INTSORMIL, Annual Report 1991. INTSORMIL Publication 92-2. p. 143.
- FREDERIKSEN, R.A. 1980. Sorghum downy mildew in the United States: overview and outlook. *Plant Dis.* 64:903-908.

- FUENTES, V. Y E.R. SALGUERO. 1982. Mildew en sorgo o maicillo. pp. 22-24. ICTA Folleto Técnico 19. Guatemala.
- GOMEZ, F. Y G. CERRITOS. 1993. Comportamiento de Sorgos Graníferos, 1992. Divulgación Técnica No.EAP/SRN/INTSORMIL-3.
- GOMEZ, F. Y D.H. MECKENSTOCK. 1992. Comportamiento de Sorgos Graníferos, 1991. Divulgación Técnica No.EAP/SRN/INTSORMIL-3.
- GOMEZ, F. Y D.H. MECKENSTOCK. 1991. Comportamiento de Sorgos Graníferos, 1990. Divulgación Técnica No.EAP/SRN/INTSORMIL-2.
- GOMEZ, F. Y D.H. MECKENSTOCK. 1990. Comportamiento de Sorgos Graníferos, 1989. Divulgación Técnica No.EAP/SRN/INTSORMIL-1.
- KUNENE, I.S., R.A. FREDERIKSEN AND G.N. ODVODY. 1991. Potencial of the *Chytrid Gaeteneriomyces* sp. As a biological control agent of systemic downy mildew. pp. 90-93. *In* Memoria Seventeenth Biennial Grain Sorghum and Utilization Conference: Directing the Decade, Lubbock, TX. 17-20 Feb. National Grain Sorghum Producers Association. Abernathy, TX.
- MECKENSTOCK, D.H., F. GÓMEZ, N.R. DISCUA AND C.T. HASH. 1992. Broomcorn resistance to sorghum downy mildew. *Sorghum Newsletter*, 33:38-39.
- MECKENSTOCK, D.H., Y G. C. WALL. 1987. Enfermedades de Sorgo en Honduras; su importancia y estrategias para su control. *CEIBA*, 28:102-113.
- MOFFAT, A.S. 1992. Improving plant disease resistance. *Science*, 257:482-483.
- ODVONY, G.N., R.A. FREDERIKSEN AND J. CRAIG. 1984. The integrated control of downy mildew. 38th Annual Corn and Sorghum Research Conference. 38:28-36.
- RODRÍGUEZ, A.R., J.J. OSORTO, Y H.S. CÓRDOBA. 1980. Proyecto para el control integrado de la enfermedad cenicilla *P. sorghi* en maíz en Honduras. Informe Técnico. Secretaría de Recursos Naturales, Tegucigalpa, Honduras.
- RODRÍGUEZ, A.R., J.J. OSORTO. 1979. Estudios preliminares sobre la cenicilla *P. sorghi* en el cultivo del maíz en Honduras. *In* Memoria XXIX Reunión Anual del PCCMCA, 5-8 de abril 1983. Panamá.

CONSERVACION *in situ* Y MEJORAMIENTO DEL MAICILLO (*Sorghum bicolor* L. MOENCH)¹

F. Gómez, G. Cerritos y A. Morán²

Los maicillos criollos son sorgos tropicales cultivados en la zona del Pacífico de Centroamérica. Han divergido de sus ancestros africanos por procesos alopátricos originando un grupo de sorgos únicos con marcada sensibilidad al fotoperíodo. Los maicillos tienen bajo rendimiento de grano ($t\ ha^{-1}$), susceptibilidad a enfermedades y pobre calidad forrajera. El grano se utiliza para la fabricación de tortillas cuando escasea el maíz y el rastrojo es utilizado para forraje. Este germoplasma representa una fuente inexplorada de reserva genética de *S. bicolor*. Hasta ahora se han identificado ecotipos con resistencia a *Colletotrichum graminicola*, *Puccinia sorghi* y *Cercospora fusimaculans*; antibiosis a *Spodoptera frugiperda* y tolerancia a suelos ácidos y a la sombra. El reemplazo del maicillo por cultivares introducidos representa una amenaza a su diversidad. Presentamos resultados sobre la conservación *in situ* y el mejoramiento del maicillo en Honduras. El mejoramiento se realiza utilizando métodos convencionales de hibridación con germoplasma exótico y seleccionando en ambientes múltiples. Los resultados más importantes hasta la fecha son: germoplasma de maicillos enanos (2-3 dw) que combina las características sobresalientes de ambos germoplasmas; una metodología de despliegue sistemático de tecnologías de manejo graduales que incluyen maicillos mejorados, tratamiento químico a la semilla para controlar un complejo de lepidópteros defoliadores llamado "langosta", y la aplicación de nitrógeno a la diferenciación floral, lo cual ocurre en el equinoccio de otoño. El despliegue de las tecnologías en campos de los agricultores, reduciría la erosión genética, convertiría a los agricultores en guardianes del germoplasma y permitiría la evolución y selección natural. Selecciones en progenies segregantes prove-

nientes de cruzas entre maicillos criollos y germoplasma exótico realizadas en Choluteca en los ciclos de 1993-94 y 1994-95, muestran combinaciones alélicas superiores para rendimiento, capacidad defensiva y calidad de grano y forraje. A través del EIME (Ensayo Internacional de Maicillos Enanos), se identificaron dos líneas superiores de maicillos mejorados, las cuales servirán de vectores de nuevas combinaciones alélicas en campos de los agricultores. Resultados de 95 lotes demostrativos indican que el rendimiento de grano se incrementa un 37 por ciento con el uso de maicillos mejorados; un 96 por ciento si además se controla la langosta; y hasta en 102 por ciento si aplican 60 kg de $N\ ha^{-1}$ a la diferenciación floral. El despliegue de germoplasma en campos de agricultores tendería a crear un mosaico de maicillos criollos mejorados y combinaciones entre ambos a través de introgresión natural, lo cual conservaría la diversidad genética de la especie *S. bicolor* en Centroamérica.

Los maicillos son sorgos (*Sorghum bicolor* L. Moench) tropicales diseminados en las regiones del Pacífico de Centroamérica. Se caracterizan por ser altos, tardíos, fotosensitivos y con un bajo pero estable rendimiento ($<1t\ ha^{-1}$). Desde su introducción a Centroamérica han divergido de sus ancestros africanos a través de procesos de diferenciación alopátrica, dando origen a un grupo de sorgos que se caracterizan por su marcada sensibilidad al fotoperíodo y adaptación al sistema intercalado con maíz (Gómez, 1988; 1991). Actualmente representan una fuente inexplorada de genes de la especie *Sorghum bicolor* única en el mundo. Se han identificado algunos ecotipos con resistencia a *Colletotrichum graminicola*, *Puccinia sorghi* y *Cercospora fusimaculans* (Frederiksen, 1989), antibiosis a *Spodoptera frugiperda* (Meckensstock, 1992), tolerancia a suelos ácidos (Duncan, 1991) y a la sombra (Moncada, 1991).

La mayor parte de las siembras de maicillo se efectúa intercalado con maíces criollos precoces en las laderas del sur de Honduras y otros lugares de Centro América. Este tipo de siembra proporciona al agricultor un seguro en caso de que la producción del cultivo de maíz se reduzca drásticamente, lo cual ocurre con

¹ Investigación realizada por el Departamento de Agronomía bajo convenio con la Secretaría de Recursos Naturales (Acuerdo No.3524-91) y la asistencia técnica de INTSORMIL/USAID (Programa Internacional de Sorgo y Mijo de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos) y el financiamiento del Programa de Reforzamiento a la Investigación en Granos Básicos (PRIAG, ITR AS-1993, PRIAG/IICA/CEE, Convenio CORECA/CEE/IICA 1993).

² Profesor Asociado y Asistentes de Investigación, respectivamente.

cierta frecuencia. El maicillo se utiliza como un sustituto del maíz en la elaboración de tortillas y otras comidas. Su forraje, llamado "guate", constituye la principal fuente de pasto henificado para el ganado en la época seca (Dewalt, 1985).

Para elevar el rendimiento del maicillo en estas regiones, es necesario en primer lugar, elevar su potencial genético de rendimiento y capacidad defensiva contra enfermedades y plagas; y en segundo lugar, estabilizar la productividad a nivel de finca mediante obras de conservación de agua y suelos (Gómez, 1990). Estudios realizados por Thompson (1991), en Namasigüe, Choluteca, demuestran que el uso de obras de conservación de suelos construidas por el Proyecto L.U.P.E. y otras agencias privadas de desarrollo, minimizan las pérdidas de suelo, incrementan la acumulación de materia orgánica y mejora la capacidad de almacenamiento de agua, resultando en un incremento significativo de 35 por ciento más en la producción de biomasa (8,687 versus 5,563 kg ha⁻¹). Una vez que se han tomado las medidas para estabilizar el suelo, es importante proveer un manejo agro-

nómico adecuado que incluya control de plagas, especialmente durante el establecimiento del cultivo, y una nutrición adecuada con nitrógeno en la etapa de la diferenciación floral y en casos necesarios, con fósforo al momento de la siembra. El reemplazo del maicillo por cultivares introducidos insensibles al fotoperíodo, representa una amenaza a su diversidad genética e imposibilita el sistema de siembra intercalada con maíz usado por los pequeños agricultores de ladera. En 1981 se inició un programa a largo plazo para el mejoramiento genético de los maicillos y la reducción de la erosión genética. Los objetivos del programa son ejecutados por el Proyecto Sorgo EAP/SRN y son: 1) el reemplazo sistemático de alelos que permitan incrementar la producción de grano, resistencia a enfermedades e insectos y la mejora de la calidad del grano y forraje; 2) despliegue sistemático y continuo de maicillos mejorados a campos de agricultores para que ellos mismos sirvan como guardianes *in situ* de esta diversidad genética; 3) favorecer la introgresión de este germoplasma con los maicillos criollos de tal manera que se forme un mosaico de

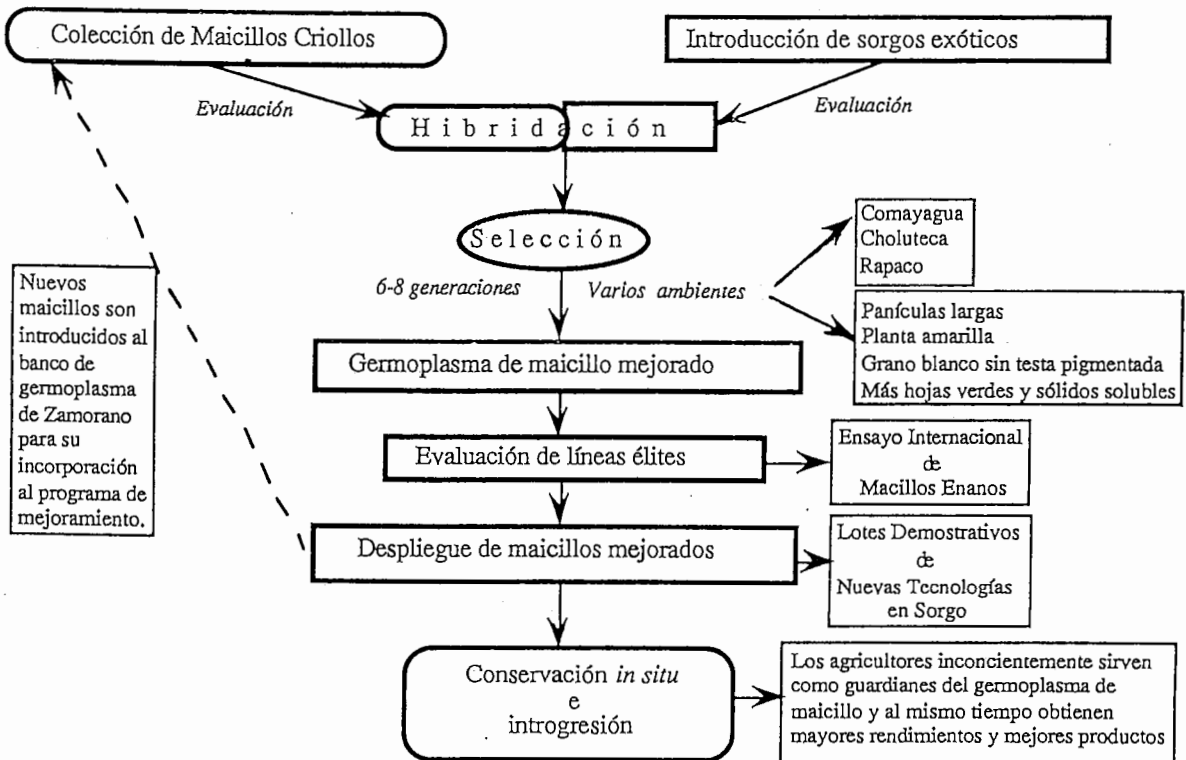


Figura 1. Metodología de mejoramiento y conservación *in situ* de los maicillos generada por el Proyecto Sorgo EAP/SRN en colaboración con PRIAG, la Secretaría de Recursos Naturales e INTSORMIL.

criollos, mejorados y combinaciones entre ambos, permitiendo la evolución natural. El propósito de este trabajo es documentar avances y logros sobre el mejoramiento y conservación *in situ* de los maicillos en Honduras en los años de 1993 y 1994, financiados por el PRIAG, la Escuela Agrícola Panamericana, la Secretaría de Recursos Naturales, el Proyecto Internacional de Sorgo y Mijo y la empresa privada.

Materiales y Métodos

El Proyecto de Mejoramiento y Conservación de Maicillos, con sede en la Escuela Agrícola Panamericana, involucra tres actividades: a) Viveros de mejoramiento; b) Ensayo de maicillos enanos y; c) Lotes Demostrativos de Nuevas Tecnologías de Sorgo. Estas actividades se esquematizan en la Figura 1.

Viveros de Mejoramiento

El mejoramiento genético de las poblaciones de maicillo criollo se realiza con métodos convencionales (Figura 1) e incluye: a) Colección y evaluación de germoplasma de maicillo criollo e introducción y evaluación de germoplasma exótico de diversos programas de mejoramiento; b) Cruzamiento entre maicillos criollos y materiales exóticos; y c) Selección y evaluación de progenies segregantes en múltiples ambientes. La finalidad de estas actividades es desarrollar un germoplasma de maicillo mejorado con altura de planta baja (2-3 dw), alta capacidad de rendimiento de grano y forraje, amplia resistencia a enfermedades y buena calidad de grano y forraje. Las progenies segregantes son seleccionadas en ambientes diversos, usando como criterios de selección los siguientes: 1) panículas largas con buena ejerción, alto número de granos y buen peso, indicadores de buen rendimiento de grano; 2) plantas de color amarillo y en algunos casos rojo con grano blanco sin testa pigmentada, indicadores de buena calidad tortillera y nutricional; 3) altura de planta (2-3 dw), indicador de tolerancia al acame y mejor índice de cosecha; y 4) mayor porcentaje de hojas verdes al momento de cosecha y alto contenido de sólidos solubles, indicadores de mejor calidad de forraje.

Ensayo de Maicillos Enanos

Después de 6-8 generaciones, las líneas avanzadas provenientes de los viveros de selección son evaluadas en el EIME, por rendimiento de grano y forraje, comportamiento agronómico y calidad tortillera. Durante los ciclos 1993-94, los ensayos EIME consistieron de

36 entradas y fueron establecidos en 4 localidades. Las entradas de 1993 incluyeron 16 híbridos de maicillo con hembras insensitivas y algunas hembras fotosensitivas parcialmente esterilizadas. En 1994-95 se reemplazaron algunos híbridos por líneas avanzadas, ya que en 1995-96 se formará un ensayo de híbridos en observación.

En cada localidad se estima el rendimiento y sus componentes, y la reacción a enfermedades y estreses propios de las zona. Por ejemplo, en Choluteca se hace énfasis en mancha gris, en Olancho a antracnosis y otras enfermedades foliares, en Zamorano y Rapaco a roya, y en Comayagua a cenicilla y enfermedades foliares.

Lotes Demostrativos de Nuevas Tecnologías de Sorgo

Los mejores maicillos mejorados son evaluados y desplegados en campos de agricultores para observar su aceptación y medir la respuesta al manejo agronómico del agricultor, al control de plagas y a la fertilización nitrogenada. El despliegue de cultivares y tecnologías de manejo mejoradas se concentra en la faja maicillera del sur y centro del país y se realiza utilizando una red informal de extensionistas-cooperadores que incluyen organizaciones gubernamentales y privadas, a quienes se les provee la información y asistencia técnica necesarias para utilizar las parcelas demostrativas, de tal manera que sirvan para organizar días de campo y otras actividades de promoción.

El cinturón maicillero se encuentra en una región cuyo clima es lluvioso con invierno muy seco (Andrade, 1978). La precipitación anual es de 1,000 a 2,000 mm con un patrón de distribución bimodal y una estación seca de noviembre hasta abril. Durante los meses de julio y agosto ocurre un fenómeno climatológico que produce un déficit de precipitación, conocido coloquialmente como "canícula", la cual es muy variable. La topografía es bastante irregular con predominio de montañas (100-600 msnm) de formación de granito y basalto que cubren un 62 por ciento de la región. Los suelos son bastante fértiles, aunque poco profundos y con baja capacidad de almacenamiento de agua (Thompson, 1992).

Las tecnologías demostradas y desplegadas en la zona maicillera incluyen: a) uso de cultivares de maicillo mejorado; b) control de insectos del suelo y durante el establecimiento temprano del cultivo; y c) fertilización nitrogenada al momento de la diferenciación floral. Estas tecnologías se arreglan en forma sistemática y gradual en parcelas de 144 m², cuyas di-

mensionese acomodan al espacio disponible. Se recomienda a los cooperadores, establecer las parcelas preferiblemente en terrenos donde existan obras de conservación de suelos.

Los primeros dos cultivares de maicillos mejorados que, a nivel experimental, llenan los requisitos para ser utilizados como vectores de alelos superiores para rendimiento, calidad, resistencia a enfermedades y adaptación a las siembras intercaladas con maíz, son las líneas DMV179 (SPV-346*Gigante) y DMV197 (TAM4*28Porvenir), conocidas como "Gigante Mejorado" y "Porvenir Mejorado", respectivamente. Ambas han resultado sobresalientes en las evaluaciones del EIME conducidas en cuatro localidades de Honduras durante varios años (Gómez y Meckenstock, 1993; Gómez, 1994). Son 10 veces más resistentes que los mejores maicillos criollos (Pelotón, Porvenir, San Bernardo III y otros) al organismo causal de la cenicilla (*Peronosclerospora sorghi*) patotipo 5, que es una enfermedad de importancia económica en América Central (Meckenstock, 1986). También poseen excelente resistencia a *Cercospora sorghi*, organismo que produce mancha gris de la hoja, enfermedad que reduce el área foliar significativamente (Gómez y Meckenstock, 1993). Ambos maicillos mejorados se adaptan muy bien a las siembras de primera en cultivo puro o intercalado con maíz. Gigante Mejorado tiene color de planta amarillo, mayor macollamiento y produce tortillas de excelente calidad, mientras que Porvenir Mejorado tiene color de planta rojo, pero produce tortillas de color oscuro (Rooney, 1993).

Estos dos maicillos mejorados poseen buen rendimiento de grano y maduran 10-15 días más temprano que los criollos. La precocidad de estos cultivares es una ventaja bajo condiciones de escasa precipitación al término de la estación lluviosa, lo cual hace que completen su ciclo sin experimentar déficit hídrico al final de la etapa de llenado de grano (E7-E8), como frecuentemente ocurre en la zona maicillera. También, su altura más baja (1.8-2.2 m) mejora el índice de cosecha, reduce el acame y facilita la cosecha.

Una vez que se ha aumentado el potencial genético y tomadas las medidas para estabilizar el suelo, los agricultores de maicillo enfrentan los daños causados por un complejo de lepidópteros denominado langosta, que incluye a varios miembros de la familia Noctuidae: *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), *Metoponpnemata rogenhoferi* (Moeschler), *Spodoptera*

latifascia (Walker) y *Mocis latipes* (Guenee); los cuales ocasionan daños severos durante el establecimiento del cultivo al reducir la densidad de población de plantas (Portillo, 1991). Para reducir este efecto, se incluye una parcela que demuestra y compara, como el control de esta plaga al tratar la semilla con un insecticida sistémico de baja toxicidad (Promet 400CS[®], Furatiocarb), reduce las pérdidas de plántulas (Trabanino, 1986). El efecto esperado al controlar las plagas del suelo es obtener una densidad de plantas apropiada para que, en caso de utilizar fertilizante nitrogenado, las plantas compensen con mayor número de panículas, mayor número de granos y de mayor peso.

La aplicación de fertilizantes nitrogenados al maicillo no es utilizada por los agricultores. Esto es, en parte, debido a la pobre respuesta del maicillo criollo a la fertilización, las condiciones edáficas y la escasez de información sobre cómo y cuándo fertilizar con nitrógeno el maicillo. Sin embargo, los maicillos mejorados sí responden con mayor cantidad de grano a la fertilización nitrogenada, ya que han sido seleccionados por su respuesta (Palma, 1989). Nuestras investigaciones en años anteriores indican que la mejor época para fertilizar el maicillo es durante los últimos diez días de septiembre, que es cuando el maicillo entra en la etapa reproductiva (E3) y cumple su requerimiento de fotoperíodo (Meckenstock, 1987). Por esta razón, utilizamos una parcela que incluye además de un cultivar de maicillo mejorado, el control de la langosta y la aplicación de 60 kg ha⁻¹ de N a la diferenciación floral. Esta cantidad es suficiente para producir 2 t ha⁻¹ de grano (Sánchez, 1981).

Para que el extensionista y el agricultor puedan hacer una comparación sistemática y gradual de su tecnología con la desplegada por el Proyecto Sorgo, se incluye como testigo una parcela con el maicillo y manejo del agricultor en cada localidad. También, esta parcela es fundamental en el proceso de conservación del germoplasma de maicillo criollo. De la semilla del agricultor se obtiene una muestra, la cual se evalúa y si muestra buenas características se incorpora al programa de cruces. Una submuestra es almacenada en el banco de germoplasma de Zamorano para su conservación *ex situ*.

Las parcelas se establecen durante el ciclo de primera (finales de mayo y principios de junio) bajo el sistema intercalado maíz-maicillo o en cultivo puro. Se utilizan los arreglos espaciales y cronológicos em-

pleados por los agricultores. Para cada lote existe un instructivo, que consiste básicamente en información general, resultados de años anteriores y un libro de campo para anotar la información de la localidad y el comportamiento.

Las parcelas son monitoreadas en varias etapas fenológicas del cultivo y se hacen anotaciones de días a floración, altura de planta, número de panículas, peso de panículas, grados brix del tallo, rendimiento de grano y rendimiento de forraje. Para estimar el rendimiento de grano se cosecha toda la parcela de 144 m² en vez de muestreos en áreas más pequeñas. Esto hace que el agricultor tenga una dimensión de rendimiento en quintales en vez de libras, lo cual a nuestro juicio, es más favorable en el proceso de aceptación.

Resultados y Discusión

Selecciones en los viveros de mejoramiento

En 1993 y 1994 se establecieron los viveros de selección en un área de aproximadamente 10 ha en la Estación Experimental de La Lujosa, Departamento de Choluteca. En ambos años se realizó un número importante de selecciones en los viveros, las cuales se detallan en el Cuadro 1. Las selecciones se realizan en el mes de febrero con el propósito de seleccionar aquellas plantas que muestren resistencia al acame, senilidad retardada (mayor cantidad de hojas verdes) y tolerancia al deterioro de grano en el campo, lo cual es indicación de calidad de grano para consumo humano.

En los ciclos de 1993-94 y 1994-95 se establecieron en total de 14,070 familias de diferentes generaciones, de las cuales se realizaron 5,565 selecciones. La ma-

yoría de las selecciones provinieron de plantas con buena proporción de su área foliar activa, color amarillo, 2-3 enanas, buena exerceción y longitud de panícula, tolerantes al acame y calidad de grano para consumo humano.

Una característica importante en la que se observó especial interés fue la facilidad de trilla. Esta característica es importante para contrarrestar la única desventaja de Porvenir Mejorado expresada por los agricultores. Los agricultores mencionan que a pesar de ser más rendidora tienen dificultad en la trilla, la cual es realizada manualmente. La mayoría de los agricultores que expresan este descontento es porque en alguna ocasión han probado Sureño, una variedad liberada por el Proyecto, la cual muestra una facilidad de trilla superior.

Algunos cruces con Porvenir Mejorado mostraron todas las bondades de éste y además, una mejor calidad de trilla. Otros cruces derivados de Gigante Mejorado, a diferencia de este genotipo, expresaron una mejor exerceción, lo cual es importante durante la cosecha. Los lotes masales ("bulks") F₈ serán usados en el ciclo 1995-96 para establecer un ensayo de observación de líneas avanzadas. Esto se hace necesario para que en el EIME solamente se incluya semilla autopolinizada de los "lotes masales", en vez de usar directamente los de polinización abierta.

Algunos cruces con Grano de Oro y Peter Grande con maicillos mejorados como Plano de Namasigüe, DMV197 y DMV179, mostraron combinaciones genéticas superiores en rendimiento y calidad. Grano de Oro fue incorporado al programa de cruzas por su

Cuadro 1. Distribución de poblaciones segregantes de maicillos con materiales exóticos en los viveros de selección establecidos 1993 y 1994 con el financiamiento de PRIAG.

Poblaciones	1993-94		1994-95		Total	
	Nº establecido	Nº de selecciones	Nº establecido	Nº de selecciones	Nº establecido	Nº de selecciones
Poblaciones F2	796	578	796	578		
Poblaciones F2 Olan.	208	88	0	296	0	
Poblaciones F3	4136	2099	1156	248	5292	2347
Poblaciones F4	396	174	4198	1325	4594	1499
Poblaciones F5	84	7	348	108	432	115
Poblaciones F6	1006	444	14	10	1020	454
Poblaciones F7	496	116	888	449	1384	565
Poblaciones F8 bk	24	0	232	7	256	7
Total	7146	3418	6924	2147	14070	5565

do el Gigante Mejorado el mejor de ambos. Los cultivares derivados del cruce de TAM428*Porvenir demostraron que esta combinación de germoplasma posee buena y amplia adaptación.

Nuevamente el maicillo mejorado (Sureño*Catutrra 68)-3-3-2-1 demostró su buena estabilidad entre localidades y años, ya que en 1993-94 fue una de los mejores. El nuevo maicillo DMV-222, representa otro avance en la generación de nuevos maicillos. En primer lugar, es una combinación de germoplasma que viene a enriquecer más la diversidad de los maicillos y a introducir nuevos genes para rendimiento, resistencia a enfermedades y buena calidad de forraje. Además, posee muy buena facilidad de trilla, la cual proviene de Sureño. Aunque la calidad para consumo humano no es la mejor, ya que posee color de planta rojo, la cantidad de compuestos fenólicos es mucho menor que la de los maicillos criollos.

Otra nueva línea con buen comportamiento en todas las localidades fue el DMV224, un derivado de SEPON77*Santa Isabel, la cual posee buena excerción, es de color de planta amarilla y facilidad de trilla.

Lotes Demostrativos de Nuevas Tecnologías de Sorgo

Los dos maicillos mejorados evaluados y desplegados en fincas de los agricultores ya están listos para su liberación. Este logro llena con éxito la meta del Proyecto a mediano plazo, relacionada con el desarrollo de la primera generación de variedades de maicillo mejoradas. Los cultivares Porvenir Mejorado y Gigante Mejorado han pasado la prueba de aceptación de agricultores, criticismos del personal de extensión de diferentes ONG's y las duras condiciones ambientales durante el curso de las evaluaciones.

Entre 1992, 1993 y 1994, se han desplegado 95 lotes demostrativos de los cultivares Gigante Mejorado y Porvenir Mejorado. Aunque anteriormente (1988-1991) se desplegaron otros maicillos mejorados (Gómez, 1989; Meckenstock, 1989; y Gómez, 1993), éstos han sido descartados por no poseer las características adecuadas de madurez y calidad de grano requeridas para su funcionamiento en el sistema. Resultados de los lotes demostrativos en campos de agricultores indican claramente que es posible mejorar el rendimiento y calidad de las poblaciones de maicillos criollos, mediante el despliegue de maicillos mejorados como Gigante Mejorado y Porvenir Mejorado (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento y características agronómicas de dos maicillos mejorados evaluados en el Sur de Honduras, en 95 lotes demostrativos en campos de agricultores durante los ciclos 1992-93, 1993-94 y 1994-95.

Nivel de tecnología	Rendimiento de grano (t ha ⁻¹)	Tecnología agricultor (%)
Gigante Mejorado		
T1 = Maicillo Criollo	0.88	100
T2 = Semilla Mejorada	1.16	131
T3 = T2 + Control de "langosta"	1.92	18
T4 = T3 + 60 kg ha ⁻¹ de Nitrógeno	2.45	278
Porvenir Mejorado		
T1 = Maicillo Criollo	0.96	100
T2 = Semilla Mejorada	1.37	143
T3 = T2 + Control de "langosta"	1.65	173
T4 = T3 + 60 kg ha ⁻¹ de Nitrógeno	2.14	224

t ha⁻¹ = 15.4 quintales por manzana.

De acuerdo a los diferentes niveles de riesgo que el agricultor desee tomar, si utiliza un maicillo mejorado (T2), el maicillo mejorado más control de langosta (T3) o el maicillo mejorado con control de langosta más la fertilización nitrogenada (T4), obtendrá un rendimiento adicional de: 0.29, 0.87 y 1.38 t ha⁻¹, o sea el equivalente a 4.5, 13.4 y 21.3 qq mz⁻¹ más de rendimiento de grano, respectivamente, en comparación a los cultivares criollos que tuvieron un rendimiento promedio de 0.92 t ha⁻¹ (20 qq mz⁻¹) (Cuadro 4). Estos rendimientos de grano son altamente satisfactorios considerando el nivel de inversión y la respuesta a un mejor manejo de los nuevos cultivares mejorados.

Estos datos resaltan la importancia económica del complejo de lepidópteros defoliadores (langosta) y las necesidades de una apropiada nutrición para utilizar el nuevo umbral de rendimiento introducido en los maicillos a través del mejoramiento. El buen manejo de estas tecnologías, abre una nueva avenida en investigación y extensión agrícola, ya que delimita la problemática de formas alternas de control de la langosta y de aplicación nitrógeno al suelo.

Como se esperaba, el reemplazo de un alelo dominante por un recesivo (1dw a 2dw) en ambos maicillos mejorados no disminuye la producción de forraje o guate, sino que se mantiene prácticamente la misma producción de alrededor de 54 t ha⁻¹, y en algunos casos aumenta con las tecnologías desplegadas por el Proyecto (Cuadro 5). Traduciendo esta producción de forraje a número de manojos de guate, que es la forma más común de comercialización del forraje de

Cuadro 5. Rendimiento de forraje de dos maicillos mejorados en el Sur de Honduras, en lotes demostrativos en campos de agricultores durante los ciclos 1993-94 y 1994-95.

Nivel de Tecnología	Rendim. de forraje (t ha ⁻¹)*	Manojos de guate (ha ⁻¹)**	Sólidos solubles (°Brix)*
Gigante Mejorado			
T1 = Maicillo Criollo	55	931	13
T2 = Semilla Mejorada	54	1,275	15
T3 = T2 + Control de "langosta"	61	1,631	16
T4 = T3 + 60 kg ha ⁻¹ de Nitrógeno	66	1,828	15
Porvenir Mejorado			
T1 = Maicillo Criollo	54	994	13
T2 = Semilla Mejorada	62	1,428	15
T3 = T2 + Control de "langosta"	64	1,554	14
T4 = T3 + 60 kg ha ⁻¹ de Nitrógeno	65	2,097	16

* datos tomados en el ciclo 1993-94.

** datos tomados en 1994-95. Un manojó equivale a 25 plantas después de cosechar la panícula y el precio este año fue de L1.00 por manojó.

maicillo en la zona sur de Honduras, se obtienen más del doble con las tecnologías del Proyecto que con las tecnologías del agricultor. Con esta información se realza la importancia de obtener maicillos que además de producir buen rendimiento de grano, produzcan un rendimiento de forraje aceptable.

El contenido de sólidos solubles en el guate de estos maicillos mejorados es superior en 2°Brix al de los maicillos criollos, lo que junto a la resistencia a *C. sorghi*, organismo que produce la mancha gris, permite mantener más hojas verdes y sanas hasta la cosecha, proveyendo así mejor calidad de forraje. La investigación aplicada, en colaboración con nutricio-

nistas, es importante para documentar la ganancia de peso o producción de leche en animales alimentados con forraje de maicillos mejorados en comparación a los alimentados con maicillos criollos.

Un resumen de los ingresos posibles obtenidos con los diferentes niveles tecnológicos se presenta en el Cuadro 6. El ingreso combinado de grano y forraje hace que estas tecnologías sean altamente atractivas para el agricultor. El ingreso máximo posible se obtiene con un maicillo mejorado, control de langosta y la aplicación de 60 kg de N ha⁻¹ a la diferenciación floral. Los datos muestran claramente la importancia de las características por las cuales se han seleccionado estos maicillos mejorados.

El efecto del nivel tecnológico y las características por las cuales se seleccionan los maicillos mejorados son apuntadas en el Cuadro 7. La reducción en la madurez en los maicillos mejorados aumenta las posibilidades de llenar grano antes que cesen las lluvias en el mes de noviembre, pero también es adecuada para evitar el daño por hongos y pájaros cuando la madurez muy temprana, como en el caso de los primeros maicillos mejorados desplegados en fincas en los años de 1988-91. La reducción en la altura de planta es la apropiada para facilitar la cosecha y reducir el acame.

El número de plantas estimado en el cuadro anterior indica claramente que el complejo de langosta es una limitante para establecer la densidad de población adecuada. Sin control se pierden hasta 15,000 plantas por hectárea, lo que disminuye el rendimiento de forraje (n° de manojos) y el de grano (Cuadro 6).

Cuadro 6. Rendimiento y características agronómicas de dos maicillos mejorados evaluados en el Sur de Honduras, en 95 lotes demostrativos en campos de agricultores durante los ciclos 1992-93, 1993-94 y 1994-95.

	Grano (Kg ha ⁻¹)	Forraje (manojos ha ⁻¹)	Rendimiento Valor (LPS)		
			Grano	Forraje *	Total
Gigante Mejorado					
Tecnología del agricultor (T1)	764	931	1,176	931	2,107
Maicillo Mejorado (T2)	1,056	1,275	1,627	1,275	2,902
(T2) + control de "langosta" (T3)	2,413	1,631	3,715	1,631	5,347
T3 + 60 kg de Nitrógeno	2,960	1,828	4,558	1,828	6,387
Porvenir Mejorado					
Tecnología del agricultor (T1)	922	994	1,419	994	2,414
Maicillo Mejorado (T2)	1,396	1,428	2,150	1,428	3,578
(T2) + control de "langosta" (T3)	1,510	1,554	2,325	1,554	3,879
T3 + 60 kg de Nitrógeno	2,185	2,097	3,364	2,097	5,461

* Rendimiento de forraje se refiere al número de manojos de guate de maicillo una vez que se cosecha la panícula. Cada manojó tiene 25 plantas. Datos tomados en el ciclo 1994-95.

Cuadro 7. Características agronómicas de dos maicillos mejorados evaluados en el Sur de Honduras, en 95 lotes demostrativos durante los ciclos 1992-93, 1993-94 y 1994-95.

	Características Agronómicas			
	Días a flor	Altura de planta (m)	Población (plantas ha ⁻¹)	Acame (%)
Gigante Mejorado				
Tecnología del agricultor (T1)	140	2.4	37,250	16
Maicillo Mejorado (T2)	125	2.3	51,000	4
(T2) + control de "langosta"	123	2.3	65,250	2
T3 + kg de Nitrógeno	123	2.3	73,125	3
Porvenir Mejorado				
Tecnología del agricultor (T1)	139	2.8	39,779	8
Maicillo Mejorado (T2)	128	1.8	57,125	3
(T2) + control de "langosta" (T3)	127	1.8	62,162	1
T3 + 60 kg de Nitrógeno	125	1.9	83,860	1

El salto cuántico esperado con la aplicación de fertilizante es evidente en los Cuadros 5, 6 y 7. Cada kilogramo de nitrógeno aplicado es capaz de producir 10.2 kilogramos de grano y 6 manojos de guate adicional. Esta respuesta es más acentuada en terrenos con obras de conservación de suelos y agua (datos no mostrados) y en terrenos planos de vocación agrícola.

El análisis de la calidad tortillera de los maicillos mejorados (Cuadro 8) realizados en el Laboratorio de Calidad de Cereales de la Universidad de Texas A&M, indica que Gigante Mejorado posee una calidad tortillera superior a los maicillos criollos e igual al sorgo de la variedad Sureño, por el hecho de tener menor cantidad de compuestos fenólicos en la planta, que son los químicos que producen los colores indeseables durante el proceso de nixtamalización (Serna-Saldívar, 1993). Los datos también muestran que es posible mejorar la calidad de grano de los maicillos a través del mejoramiento genético.

Toda la información presentada anteriormente es una buena indicación de que estos maicillos mejorados llenan las expectativas de los agricultores con respecto a rendimiento y calidad de grano y forraje, por lo que esperamos que sirvan como los primeros donantes de alelos superiores entre las poblaciones de maicillos para promover su mejoramiento y conservación *in situ*.

Opiniones vertidas por agricultores participantes en este proceso indican que estos maicillos "les ofrecen muchas ventajas". El porte bajo (1.8-2.2 m), "facilita la cosecha y las plantas no se acaman mucho, se reducen el daño de roedores y se evita el pisoteo de las panículas al momento de la cosecha". Otros agricultores expresaron que Gigante Mejorado y Porvenir Mejorado, "son más dulces y jugosos que los maicillos criollos"; por lo que ellos manifiestan que "el guate es más apetecido por el ganado".

Cuadro 8. Calidad tortillera de los maicillos Gigante Mejorado y Porvenir Mejorado.

Propiedad	Porvenir Mejorado	Gigante Mejorado	Maicillo Criollo	Sureño
Tiempo óptimo de cocimiento (min) ^a	20	10	6	20
Tiempo de remojo (h) ^b	8-12	8-12	8-12	8-12
Color del nixtamal ^c	2.5	2.0	2.5	2.0
Remoción de Pericarpio ^d	3.0+0.0	2.5+0.5	2.5+	2.0+
Contenido de humedad del nixtamal (%)	50.8+1.3	52.8+1.5	50.5+11.65	5.5+1.2
Pérdida de materia seca (%)	5.0+0.5	5.4+1.0	3.0+0.3	4.6+0.4

a La temperatura de cocimiento fue de 90 C.

b La temperatura de la solución de cal disminuyó a 0.15 C/min.

c Evaluado en una escala subjetiva de 1 a 5, en donde 1 = bueno (amarillo claro y limpio) y 5 = pobre (manchado oscuro).

d Evaluado en una escala subjetiva de 1 a 5, en donde 1 = todo el pericarpio se removió y 5 = todo el pericarpio está adherido al grano.

Fuente: Serna-Saldívar *et al* (1993).

Los agricultores también expresaron que la madurez temprana de estas variedades es una "ventaja cuando las lluvias terminan en el mes de octubre". Además, les permite poder entrar al mercado antes que salga la producción de los maicillos criollos y así obtener mejores precios si desean vender parte de su producción.

La desventaja más importante que mencionan los agricultores es el grado de dificultad en la trilla cuando se "aporrea" (trilla) Porvenir Mejorado. Realmente, las glumas de este maicillo son más difíciles de desprender cuando se trilla manualmente. Como discutimos anteriormente, se están tomando las medidas para incorporar esta característica en los maicillos mejorados y desplegarlos después en las poblaciones de maicillos, con algunos nuevos maicillos mejorados identificados en el EIME.

En 1993 se encontraron por primera vez nuevas poblaciones de maicillo como resultado de la introgresión entre los primeros maicillos desplegados en 1988 y 1989, en el campo de un agricultor a quien se le dio semilla a través de Visión Mundial. Se pudieron identificar nuevos genotipos que poseen características de los maicillos criollos y maicillos mejorados. Estos cruces pueden ser distinguidos gracias a la segregación por altura, forma y longitud de la panícula. En el futuro se espera encontrar poblaciones segregando por color de planta amarillo (en frecuencia baja), alelo que no existe en las poblaciones de maicillo criollo, y se espera que plantas de este color sean seleccionadas por el agricultor ya que se produce mejor calidad de tortillas.

Conclusiones

El proceso descrito en este reporte mejora el rendimiento de las poblaciones de maicillo, fomenta la conservación *in situ* y proporciona un uso racional y sostenido de esta reserva genética de *Sorghum bicolor*. Tanto a nivel experimental como a nivel de parcela demostrativa, los maicillos mejorados en combinación con las tecnologías de manejo recomendadas, desplegadas en fincas de agricultores en los ciclos 1993-94 y 1994-95, demuestran que es posible conservar y mejorar poblaciones criollas de maicillo. Las líneas DMV179 (Gigante Mejorado) y DMV197 (Porvenir Mejorado) son los dos primeros maicillos mejorados que llenan las expectativas de los agricultores para su uso en los sistemas de producción de maicillos; la información recopilada hasta la fecha es

suficiente evidencia para recomendar un registro conjunto entre la EAP, SRN, PRIAG e INTSORMIL, de los mismos cultivares. Existe dos nuevos cultivares de maicillo mejorado identificados en los ensayos EIME, que se recomienda comenzar a evaluar su comportamiento en campos de agricultores. Estos nuevos maicillos mejorados, de diferente pedigrí, ampliarán la diversidad genética de las poblaciones de maicillo. También recomendamos conducir estudios de alternativas de control de langosta y fuentes de nitrógeno, con el propósito de reducir los costos de inversión.

Referencias

- ANDRADE, E.Z. 1978. Las variantes del Clima Tropical Lluvioso en Honduras y las Características del Clima en el Golfo de Fonseca y su Litoral. Banco Central de Honduras, Honduras. p.1-15.
- DEWALT, K.M. 1985. Sorghum consumption and diet in Southern Honduras. p.123-126. In J.F. Winn (ed.) Fighting Hunger with Research. INTSORMIL, Annual Report 1991. INTSORMIL Publication 92-2. p.143.
- DUNCAN, R.R. 1990. Agronomy Abstracts. p. 87.
- FREDERICKSEN, R. Y C. CASELA. 1989. Citado en: D. Meckenstock. In Tropical Sorghum Conservation and Enhancement in Honduras and Central America. INTSORMIL, Annual Report 1991. INTSORMIL Publication 92-2. p.143.
- GOMEZ, F., D. MECKENSTOCK, H. SIERRA Y A. MORÁN. 1994. Conservación In situ y Mejoramiento del Maicillo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). Informe Anual de Investigación. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Vol. 5:1:123-129.
- . D. MECKENSTOCK, H. SIERRA. 1994. Transferencia de nuevas tecnologías de sorgo: Lotes demostrativos de sorgo, 1994. EAP/SRN/INTSORMIL. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.
- . F., D. MECKENSTOCK, H. SIERRA. 1993. Transferencia de nuevas tecnologías de sorgo: Lotes demostrativos de sorgo, 1993. EAP/SRN/INTSORMIL. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.
- . Y D.H. MECKENSTOCK. 1991. El cultivo y mejoramiento del sorgo en Honduras. In Compton P. (ed.), Mejoramiento y usos del grano blanco. p.49-61. Memoria de la VII Reunión Anual de la Comisión Latinoamericana de Investigadores en Sorgo (CLAIS). El Batán, México del 24 al 27 de abril de 1990.
- . M. LÓPEZ-PEREIRA, AND D.H. MECKENSTOCK. 1990. Toward Sustainable Agriculture en Honduras. A.I.D/S & T/AGR Science and Technology Agricultural Reporter (STAR) 2(3):3-4, Washington, D.C.
- . Y D.H. MECKENSTOCK, E. OVIEDO, Y M. LÓPEZ. 1989. Transferencia de nuevas tecnologías de sorgo: Lotes demostrativos de sorgo, 1988. PNS Rep. No.1, SRN, Tegucigalpa, Honduras.
- . Y D.H. MECKENSTOCK. 1988. Clasificación Preliminar de los Maicillos Criollos Mediante el sistema de Harlan y DeWet. XXXIV Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. 1988.

- MECKENSTOCK D.H., M.T. CASTRO, H.N. PITRE, AND F. GÓMEZ. 1992. Antibiosis to fall armyworm in Honduras landrace sorghum. *Environmental Entomology*, Vol. 20:5. 1260:1266.
- . MECKENSTOCK D.H. 1989. Sorghum Improvement in Honduras and Central America. p.124-136. INTSORMIL Annual Report 1989 (AID/DAN-1254-G-SS-5065-00) Sorghum/Millet Collaborative Research Support Program, Univ. of Nebraska, Lincoln, NB, p.3-8.
- . MECKENSTOCK D.H., M. SOLER. 1987. Comportamiento de dieciocho maicillos enanos en Honduras. *Ceiba* 28:67-77.
- . MECKENSTOCK D.H., Y G.C. WALL. 1986. Enfermedades de sorgo en Honduras: Su importancia y estrategias para su control. *Ceiba* 28:101-113.
- MONCADA-BARAHONA, E. 1991. Tolerancia de sorgo a la sombra del maíz. Ing. Agr. Tesis. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- PALMA, A., D.H. MECKENSTOCK, F. GÓMEZ, AND L. FERNÁNDEZ. 1989. Evaluación de 38 maicillos mejorados en Honduras, 1988. En Proc. 35 th PCCMCA Conf., San Pedro Sula, Honduras, 3-7 abril. 1989. SRN, Tegucigalpa, Honduras.
- PORTILLO, H.E., H.N. PITRE, D.H. MECKENSTOCK, K.L. ANDREWS. 1991. Langosta: A lepidopterous pest complex on sorghum and maize in Honduras. *Florida Entomologist* Vol. 74:2:287-296.
- ROSENOW, D.T. 1991. Germplasm Enhancement for Resistance to Pathogens and Drought and Increased Genetic Diversity. In. INTSORMIL Annual Report. INTSORMIL Publicación 92-2. p.129.
- SERNA-SALDÍVAR, M.H. GOMEZ, F. GÓMEZ, D. MECKENSTOCK, C. COSSETTE AND L.W. ROONEY. 1993. The tortilla making properties of two improved maicillo cultivars from Honduras. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 43:4:299-303.
- TRABANINO, C.R., H.N. PITRE, K.L. ANDREWS, AND D.H. MECKENSTOCK. 1986. Protección química de la semilla y plántulas de sorgo al ataque de insectos pestes en Honduras. *Ceiba* 28:29-37.
- THOMPSON, M. 1992. The effect of stone retention walls on soil productivity and crop performance on selected hillside farms in Southern Honduras. MS. Thesis. Texas A&M Univ., College Station, TX 40 p.

MEJORAMIENTO DE MAÍZ EN FINCAS DE PEQUEÑOS AGRICULTORES¹

R. Reconco, F. Gómez, M. Smith²

La producción de maíz en Honduras está mayormente en manos de pequeños agricultores quienes normalmente obtienen rendimientos de alrededor de 1,000 kg ha⁻¹ (Quezada *et al*, 1987). Como resultado, la industria del maíz sufre carestías crónicas, las cuales tienen que suplirse con importaciones (Censo Nacional Agropecuario, 1994). Este problema aunado al reemplazo sistemático de las poblaciones de maíces criollos por materiales exóticos, hace necesario buscar alternativas que eleven el rendimiento y a la vez reduzcan la erosión genética. El uso de cultivares mejorados es la mejor alternativa técnica para elevar el rendimiento. Sin embargo, el germoplasma mejorado disponible para los pequeños agricultores muestra muy poca adaptación a sus sistemas y prácticas de cultivo, además de otras características, lo que ha resultado en una pobre adopción (CIAT, 1989). Estos cultivares se desarrollaron en estaciones experimentales, pero con muy poca validación en fincas de pequeños agricultores. Por esta razón, cuando los agricultores se deciden a utilizar un cultivar mejorado, éste no rinde lo esperado y en muchos casos su cultivar criollo rinde más que el mejorado. El objetivo general de este estudio fue el de transmitir al pequeño agricultor prácticas modernas de mejoramiento de maíz, para que utilizando criterios apropiados de selección, aumenten el potencial de rendimiento y favorezcan la conservación *in situ* de las poblaciones de maíz.

Materiales y Métodos

Este estudio se realizó en los años 1993 y 1994 en tres localidades Zamorano y Galeras (Francisco Morazán) y Morocelí (El Paraíso), seleccionando dos agricultores colaboradores en las dos últimas localidades. Se diseñó un método que no requiere de recombinaciones fuera de época al cual denominamos "método

de parcelas de selección con cruces de medios hermanos utilizando un compuesto de polen de plantas seleccionadas". Este método aparentemente se adapta a las condiciones del pequeño agricultor, ya que para ellos es imposible sembrar maíz fuera de época. El método consiste en:

- Obtención de muestras representativas de la semilla de la variedad que cada agricultor sembró en la época de primera de 1993. Estas semillas que corresponden a la población original se identificó como la semilla S0 (por desconocer una mejor designación).
- Mejoramiento en la estación experimental de Zamorano y en las fincas de los agricultores seleccionados de la semilla de las muestras colectadas, siguiendo las prácticas utilizadas en cada localidad.

Se realizaron dos ciclos de selección en forma paralela, es decir en la finca de cada agricultor y en la EAP. Para el primer ciclo de selección en la EAP se sembraron en total seis parcelas con las semillas S0 de las cuatro variedades de maíz colectadas, una mezcla de las cuatro y la variedad Namasigue colectada en Choluteca. La parcela medía 225 m² y consistía de 17 surcos de 15 m de largo, con una distancia de 0.80 m entre surcos. La distancia entre plantas fue de 0.25 m, para obtener alrededor de 1,020 plantas por parcela.

Para el primer ciclo de selección en las fincas de los agricultores colaboradores y en la siembra de primera, se delimitó un área de 15 x 15 m en la milpa, con aproximadamente la misma cantidad de plantas que en la EAP (1,020). La selección y polinización se llevó a cabo en forma similar a la practicada en la EAP. La semilla resultante del primer ciclo de selección se identificó como la población S1.

El segundo ciclo de selección se realizó en forma similar que en 1993. En la época de primera, en la EAP se sembró la semilla S1 obtenida en la EAP (S1E), como la obtenida en las fincas de los agricultores (S1F), con el propósito de realizar el segundo ciclo de mejoramiento y obtener la semilla S2E. En el campo de cada agricultor, se sembró su respectiva semilla S1F para el siguiente ciclo de selección. La se-

¹ Trabajo realizado en el Departamento de Agronomía de Zamorano, como parte del trabajo de tesis del primer autor para optar al título de Ingeniero Agrónomo Zamorano, en colaboración con la Universidad de Cornell.

² Graduado del Programa de Ingeniero Agrónomo, Profesor Asociado del Departamento de Agronomía y Profesor Asistente, Department of Plant Breeding & Biometrics, Cornell University, Ithaca, NY, respectivamente.

lección y cruzamientos en todas las localidades se realizó de manera similar que en 1993.

En la época de primera de 1994 se estableció ensayos en la EAP como en la finca de los agricultores para evaluar y comparar las diferencias en las características seleccionadas entre las poblaciones S0 y S1, obtenidas en 1993.

Resultados y discusión

Los resultados de este estudio indicaron que la mayoría de las diferencias en rendimiento observadas en los campos del agricultor se atribuyeron a la población en sí (Cuadro 1) y la media general de las poblaciones fue de 2.3 t ha⁻¹ con un rango de 3,1 a 1,5 t ha⁻¹. Esto sugiere que las poblaciones de los maíces criollos cultivadas por estos agricultores son diversas y que poseen un mayor potencial de rendimiento que

Cuadro 1. Promedios de rendimiento de las poblaciones evaluadas en las fincas de los agricultores colaboradores en Galeras y Morocelí, 1994.

Agricultor	Localidad	Población	Media	Orden relativo
Agustín	Galeras	S0	2,659 a	5
Agustín	Galeras	S1-E	1,546 b	11
Agustín	Galeras	S1-F	1,541 b	12
Promedio			1,916	
Coeficiente de variación (%)			19	
Marcos	Galeras	S0	2,215 a	6
Marcos	Galeras	S1-E	2,975 a	3
Marcos	Galeras	S1-F	1,600 a	10
Promedio			2,264	
Coeficiente de variación (%)			27	
Medardo	Morocelí	S0	2,982 a	2
Medardo	Morocelí	S1-E	2,703 a	4
Medardo	Morocelí	S1-F	3,058 a	1
Promedio			2,914	
Coeficiente de variación (%)			18	
Paulino	Morocelí	S0	1,830 a	9
Paulino	Morocelí	S1-E	2,092 a	7
Paulino	Morocelí	S1-F	1,899 a	8
Promedio			1,940	
Coeficiente de variación (%)			12	
Promedio general			2,258	

el expresado a través del promedio nacional de 1.4 t ha⁻¹.

En general, el método de selección utilizado, tanto por los agricultores como por los fitomejoradores,

mantuvo el rendimiento de la población original, a excepción de la población de Agustín. Esta población sufrió una reducción significativa de rendimiento de más de 1,000 kg ha⁻¹.

La Figura 1 presenta el cambio en rendimiento como resultado de un ciclo de selección fenotípica, el cual es una muestra del cambio esperado cuando se aplica cierto grado de presión de selección. Unas poblaciones responderán mejor a la selección que otras,

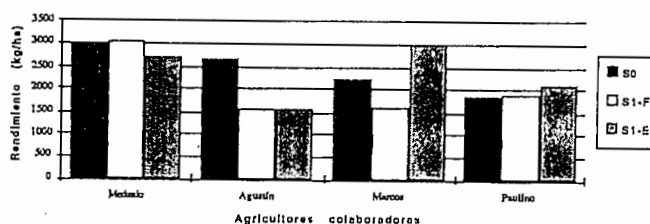


Figura 1. Respuesta a la selección de poblaciones de maíz utilizadas por los pequeños agricultores en zonas aledañas a Zamorano, en 1994.

y en algunas el efecto de la depresión endogámica será más evidente.

El rendimiento promedio en la EAP alcanzó 4.9 t ha⁻¹ con un rango de 6.8 a 2.5 t ha⁻¹ (Cuadro 2), lo que equivale a más del doble que el obtenido en las fincas de los agricultores. Se nota el buen potencial de rendimiento de las poblaciones criollas utilizadas en este estudio.

El análisis de vecinos más cercanos (NNA) aplicado para ajustar por tendencias en el campo, hizo un ajuste adecuado a los valores de rendimiento, a pesar de que las tendencias en el campo no fueron significativas. El Cuadro 2 muestra las medias de rendimiento ajustadas mediante el NNA disponible en el programa Agrobases 4, versión 1.1.

En estos ensayos se notó con mucho interés el efecto de los cultivares mejorados en las poblaciones criollas de maíz. Durante más de 25 años el despliegue de cultivares mejorados en campos de agricultores, ha ocasionado un fenómeno de introresión entre los maíces del agricultor y éstos últimos. El resultado es que nuevas poblaciones con diferentes arreglos y frecuencias génicas se pueden ver sembradas en campos de los agricultores. Estas nuevas poblaciones representan un aspecto nuevo en la evolución del maíz, y una nueva fuente de germoplasma que inconcientemente ha sido generada por los fitomejoradores y llevada a cabo por los agricultores. La población de Medardo representa este tipo de poblaciones, la cual

RECONCO y otros: MEJORAMIENTO DE MAIZ EN FINCAS DE PEQUEÑOS AGRICULTORES

Cuadro 2. Rendimientos promedio ajustados mediante el Análisis de Vecinos Cercanos (Nearest Neighbour Analysis) de las poblaciones de maíz evaluadas en la EAP, Zamorano, 1994.

Agricultor	Localidad	Población	Ajustada	
			Media	Rank
Agustín	Galeras	S0-F	6,778	22
Agustín	Galeras	S1-E	5,041	14
Agustín	Galeras	S1-F	3,605	20
Marcos	Galeras	S0-F	4,989	15
Marcos	Galeras	S1-E	5,311	8
Marcos	Galeras	S1-F	2,536	24
Medardo	Moroceñ	S0-F	6,940	1
Medardo	Moroceñ	S1-E	5,837	5
Medardo	Moroceñ	S1-F	5,965	3
Paulino	Moroceñ	S0-F	4,488	18
Paulino	Moroceñ	S1-E	5,174	11
Paulino	Moroceñ	S1-F	5,168	12
Aquillino	Marcala	S0-C	6,778	2
Aquillino	Marcala	S1-C	4,173	19
Rigoberto	Siguatopeque	S0-C	5,115	13
Rigoberto	Siguatopeque	S1-C	3,138	21
Víctor	Sta. Bárbara	S0-C	4,916	16
Víctor	Sta. Bárbara	S1-C	2,967	23
Mezcla	4 Agrí. col.	S0-E	5,448	7
Mezcla	4 Agrí. col.	S1-E	5,963	4
Namacigüe	Choluteca	S0-E	5,292	9
Namacigüe	Choluteca	S1-E	4,633	17
Testigo 1 (var)	EAP	HB-104	5,244	10
Testigo 2 (Hfb)	EAP	H-29	5,671	6
Promedio general			4,890	
Valor crítico de DMS _a = 0.05			1,503	

respondió con mayor rendimiento al mejor manejo durante el experimento en Zamorano. Estas poblaciones presentan algunas características que facilitan su reconocimiento, tales como su tamaño y textura harinosa de grano.

La Figura 2 presenta el cambio en rendimiento como resultado de un ciclo de selección fenotípica, el cual es una muestra del cambio cuando se aplica cierto grado de presión de selección. Las respuestas de las poblaciones a la selección varían dependiendo de su variabilidad.

Conclusiones y Recomendaciones

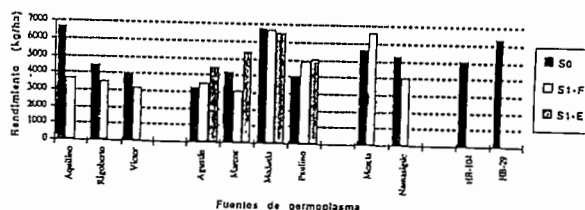


Figura 2. Respuesta a la selección de poblaciones de maíz utilizadas por los pequeños agricultores en zonas aledañas a Zamorano, en 1994.

Se concluyó que los criterios de selección indicados por los agricultores colaboradores para llevar a cabo el proyecto de mejoramiento son adecuados para el mejoramiento de sus poblaciones de maíz. El método de selección utilizado en las poblaciones de maíz de pequeños agricultores colaboradores es efectivo para la conservación y en algunos casos para el mejoramiento de sus poblaciones en un solo ciclo de selección considerando la variabilidad original y la presión de selección. Las poblaciones seleccionadas por los fitomejoradores mostraron mayor rendimiento en las fincas de los agricultores, pero no en la EAP.

Se recomienda desarrollar en 1995 un taller que reúna a los agricultores colaboradores, agricultores que participaron en los cursos que aplicaron la metodología y a los fitomejoradores para discutir los resultados de años anteriores. Definir la varianza original de las poblaciones previo al inicio de cualquier estudio para poder medir variabilidad y constatar avance y mantenimiento de estas poblaciones. Un estudio de este tipo servirá para cuantificar la variabilidad dentro de las poblaciones y el cambio debido a la presión de selección en múltiples ambientes incluyendo las poblaciones S2 generadas en 1994.

Referencias

- CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. 1994. Plan de acción para incrementar la producción de granos básicos en el ciclo agrícola 1994-95. Tegucigalpa M.D.C.
- CIAT. 1989. Farmer participation in technology design and transfer. Activity Report 1988-89 prepared for the W. K. Kellogg Foundation. Cali-Colombia.
- QUEZADA N.A.; SCOBIE, G.M.; SHULTE, R.B. 1987. Maíz: Situación de oferta y demanda y necesidad de importaciones. AID-1987.

LOTE DEMOSTRATIVO FACT: INTRODUCCION DE UNA NUEVA METODOLOGIA PARA EVALUAR HÍBRIDOS DE MAIZ EN FINCAS DE AGRICULTORES¹

G. Cerritos, F. Gómez y A. Palma²

Las empresas de semillas emplean a gran escala lotes demostrativos especialmente diseñados para demostrarle a los agricultores la capacidad productiva de las semillas híbridas de su compañía versus las de la competencia.

La compañía Dekalb ha diseñado un sistema de lotes demostrativos llamado FACT (Field Analysis Comparison Trials). Este lote incluye los mejores híbridos resultantes de los ensayos de comportamiento de híbridos avanzados comparados con los híbridos comerciales. Una vez que un híbrido muestra superioridad en el FACT, se procede a su mercadeo. Anualmente se siembran 1,000 FACTs en Estados Unidos en varias localidades. El propósito del FACT además de evaluar los nuevos híbridos, es impulsar la comercialización de los nuevos híbridos superiores. Los resultados son útiles al productor para seleccionar los mejores híbridos para sus condiciones y asegurarse un mejor impacto del ambiente en la productividad.

El objetivo de este informe es documentar los resultados obtenidos en la Escuela Agrícola Panamericana del primer lote FACT de maíz y demostrar la utilidad para la industria de semillas de la región.

Materiales y Métodos

Siembra. En 1994 se estableció un FACT de maíz en la Terraza N^o 9 del Departamento de Agronomía cuya área es de 8,100 m². La preparación del suelo consistió de un pase de arado y dos de rastra. La siembra se realizó el 27 de junio, con una sembradora de precisión marca Kinze, modelo *Max Emerge*, ésta posee un sistema de operación con banda acarreadora de dedos y tasa dosificadora de semillas (*Finger Pickup and Feedcups*) automáticas, cuatro tolbas sembradoras con detector computarizado para la salida de la semilla, además equipada con cuatro tolbas de fertilizante

e insecticida granulado, su consistente control sobre la profundidad de siembra y la adaptación a todo terreno son otras de sus ventajas. La profundidad usada de siembra fue de 5 cm. La sembradora se calibró para obtener una tasa de siembra de 79,650 semillas por hectárea, estimando una tasa de sobrevivencia de 81 por ciento y asumiendo una semilla de 100 por ciento de germinación, para obtener una población de cosecha de 65,000 plantas por hectárea.

Manejo fitosanitario. El control de malezas en pre-emergencia se hizo utilizando una mezcla 1.5 kg ha⁻¹ de Gesaprim 90 WDG (Atrazina) más 1.5 l ha⁻¹ de Dual 960 EC (Metalachlor), en un volumen de agua de 150 l ha⁻¹. La aplicación se realizó inmediatamente después de la siembra, con bomba de mochila y boquilla T-jeet 8002. El control preventivo de plagas del suelo y plántulas se realizó tratando la semilla con 10 cc/lb de Promet 400 CS (Furatiocarb) y las plagas del follaje se controlaron con dos aplicaciones de Lorsban EC (Chlorpirifos) a los 15 y 20 días de nacido, en dosis de 0.6 y 1.0 l ha⁻¹, respectivamente.

La fertilización a la siembra se realizó con la sembradora y se aplicó 168 lb ha⁻¹ de 18-46-0 y a los 30 días después de emergido se aplicaron 400 lb ha⁻¹ de urea (46% N), en banda, a mano e incorporada al momento del aporque ya que la humedad del suelo no permitió realizarlo con maquinaria. También se aplicó fertilizante foliar 20-20-20, en dosis de 2.0 lb ha⁻¹ dividida en dos aplicaciones realizadas cada una con la aplicación del insecticida.

Híbridos evaluados. La metodología de establecimiento del FACT consiste en sembrar una parcela testigo entre cada entrada a ser evaluada, para compensar la variabilidad del campo. En Zamorano, las parcelas midieron 300 m de largo por 3 surcos de 0.9 m de ancho (810 m²) para las parcelas testigos, y 2 surcos (540 m²) para el resto de los híbridos evaluados. El híbrido testigo fue B 833, el cual es el híbrido de Dekalb más comercializado en Centro América. Los otros híbridos evaluados fueron XL 604 y XL 380, ambos de grano amarillo; y HE 9144, H-29 y

¹ Trabajo realizado por el Departamento de Agronomía de Zamorano, con apoyo de Dekalb Centroamericana.

² Asistente de Investigación, Coordinador de CITESGRAN-Agronomía, e Ing. Agrónomo de Dekalb Centroamericana, respectivamente.

HS5G cuyo grano es blanco. Por razones de la cantidad de semilla disponible no se usó el mismo tamaño en todas las parcelas.

Datos colectados. Los parámetros de comportamiento que se tomaron fueron: días a floración masculina, altura de planta; altura, cobertura y pudrición de mazorca; número de plantas por hectárea, incidencia de acame, número de mazorcas por planta, peso promedio de las mazorcas, índice de desgrane, el rendimiento de grano en $t\ ha^{-1}$, humedad del grano y peso hectolítrico. La metodología de muestreo para estimar el rendimiento y toma de datos a la cosecha consistió en tomar 10 sitios de $9\ m^2$ al azar cubriendo totalmente el área de cada parcela. Los datos de cada muestra fueron promediados para estimar la media de la parcela y el coeficiente de variación para la variable rendimiento de grano.

Resultados y Discusión

Los híbridos evaluados en el FACT presentaron diferencias en rendimiento y comportamiento agronómico, las cuales se detallan en los Cuadros 1 y 2.

Comportamiento de la precipitación. Aunque la distribución no fue la mejor, los rendimientos fueron adecuados (Cuadro 1). El 30 por ciento de la lluvia total (152 mm) cayó entre la siembra y floración (VER-1); sin embargo, se observaron síntomas de estrés hídrico en los últimos estadios vegetativos, ya que la distribución no fue la más adecuada. Esto incidió negativamente en el tamaño de la mazorca y número de mazorcas por planta, pero no en el desarrollo de la planta.

El 38 por ciento de la precipitación ocurrió durante los estadios R2-R4 (195.5 mm) y el 32 por ciento restante durante los estadios R5-R6 (162.8 mm). La distribución de la lluvia en estas etapas fue mejor que durante las etapas vegetativas. Esta buena cantidad y distribución influyó directamente en un buen llenado de grano, lo que se expresa en el peso del grano, y por consiguiente, el rendimiento no fue mayormente afectado.

De igual manera, el buen control de malezas y las prácticas de fertilización efectuadas durante el ciclo del cultivo, favorecieron el cultivo y le permitió tolerar el estrés de sequía sin una reducción considerable en el rendimiento de grano.

Algo importante de anotar es que la distribución de la precipitación fue muy diferente a la moda. La

canícula (período de sequía en el mes de julio y agosto), prácticamente fue casi inexistente. Situaciones como ésta en Zamorano son muy raras, pero que cuando ocurren favorecen la obtención de buenos rendimientos. Si esto ocurriera como norma, lo ideal sería sembrar entre la última semana de mayo y la segunda semana de junio para lograr un buen establecimiento del cultivo y cosechar el maíz bajo condiciones de baja precipitación en el mes de octubre.

Rendimiento de grano. El promedio de rendimiento obtenido de este FACT fue de $7.1\ t\ ha^{-1}$. Este rendimiento se considera excelente bajo las condiciones de temporal en el Valle del Zamorano. El rango de rendimiento de grano observado fue desde $8.4\ t\ ha^{-1}$ en una parcela de B833, hasta 6.1 en la parcela del híbrido H-29. Los mejores rendimientos se observaron en los híbridos B833 y HS5G con $7.3\ t\ ha^{-1}$ ($112\ qq/mz^{-1}$). Esto demuestra que estos dos híbridos de grano blanco son los más competitivos en comparación con los otros híbridos en este ambiente. Ambos híbridos de grano amarillo expresaron un potencial de rendimiento muy similar ($6.9\ t\ ha^{-1}$). Aunque la población del híbrido XL380 fue 1.9 veces mayor que el resto de los híbridos, esta diferencia no redujo drásticamente el rendimiento. La causa de esta alta población se debió a que esta sembradora, según el manual de operación, a altas velocidades y con semilla pequeña, la brocha en la tasa dosificadora que minimiza el doble grano no realiza un buen trabajo de siembra. La semilla de XL380 era redonda y pequeña ($5,048$ versus $3,000$ semillas kg^{-1}), apropiada solamente para siembras con sembradoras de alta precisión, como las sembradoras de vacío, las cuales no están disponibles en el país, pero que reducen significativamente la cantidad de semilla a sembrar y por consiguiente el costo por hectárea. Esta alta población afectó el peso de la mazorca, pero obtuvo el más alto índice de desgrane. Este comportamiento sugiere que con el uso de semilla pequeña de los híbridos disponibles en el mercado se puede reducir la cantidad de semillas por área, si se utiliza el equipo apropiado de siembra.

Los rendimientos de granos presentados en el Cuadro 1 están organizados en el mismo orden en que fueron sembradas las parcelas en el campo, y analizándolo, se nota el efecto de una gradiente del terreno en la expresión del rendimiento y comportamiento de los híbridos evaluados. El rendimiento del B833 fue decreciendo a medida que también la pendiente variaba, esto demuestra la utilidad de este tipo

Cuadro 1. Características de producción observadas en el ambiente de Zamorano, en los híbridos evaluados en la época de primera de 1994.

Parcela No.	Híbrido Comercial	No. plantas ha	Mazorcas por planta N°	Peso mazorcas (kg)	Índice desgrane (%)	Grano (14%) (t ha ⁻¹)	Grano (14%) (qq mz ⁻¹)	CV ¹ (%)
1	B 833,	74,888	0.87	0.17	79	8.4	129	20.3
2	XL 604	57,666	0.92	0.16	83	7.0	108	14.4
3	B 833	54,222	0.94	0.19	80	7.6	116	17.3
4	HS5G	62,666	0.83	0.17	84	7.3	112	6.2
5	B 833	62,999	0.75	0.20	79	7.4	115	25.8
6	HE 9144	68,444	0.67	0.19	81	6.9	107	20.4
7	B 833	57,777	0.73	0.20	78	6.4	99	15.9
8	H-29	59,333	0.75	0.17	83	6.1	95	14.8
9	B 833	52,999	0.81	0.20	79	6.7	103	35.4
10	XL 380	107,444	0.74	0.10	85	6.8	105	15.2
media		65,843	0.80	0.18	81	7.1	109	18.6

¹ Coeficiente de variación para la variable rendimiento de grano.

Cuadro 2. Características agronómicas promedio observadas en el ambiente de El Zamorano, en los híbridos evaluados en la época de primera de 1994.

Híbridos	Compañía semillas	Color grano	Germi-nación (%)	No. de Semillas (kg)	Días flor	Altura de planta (m)	Altura de mazorca (m)	Acame (%)	Pudrición de mazorca (%)	Cobertura mazorca (1-5)	Peso Hecto-lítrico (kg m ³)
B 833*	Dekalb	Blanco	94	3000	65	2.4	1.5	6.3	6.1	2.0	21.10
HS 5G	CBK ¹	Blanco	94	2735	60	2.2	1.3	1.0	5.8	2.0	21.81
HE 9144	Dekalb	Blanco	88	2982	62	2.3	1.4	2.3	17.4	2.5	21.36
H-29	SRN	Blanco	77	3150	62	2.2	1.4	12.5	11.4	2.5	20.73
XL 380	Brasskalb	Amarillo	89	5048	66	2.0	1.4	4.4	9.5	2.5	21.45
XL 604	Brasskalb	Amarillo	67	3050	66	2.1	1.3	2.0	2.5	1.5	21.69

* El promedio incluye todas las parcelas de B 833.

¹ Cristianl Burkard.

de metodología, en donde se comparan solamente parcelas adyacentes para evaluar cultivares bajo condiciones de campo de los agricultores maiceros, las cuales rara vez muestran nivelación apropiada.

Características agronómicas. El rango de floración de los híbridos evaluados fue de 60 a 66 días. El híbrido más precoz fue el HS5G con 60 días a flor, los intermedios (62 días) fueron el H-29 y el HE 9144, el testigo B 833 floreció a los 65 días, y los más tardíos (66 días) fueron el XL 380 y el XL 604.

La altura de las plantas varió de 2.0-2.4 m y la altura de las mazorcas varió de 1.4 a 1.6 m. El porcentaje de acame fue entre 1.0 y 12.5%, observándose menor porcentaje en el híbrido HS5G y mayor en el híbrido H-29. El porcentaje de mazorcas podridas al momen-

to de cosecha varió entre 2.5 y 17.4%, mostrando menor daño el híbrido XL604 probablemente por su excelente cobertura de mazorca (Koehler, 1959) y el híbrido blanco HE9144 mostró el mayor daño por pudrición de mazorca (Cuadro 2).

Todos los híbridos, excepto el H-29 tuvieron un peso hectolítrico mayor que 21.10 kg hl⁻¹ el cual es el estándar mínimo aceptado en grano de maíz para consumo humano por el Consejo de productores de Texas y el Laboratorio de Calidad de Grano de la Universidad de Texas A&M (Cuadro 2).

Conclusiones y recomendaciones

El presente estudio demuestra el alto potencial productivo de los híbridos de maíz bajo condiciones de temporal. El mejor manejo agronómico y el mejor hí-

brido para determinado ambiente permitirá que el agricultor aumente sus rendimientos y sus ganancias eficientemente.

Recomendamos a las compañías comerciales emplear este tipo de demostraciones semicomerciales en diferentes ambientes del país para seleccionar los híbridos con mejor adaptación a las condiciones de cada localidad y optimizar el rendimiento. También recomendamos a las compañías de semillas que actualmente participan en el mercado de Honduras, adopten esta metodología, utilicen los lotes para organizar días de campo, ya que los lotes demostrativos son la mejor estrategia para aumentar el uso semillas híbridas.

Referencias

- DEKALB PFITZER GENETICS. 1993. Fact Finder and Product Guide. USA, Illinois. Bull. 32 p.
- DEKALB PFITZER GENETICS. 1994. Dekalb Corn Research, The difference is commitment. USA, Illinois. Bull. 11 p.
- JOHN DEERE CO. Make Your Stand, Draw, Integral and Unit Planters. USA. Bull. 31 p.
- KOEHLER, B. 1959. Corn ear rots in Illinois. University of Illinois. Agricultural Experiment Station. Bulletin 639. 87 p.
- RITCHIE, S.W. AND J. HANWAY. 1984. How a corn plant develops. Special Report No. 48, Iowa State University, Iowa.
- TEXAS CORN PRODUCERS BOARD AND THE CEREAL QUALITY LABORATORY, DEPARTMENT OF SOIL AND CROP SCIENCES, TEXAS A&M UNIVERSITY. 1994. Texas Supreme Corn for Food A New Standard of Quality and Uniformity 1994 List. USA. Bull. 7 p.

LIBRARY OF THE
TEXAS A&M UNIVERSITY
CORPORATION
1300 TEXAS A&M UNIVERSITY
COLLEGE STATION, TEXAS 77843

EVALUACION DE DOS METODOLOGIAS DE CAPACITACION EN MEJORAMIENTO DE MAIZ PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES¹

F. Bueso, F. Gómez, R. Reconco²

La producción de maíz en Honduras es incapaz de cubrir siquiera la demanda para consumo interno. Datos obtenidos durante el IV Censo Nacional Agropecuario realizado en 1993, revelan que la producción de maíz en ese año fue de 527,273 TM, mientras la demanda interna era de 640,609 TM; lo que arroja un déficit en la producción de 113,636 toneladas que, según las proyecciones aumentaría a 127,272 toneladas métricas en 1994. Una de las causas de este déficit es el bajo rendimiento que obtienen los agricultores, que en su mayoría siembran parcelas pequeñas (<3.5 ha). El promedio nacional es de 1.3 t ha⁻¹ (FAO, 1993), el cual es uno de los más bajos de América.

Los agricultores son fitomejoradores empíricos de maíz. Seleccionan fenotípicamente las plantas o mazorcas que les van a dar la semilla para la siguiente siembra, mezclan ya sea consciente o inconscientemente sus cultivares con los de sus vecinos para combinar las características sobresalientes de ambos o introducen germoplasma de otras localidades. Esto, que se ha denominado conocimiento popular, debe tomarse muy en cuenta si se quiere mejorar las variedades que ellos cultivan.

Sin embargo, los agricultores desconocen algunos conceptos y técnicas que les permitirían que su proceso de mejoramiento sea más rápido y tenga mayores posibilidades de mejorar características cuantitativas de su cultivar como rendimiento o resistencia a ciertas enfermedades.

Se asumió que los agricultores tienen la capacidad de aprender y poner en práctica con éxito los principios y técnicas básicas del mejoramiento genético del maíz para elevar los rendimientos de sus cultivares criollos y mejorar algunas características de importancia como la altura de la planta o la calidad del grano. El objetivo de esta investigación fue el de determinar si esta hipótesis se cumple, ya sea capacitando

a los agricultores directamente en el campo, o bien mediante un curso taller realizado en la EAP.

Materiales y Métodos

Se implementaron dos metodologías de capacitación. La primera implicó la instrucción de cuatro pequeños agricultores (dos de la localidad de Morocelí y dos de Galeras) en sus propias fincas, visitándolos semanalmente durante la época de primera (mayo-septiembre) de 1993, es decir, utilizando la forma tradicional de transferencia de tecnologías aplicada por los extensionistas. Estaba dirigida a enseñarle a los agricultores a mejorar sus cultivares criollos haciendo uso del método de parcela de selección con cruces de medios hermanos, usando un compuesto de polen de plantas seleccionadas.

La segunda metodología consistió en diseñar un curso corto de tres días de duración que fue impartido en agosto de 1993 y julio de 1994, teniendo como sede la EAP, y a los que asistieron 29 agricultores líderes, y paratécnicos campesinos de las zonas maiceras de mayor diversidad genética e importancia productiva del país.

El curso constó de una parte teórica y una parte práctica. La parte teórica comprendió siete charlas de una hora de duración cada una sobre temas como: origen y evolución del maíz, comportamiento sexual, conceptos de herencia y variación, métodos de mejoramiento usados en maíz, cruzamiento de medios hermanos, cómo conservar puro un cultivar seleccionado y nociones sobre estructura y control de calidad de la semilla.

La parte práctica incluyó un laboratorio de observación del polen y los estigmas del maíz en el microscopio, además de prácticas de campo sobre selección de plantas, embolsado de espigas y jilotes, recolección de polen y cruzamiento.

Los instrumentos de evaluación para medir el aprendizaje de los agricultores fueron iguales para las dos metodologías. Para estimar el aprendizaje de los conceptos teóricos los agricultores fueron sometidos a la misma prueba escrita antes y después de recibir

¹ Estudio realizado por el Departamento de Agronomía de Zamorano y la Universidad de Cornell.

² Ingeniero Agrónomo, Coordinador de CITESGRAN e Instructor de Cultivos, respectivamente.

capacitación. La prueba contenía siete preguntas de tipo respuesta breve, una para cada tema que se impartió. Se presume que la diferencia entre las notas de la prueba final e inicial, es un indicador del incremento en conocimientos. También, el incremento, expresado como porcentaje de la nota de la prueba final representa un Índice de Incremento en Conocimientos (IIC) de cada agricultor. Las pruebas fueron revisadas por un fitomejorador ajeno al proceso, para evitar cualquier tipo de calificación subjetiva por parte de los responsables del curso.

La evaluación de la aplicación de las prácticas se realizó mediante visitas de seguimiento a las fincas de los agricultores capacitados. También se evaluaron los cambios en la priorización de los criterios de selección que aplican los agricultores como efecto de la capacitación.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 puede observarse que los agricultores que participaron en el Curso N° 2 presentaron un mayor nivel de conocimientos sobre mejoramiento antes de la capacitación que los del Curso N° 1 y los de finca, en ese orden. Sin embargo, ésto no pareció tener efecto en el aprendizaje, puesto que los tres grupos de agricultores tuvieron un desempeño más que satisfactorio en la evaluación final.

Donde sí tuvo efecto el nivel de capacitación previa fue en el IIC, porque el incremento más dramático corresponde a los agricultores que fueron capacitados en sus fincas, debido a que eran los que presentaban menores conocimientos sobre mejoramiento antes de recibir la capacitación. De allí que el IIC de los agricultores que recibieron los cursos no sea tan alto como los que fueron capacitados en sus fincas.

A pesar de ésto, el incremento en conocimientos de los agricultores fue estadísticamente significativo, tanto en los dos cursos, como en la capacitación en

Cuadro 2. Comparación del desempeño de los agricultores capacitados en sus fincas versus los que asistieron a los cursos en la aplicación de las prácticas de mejoramiento de maíz.

Método	Adopción	Nota			Correlación NF-NPr.*
		promedio	mínima	máxima	
En Finca	100	93	73	100	-0.25
Curso #1	82	73	67	100	-0.006
Curso # 2	100	82	46	100	0.17

*Correlación entre la nota final y la nota de evaluación de las prácticas.

fincas $P(t < 0.05)$; por lo que queda demostrado que las dos metodologías son igualmente eficaces para transmitir los conceptos básicos del mejoramiento genético del maíz, a pesar de que el tiempo de capacitación del curso es mucho menor que el de trabajo en finca (tres días versus tres meses).

La misma tendencia se observa en el aprendizaje de las prácticas (Cuadro 2). El porcentaje de agricultores que asistieron a los cursos y que adoptaron la tecnología es muy alto. Además, su desempeño en la aplicación de las prácticas, aunque inferior al de los agricultores capacitados en finca, es aceptable si consideramos que éstos últimos tuvieron mucho más tiempo para practicar y resolver sus dudas.

En cuanto al efecto de la capacitación en los criterios de selección de los agricultores, se puede apreciar una tendencia similar. Antes de recibir la instrucción los agricultores capacitados en finca y los del Curso N° 1 seguían un patrón de selección parecido. Ellos consideraban que las características de la mazorca eran los criterios de selección más importantes, en segundo plano colocaban a los criterios de grano y por último a los de planta. Sin embargo, los participantes del Curso N° 2 consideraban los criterios de selección de plantas y de mazorcas como más importantes y los de grano después.

Cuadro 1. Comparación de los resultados de las evaluaciones escritas practicadas a los agricultores capacitados en sus fincas con las de los que participaron en los dos cursos-taller.

Método de capacitación	Notas Prueba Inicial (%)			Notas Prueba Final (%)			IIC ¹ media
	media	mínima	máxima	media	mínima	máxima	
En Finca	46	31	71	95	86	100	46
Curso #1	58	14	100	82	58	100	19
Curso #2	66	25	85	87	60	100	19

¹ IIC = (Nota Final - Nota Inicial) * Nota Inicial/100.

Después de la capacitación, los agricultores del Curso N° 2 tendieron a darle más importancia a los criterios de selección de plantas, aunque esta tenden-

Cuadro 3. Cambios en la valoración de los criterios de selección de los agricultores antes y después de la capacitación.

Criterio	Importancia	
	Inicial	final
Vigor de la planta	7	1
Altura de planta	14	1
Precocidad	8	2
Grosor de tallo	15	3
Sanidad de la planta	11	3
Tamaño de la mazorca (rendto)	1	4
Acame	n/m	5
Número de mazorcas	10	6
Altura de la mazorca	6	6
Sanidad de la mazorca	4	7
Rectitud de hileras	5	8
Cobertura de la mazorca	3	9
Número de hileras/mazorca	6	10
Color del grano	2	11
Forma del grano	11	12
Tamaño del grano	9	13
Sanidad del grano	13	14
Textura del grano	12	15

n/m no mencionado

cia no se aprecia tan claramente como con los participantes del Curso N° 1 y con los capacitados en finca. El cambio en la valoración de los criterios de selección de los agricultores que recibieron capacitación se puede apreciar globalmente en el Cuadro 3.

Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados de este estudio demuestran que el curso-taller y la capacitación directa en la finca del agricultor son metodologías igualmente eficaces para transmitir los conceptos y técnicas básicas del mejoramiento genético del maíz a los pequeños agricultores.

El curso-taller resultó ser la metodología más eficiente, ya que requiere menos tiempo y resulta más económica. También se comprobó que la metodología de capacitación es efectiva para que los agricultores incluyan criterios de selección de plantas como parentales.

Es interesante señalar que el ingenio de muchos agricultores los hizo capaces de adaptar las tecnolo-

gías demostradas, llegando a fabricar bolsas de polinización con materiales disponibles en su medio.

Es necesario continuar el proceso de seguimiento con los agricultores que asistieron a los cursos y los que recibieron capacitación en su finca para determinar si la técnica utilizada en esta capacitación es realmente una alternativa para que los agricultores mejoren sus rendimientos de maíz.

Referencias

- BENTLEY, J. 1991. ¿Qué es Hielo?: Percepciones de los Campesinos Hondureños Sobre Enfermedades del Frijol y Otros Cultivos. *Interciencia (VEN.)* 16: 131-137.
- FAO. 1993. Anuario de la Producción. 1992. Colección FAO: Estadística No. 112. Roma, Italia. 46: 83-85.
- HONDURAS. SECRETARÍA DE RECURSOS NATURALES. 1994. Plan de Acción Para Incrementar la Producción de Granos Básicos en el Ciclo Agrícola 1994-95. Tegucigalpa, M.D.C. pp 1-18.

RESPUESTA DEL SORGO A LA APLICACION DE AZUFRE Y NITROGENO EN EL VALLE DEL ZAMORANO¹

J. E. Guillén, F. Gómez, D.H. Meckenstock²

En Honduras se siembran anualmente entre 60 mil y 70 mil hectáreas de sorgo, con una producción promedio de 0.85 t ha⁻¹ (Granados, 1992). Aproximadamente el 90% de esta área se cultiva con sorgos tropicales llamados maicillos y el 10% restante con híbridos comerciales o variedades mejoradas. Los maicillos son sorgos altos, fotosensitivos y con bajo pero estable potencial de rendimiento (>1t ha⁻¹), mientras que los cultivares mejorados son bajos, insensibles al fotoperíodo y con alto potencial de rendimiento (<5t ha⁻¹).

Generalmente la fertilización en sorgo se ha basado únicamente en los requerimientos de macronutrientes (N, P y K), por lo que posiblemente no se llegaran a obtener los rendimientos esperados. El azufre (S) es uno de los seis elementos mayores, siendo requerido por las plantas en cantidades similares al fósforo y magnesio (Bornemisza, 1990). Algunos suelos de Zamorano son deficientes en azufre; sin embargo, no se han realizado estudios para determinar el nivel crítico de este elemento en los mismos.

El objetivo de este trabajo fue determinar la respuesta de dos híbridos de sorgo a la aplicación de S, en un suelo de la EAP deficiente en este elemento y su relación con la fertilización nitrogenada y fosforada.

Materiales y Métodos

Se utilizaron dos genotipos: el híbrido comercial DK-64, y el maicillo híbrido H1105. Se utilizaron dos niveles de S (0 y 80 kg ha⁻¹), aplicados al momento de la siembra, y dos niveles de nitrógeno (0 y 186 kg ha⁻¹), fraccionando el tratamiento con N en dos aplicaciones; la primera a la siembra y la segunda a los 30 días después de la siembra (DDS). Se llevaron a cabo seis riegos por aspersión suplementarios, aplicando un total de 374 mm.

El diseño experimental consistió en un bloque completamente al azar con un factorial de 2x2x2, en el que los tratamientos fueron las combinaciones de dos niveles de N, dos niveles de S y los genotipos híbridos de sorgo.

Para el análisis de absorción de N, P y S, se hicieron muestreos destructivos de las partes aéreas de las plantas en tres etapas fenológicas del cultivo, a los 30, 60 y 90 DDS.

Las determinaciones de laboratorio para el N, P y S, se realizaron en el Laboratorio de Suelos del Departamento de Agronomía. Los datos se analizaron utilizando el paquete estadístico SASTM.

Resultados y Discusión

No se observaron diferencias significativas entre los genotipos en cuanto al rendimiento de grano y biomasa. Ambos cultivares rindieron un promedio de 3.5 t ha⁻¹ de grano y 8.2 t ha⁻¹ de materia seca (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedios de rendimientos de grano, Número de semillas por m², días a floración, altura de planta y total de materia seca, de dos genotipos de sorgo, en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Genotipos	Grano (t ha ⁻¹)	Semillas (m ²)	Días a Floración	Altura (m)	Mat. seca (t ha ⁻¹)
K-64	3.6 a*	10,600 a	68 a	1,82 b	8,1 a
H1105	3.4 a	9,825 a	66 a	2,08 a	8,3 a

* Medias seguidas por la misma letra en la misma columna no son significativamente distintas al 0.05 nivel de probabilidad según la prueba DMS.

Los bajos rendimientos reportados se debieron a un déficit hídrico durante las etapas críticas del cultivo (anted de los 60 DDS). El efecto de la restricción de humedad al final de la etapa de floración, redujo significativamente el número de granos, indicando que este componente fue el que más influyó en el bajo rendimiento obtenido.

Existió una respuesta significativa para la no aplicación y aplicación de nitrógeno. El rendimiento de grano aumentó de 2.9 a 4.0 t ha⁻¹ al aplicar nitrógeno, debido principalmente al incremento del número de

¹ Trabajo realizado por el Departamento de Agronomía, con el apoyo del Proyecto INTSORMIL. Financiado por la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID).

² Graduado del Programa de Ingeniería Agronómica, Profesor Asociado y Profesor Visitante, respectivamente.

granos, ya que cuando no se aplicó N las plantas solamente produjeron 8,282 granos por m², mientras que con su aplicación produjeron casi 50 por ciento más grano por m² (12,144) (Cuadro 2). La relación entre tamaño y número de granos fue negativa; cuando no se aplicó N las plantas produjeron menos granos pero de mayor peso (28.8 mg/grano), mientras que con la aplicación de N se produjo más granos, pero con menor peso (26.6 mg/grano).

Cuadro 2. Promedios de los rendimientos de grano y materia seca, de dos genotipos de sorgo, bajo dos niveles de nitrógeno en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

Genotipos	Grano (t ha ⁻¹)	Semillas (m ²)	Días a Floración	Altura (m)	Mat. seca (t ha ⁻¹)
0 kg ha ⁻¹	2.9 b	8,282 b	69 a	1.94 a	7.3 b
186 kg ha ⁻¹	4.0 a	12,144 a	65 a	1.96 a	9.1 a

* Medias seguidas por la misma letra en la misma columna no son significativas al 0.05 nivel de probabilidad según la prueba DMS.

Estos resultados resaltan la importancia de la fertilización nitrogenada en sorgo al principio de la etapa de diferenciación floral, pues aunque existió déficit hídrico en la etapa de llenado de grano, las plantas fertilizadas estuvieron bastante vigorosas para tolerar mejor el estrés hídrico y obtener mejores rendimientos.

El S no tuvo ningún efecto sobre el rendimiento de grano y sus componentes, ni sobre la producción de materia seca total. La respuesta al S ha sido considerada por varios investigadores en diferentes ambientes. Muchos de estos resultados concluyen que para que exista una respuesta a la aplicación de S, es necesario que el suelo esté deficiente en este elemento (7 ppm) (Grundon *et al.*, 1987), y que debe de haber un equilibrio entre el S mineral y el S disponible (SO₄), condición que está determinada por las cantidades disponibles de carbono, nitrógeno, fósforo y el mismo azufre. Además, la textura del suelo debe contener la suficiente cantidad de materia orgánica (MO) para permitir la absorción de ion sulfato (Sulphur Institute, 1968), y el agua de riego debe contener concentraciones bajas de S (Das y Datta, 1973).

La concentración de S disponible en el suelo donde se condujo este estudio fue de 7 ppm, cantidad con la que es posible obtener respuesta en el rendimiento de grano del sorgo. La relación óptima C:N:P:S debe ser 100:10:1:1 (Tisdale y Nelson, 1975); antes del experimento en el suelo había una relación de

3214:214:31:1. Estos valores indican un exceso de 32 veces para el carbono, 21 para el nitrógeno y 31 para el fósforo. La aplicación de S mejoró las relaciones con C y N en favor del S (478:34:1:1) y aparentemente se corrigió el efecto antagónico que el ion PO₄ pudiese tener con el ion SO₄, haciendo posible obtener una respuesta a la aplicación de S. Además, el suelo era de textura franca y el contenido de MO fue de 3.88%, teniendo una buena textura y con suficientes coloides para permitir una adsorción adecuada, para una posterior absorción por las plantas. Las respuestas a aplicaciones de S mayormente se obtienen en suelos arenosos y con poca materia orgánica.

La fuente de agua utilizada para el riego en este ensayo, provino de una de las lagunas de oxidación de la EAP. La concentración de S en el agua de esta laguna fue de 15.86 ppm, y el volumen total de agua de riego aplicado fue de 374 mm, lo que es equivalente a añadir 59 ppm de S. Esto indica que el S añadido como fertilizante, no fue la única fuente de este elemento, ya que el tratamiento testigo contenía 14 kg ha⁻¹ del suelo más los 59 kg ha⁻¹ añadidos con el agua de riego, sumando un total de 73 kg S/ha⁻¹, equivalente a 22 ppm. En cambio al tratamiento con S, además de tener los 14 kg ha⁻¹ en el suelo y los 59 kg ha⁻¹ aplicados en el agua de riego, se le añadieron como fertilizante 80 kg S/ha⁻¹, haciendo un total de 153 kg ha⁻¹ de S equivalentes a 46 ppm, que es considerada una alta concentración de este elemento.

Un punto importante de discusión y que puede considerarse en la optimización de los rendimientos en sorgo en la EAP, son las densidades de siembra utilizadas. Ya sabemos que la cantidad de S no es un factor limitante, si regásemos con aguas de estas lagunas, es el aumento de la densidad de plantas, dado que se aumentan los requerimientos de los nutrimentos en proporciones respectivas. La densidad utilizada en este estudio fue baja (123,000 plantas ha⁻¹). La competencia por nutrimentos, agua y luz entre plantas, es mayor a medida que aumenta la densidad, es posible que se pueda hacer un mejor uso del S presente en estas aguas a densidades más altas (200,000 plantas/ha).

Absorción de S, N y P

La concentración de nitrógeno en la hoja emergida más joven (HEJ), fue significativamente distinta entre los tratamientos con aplicación (N1) y sin aplicación (NO) de nitrógeno en todas las fechas de muestreo,

indicando un aumento en la concentración de N con la aplicación de este elemento. La magnitud de la diferencia de concentración a los 30 días fue de 10%, a los 60 días de 14% y a los 90 días de 38% (Figura 1).

Aparentemente, las plantas en N1 y N0 absorbieron el N en los primeros 60 días de acuerdo a la disponibilidad de este elemento en el suelo. Por esta razón, las plantas en N1 acumularon y dispusieron de más N para la formación del grano, lo que eventualmente resultó en el llenado de un 32% más de grano/m² que las plantas en NO, a pesar de la falta de agua después de los 58 DDS. El análisis de correlación indica claramente que la disponibilidad de N en las hojas entre los 60 ($r=0.66$) y 90 ($r=0.73$) DDS, fue muy importante para determinar el rendimiento y número de granos/m².

Se encontró una tendencia diferencial (interacción) entre las concentraciones de N de H1105 y DK64. En los primeros 30 días, H1105 había absorbido 0.14% más nitrógeno que el híbrido DK64; sin embargo, en la etapa reproductiva (30 a 60 DDS), esta diferencia fue similar pero a la inversa, mostrando H1105 concentraciones de N de 0.13% inferiores a DK64. La concentración de N permanente en el follaje a los 90 DDS fue 0.37% mayor en DK64 que en H1105. Estas diferencias sugieren que hubo mayor translocación de N en H1105, hacia diferentes partes de las estructuras reproductivas. Una posible explicación de la baja concentración de N en HEJ podría ser que esta hoja aporta cantidades significativas de N, en contraste con las hojas inferiores, considerando que H1105 posee la característica de senilidad retardada (stay green) y un alelo dominante más para altura, al contrario de DK64. Ambos genotipos tuvieron un rendimiento similar, aunque H1105 produjo 800 granos/m² más que DK64.

Las concentraciones de P a los 30 DDS para cada factor evaluado fueron estadísticamente similares, excepto para la interacción genotipo x nitrógeno. En este caso, DK64 pudo absorber más P a niveles bajos de N (NO), mientras que H1105 absorbió la misma cantidad en los dos niveles de N evaluados. El hecho de que DK64 tuvo mayor absorción de P en NO que H1105 se debe, posiblemente, a que DK64 posee una tasa de crecimiento más rápido en los primeros 30 días (Figura 2).

Cuando las plantas alcanzaron los 60 DDS, la absorción de fósforo mostró diferencias significativas pero, solamente entre genotipos, encontrándose una

mayor concentración en el híbrido H1105. Estos resultados indican que el maicillo híbrido es más eficiente que el híbrido convencional DK64 en la absorción de fósforo, por lo que se presume que posee mejor habilidad de extraer este nutrimento bajo condiciones deficientes en el suelo. A la madurez fisiológica (90 DDS), las concentraciones de fósforo en ambos genotipos tuvieron un patrón similar al del N; H1105 translocó significativamente más P que DK64 a los vertederos más importantes, pero con los mismos resultados sobre el rendimiento que N, posiblemente por las mismas causas expuestas.

El patrón de absorción de S en este experimento fue similar a lo encontrado por Grundon *et al.* (1987), aún con las restricciones de humedad ya anotadas anteriormente. Tanto a los 30 como a los 60 DDS se detectó una respuesta significativa en la concentración de S cuando se aplicó nitrógeno. A los 30 DDS las plantas con N obtuvieron las mayores concentraciones de S, siendo esta diferencia significativamente más importante a los 60 DDS. La concentración de S en HEJ a la madurez fisiológica fue similar en ambos niveles de N (Figura 3).

Nuevamente se encontró una respuesta diferencial en la eficiencia de absorción de S por el maicillo híbrido. A los 60 DDS, DK64 mostró una concentración significativamente menor que H1105 (0.014% vs 0.016%) debido a que DK64 comenzó a exportar fotosintatos para la formación de proteínas más rápidamente que H1105. También podría atribuirse a que el período de absorción de S por H1105 fue más prolongado que el de DK64. Sin embargo, esta eficiencia en absorción de S por H1105 no afectó la respuesta en rendimiento de grano ni acumulación de materia seca.

Estudios similares muestran que las aplicaciones de N y S juntos producen un efecto sinérgico, es decir su acción conjunta resulta en un mejor aprovechamiento de ambos elementos (Kanwar y Madahar, 1986). En este caso, la absorción de S fue determinada únicamente por el efecto del N y por la interacción del genotipo x S, pero no por directamente la aplicación de S.

Conclusiones y Recomendaciones

Este estudio demuestra que el sorgo híbrido convencional DK-64 y el maicillo híbrido H1105, bajo las condiciones climáticas predominantes durante este estudio y el tipo de manejo utilizado, no respondieron con incrementos en el rendimiento de grano al aplicar

conjuntamente N y S. El maicillo híbrido H1105 presentó niveles más altos de absorción de N y S que el híbrido convencional DK-64, a los 60 DDS. La aplicación de N en ambos genotipos aumentó el rendimiento de grano y biomasa. El agua de riego utilizada en el experimento, proveniente de las lagunas de oxidación, contenía cantidades importantes de azufre.

Con el propósito de aumentar la absorción de azufre, se recomienda utilizar una fertilización con N adecuada en Zamorano antes de la etapa reproductiva, previa determinación del S en el suelo y en las fuentes de agua, si se utilizaran riegos complementarios.

Referencias

- BORNEMISZA, E. 1990. Problemas de azufre en suelos y cultivos de Mesoamérica. San José, Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 124 p.
- DAS, S.K. y DATTA, N.P. 1973. Sulphur in Indian agriculture. New Delhi, Indian. Indian Soc. Soil Sci. 18 (9): 3-10.
- GRUNDON *et al.*, 1987. Nutritional disorders of grain sorghum. Sidney, Australian Center for International Agricultural Research. p. 64-65.
- KANWAR, J.S. y MUDAHAR, M.S. 1986. Fertilizer sulphur and food production. ed M. Nijhoff/Dr. W. Junk Publ. Dordrecht, Holland. 247 p.
- THE SULFUR INSTITUTE. 1968. Washington, D.C. U.S.A. 29 p.
- TISDALE, S.L. y NELSON, W.L. 1975. Soil fertility and fertilizers. 3ra. Macmillan Publishing Co., Inc. New York, EEUU. 673 p.

MANEJO POSTCOSECHA Y PRESENCIA DE AFLATOXINAS EN MAÍZ ALMACENADO POR PEQUEÑOS AGRICULTORES DE HONDURAS¹

P. Quiel, I. Pérez, L. Pinel y L. del Río²

Los granos y sus derivados siempre han constituido un componente básico en la dieta de nuestra población hondureña. El maíz se emplea como alimento humano y animal. En algunas zonas de Honduras los pequeños agricultores recolectan su grano con alto contenido de humedad y si no realizan prácticas adecuadas de secado y almacenamiento, el grano se deteriora rápidamente por diversos agentes biológicos. Esto se agrava mucho más cuando se toma en cuenta que las tecnologías del pequeño agricultor no son las adecuadas para almacenar grano, donde pierden entre un 15 a 20% de su cosecha. Los hongos de grano son uno de los factores responsables de esta pérdida en maíz. Estos microorganismos invaden el grano después de su madurez fisiológica, durante la cosecha y almacenamiento, produciendo sustancias tóxicas (micotoxinas) para el hombre y los animales. Estos hongos pueden fácilmente contaminar los productos elaborados con granos, tales como las tortillas (Padilla, et al, 1990, 1992).

Los objetivos de este trabajo fueron: a) Determinar la presencia de aflatoxinas en maíz almacenado en diferentes estructuras de almacenamiento y las tortillas para consumo; b) Caracterizar las técnicas de manejo postcosecha de maíz relacionada con la presencia de hongos; y c) Conocer cual es la percepción y conocimiento del pequeño agricultor y su familia sobre la presencia de hongos y su efecto en la calidad del grano.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en los municipios de Morocelí, F.M y en Güinope, El Paraíso, durante los años 1993 a 1994. Se utilizaron encuestas con agricultores para caracterizar las prácticas postcosecha, la percepción sobre la presencia de hongos en el grano y los

parámetros de calidad de maíz. Los análisis de las muestras fueron realizados en el laboratorio del Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN), del Depto. de Agronomía de la EAP y en el Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), en Tegucigalpa.

La determinación preliminar de la presencia de aflatoxinas en las muestras de grano y tortillas se realizó mediante la prueba presuntiva con una lámpara de luz ultravioleta (365 nm), marca Spectroline, modelo EN-14. La determinación cuantitativa se realizó con espectrofotómetro de capa fina (Stoloff, 1972).

Resultados y discusión

En ambos municipios se detectó la presencia de aflatoxinas en grano almacenado en diferentes estructu-

Cuadro 1. Concentración de aflatoxinas en muestras de maíz almacenado durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994.

Sistemas	Tipo y concentración de aflatoxinas (mg kg ⁻¹)			
	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
Troja	0.29	0.00	0.00	0.00
Troja	0.56	0.00	0.00	0.00
Troja	0.17	0.00	0.00	0.00
Troja	0.11	0.00	0.00	0.00
Troja	0.12	0.00	0.00	0.00
Barril	0.34	0.00	0.00	0.00
Barril	0.46	0.00	0.00	0.00
Pulpería	0.53	0.00	0.00	0.00

ras (Cuadros 1 y 2). El maíz almacenado en trojas presentó mayor presencia de aflatoxinas y menor en silo y barril. Las muestras de maíz obtenidas de las pulperías presentaron aflatoxinas en la misma frecuencia que el barril y silo.

Las concentraciones de aflatoxinas B₁ detectadas en el grano almacenado en las diferentes estructuras de almacenamiento en ambos municipios fue de 0.11 a 24.33 mg kg⁻¹. Solamente una muestra sobrepasó los límites de normas americanas de alimentos (20 mg kg⁻¹), la cual mostró resultados preocupantes (74.31

¹Trabajo realizado con el apoyo de la Cooperación Suiza para el Desarrollo, por los departamentos de Desarrollo Rural, Agronomía y Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica, Profesores asistentes de los departamentos de Desarrollo Rural, Agronomía y Protección Vegetal de la EAP.

mg kg⁻¹), ya que se detectó en pulpería. Esto indica el peligro potencial de contaminación del grano para consumo humano.

Cuadro 2. Concentración de aflatoxinas en muestras de maíz almacenado durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocell, 1994.

Tipo y Concentración de aflatoxinas (mg kg ⁻¹)				
Sistemas	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
Silo	0.68	0.00	0.00	0.00
Silo	0.11	0.00	0.00	0.00
Silo	24.33	0.00	0.00	0.00
Pulpería	11.15	4.90	20.11	0.80
Pulpería	74.31	24.81	4.02	0.16

En las muestras de tortillas recolectadas en ambos municipios (Cuadro 3 y 4) se detectó concentraciones de aflatoxinas de a <0.43 mg kg⁻¹, ninguna sobrepasó los límites de tolerancia establecidos por las normas americanas de alimento, esto nos indica que el proce-

Cuadro 3. Concentración de aflatoxinas en tortillas elaboradas con maíz almacenado los meses de febrero a julio en el municipio de Gülnope, 1994.

Tipo y Concentración de aflatoxinas (mg kg ⁻¹)				
Sistemas	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
Silo	<0.05	0.00	0.00	0.00
Silo	0.07	0.00	0.00	0.00
Troja	0.06	0.00	0.00	0.00
Troja	<0.06*	0.00	0.00	0.00
Barril	0.06	0.00	0.00	0.00

Cuadro 5. Comportamiento según sexo hacia el grano con diferentes porcentajes daño por hongos en ambos municipios 1994.

	Criterios de mayor importancia				Prueba X ²
	Amas de casa %		Agricultores %		
	No	Si	No	Si	
Comen grano con 75% de daño	25	75	64	36	0.06*
Dan animales grano con 75% de daño	58	42	18	82	0.04*
Escogen grano con 75% de daño	25	75	73	27	0.02*
Comen grano con 50% de daño	0	100	36	64	0.02*
Dan animales grano con 50% de daño	83	17	55	45	0.13*
Escogen grano con 50% de daño	92	8	45	55	0.04*
Escogen grano con 25% de daño	0	100	45	55	0.01*

*Significativo al (P < 0.25)

Cuadro 4. Concentración de aflatoxinas en tortillas elaboradas con maíz almacenado durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocell, 1994.

Tipo y Concentración de aflatoxinas (mg kg ⁻¹)				
Sistemas	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
Silo	0.07	0.00	0.00	0.00
Silo	0.09	0.00	0.00	0.00
Silo	0.06	0.00	0.00	0.00
Troja	<0.05*	0.00	0.00	0.00
Troja	0.15	0.00	0.00	0.00
Troja	0.08	0.00	0.00	0.00
Barril	<0.05*	0.00	0.00	0.00
Barril	0.42	0.00	0.00	0.00

*Límites de detección 0.05 mg kg⁻¹

so de nixtamalización no destruye en su totalidad las concentraciones de aflatoxinas.

Tanto los agricultores como las amas de casa de ambos municipios perciben la presencia de hongos en el grano; sin embargo, un alto porcentaje de las amas de casa (75%), consumirían grano hasta con un 75% de daño (Cuadro 5), no así los agricultores, (64%) lo rechazarían completamente. Este tipo de comportamiento se fundamenta en que las amas de casa eliminan el grano dañado en la nixtamalización (Solorzano, 1985); mientras que el agricultor no lo considera adecuado para consumo. Ambos no relacionan el riesgo al que pueden estar expuestos ellos y sus animales si consumen grano con hongos.

Conclusiones y recomendaciones

Al realizar esta investigación se pudo observar que el manejo postcosecha realizado por el pequeño agricultor es muy deficiente, ésto le causa bastantes pér-

didadas de su cosecha, mala calidad de grano, consumo de grano contaminado con hongos y un alto riesgo de estar consumiendo grano con aflatoxinas.

No relaciona el hecho de tener un grano de buena calidad y los beneficios que ofrece este grano. Ambos reconocen la presencia de hongos en el grano; sin embargo, en muchas ocasiones por necesidad consumen el grano en mal estado. La aflatoxina más detectada en las muestras de maíz y tottrillas fue la aflatoxina B₁.

Se recomienda dar un reforzamiento a los agricultores sobre las diferentes técnicas de manejo postcosecha, establecer un sistema de control de calidad de granos almacenados para reducir el daño potencial por aflatoxinas y dar capacitación a los agricultores sobre control de calidad de grano que incluya aspectos de mercadeo y conservación adecuada de su grano.

Referencias

- PADILLA, E.G, PINO, H; RAMOS, D.; MUNGUÍA, L. 1992. Estudio de aflatoxinas en granos básicos (maíz) en Honduras. Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE), Unidad Postcosecha, Ministerio de Recursos Naturales. 5 p.
- STOLOFF, L. 1972. Analytical methods for mycotoxins. *Clinic. Toxicology*. 5:469-494. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectivas sobre micotoxinas (1977). 1982. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- PADILLA, E.G.; PINO, H.; RAMOS, D.; MUNGUÍA, L. 1990. Estudio de aflatoxinas en maíz y tortillas en tre regiones pilotos de Honduras. Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE), Unidad Postcosecha, Ministerio de Recursos Naturales. 76 p.
- SOLORZANO, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 81 p.

RESPUESTA DE VARIEDADES DE FRIJOL A LA FERTILIZACION FOSFORADA EN DOS LOCALIDADES DE HONDURAS¹

A.M. Andrews, A. Castro y J.C. Rosas²

Se realizaron dos ensayos con el objeto de evaluar la respuesta del cultivo del frijol común a la fertilización con diferentes niveles de fósforo y para estimar la relación del rendimiento de grano bajo condiciones limitadas de fosfato en el suelo.

Materiales y Métodos

Los ensayos se llevaron a cabo durante la época de postrera de 1993, en las localidades de Zamorano (Francisco Morazán) y Güinope (El Paraíso). Las características de los suelos utilizados fueron 0.19% de N total y 3.4 ppm de P, en Zamorano (lote Los Min-gos); y textura franco-arenosa, pH 6.02, 2.46% de M.O., 0.04% de N total, 2.4 ppm de P y 275 ppm de K, en Güinope (localidad de Casitas). Zamorano está ubicado a 800 msnm, y Casitas a 1350 msnm.

El diseño experimental empleado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada repetición constó de ocho tratamientos incluyendo la aplicación de cuatro niveles de fosfato (0, 40, 80 y 120 kg/ha de P_2O_5) a dos variedades de frijol. Las variedades utilizadas en Zamorano fueron "Dorado" y "Río Tibagi" (susceptible y tolerante a bajos niveles de P, respectivamente); y en Casitas Dorado y "Catrachita" (variedad mejorada y testigo local, respectivamente).

La parcela experimental consistió en 6 surcos de 7.0 m de largo y 0.6 m de ancho en Zamorano, y 5 surcos de 5.0 m de largo y 0.5 m de ancho en Casitas; la distancia entre plantas fue de 0.1 m. En complemento al N disponible en el suelo, antes de la siembra se fertilizó con urea hasta alcanzar 100 kg de N/ha. Todos los tratamientos de P fueron aplicados al momento de la siembra, utilizando 0-46-0. Las fechas de siembra fueron 8 de octubre y 15 de noviembre para El Zamorano y Casitas, respectivamente.

Durante todo el ciclo del cultivo se procuró un control adecuado de plagas, enfermedades y malezas, con el fin de disminuir su efecto sobre los resultados.

La respuesta de las variedades a los tratamientos de fertilización fue estimada en la etapa R9 (madurez fisiológica) con base en el rendimiento de 30 plantas por parcela.

Resultados y Discusión

En Zamorano, hubo interacción entre la variedad y el nivel de fosfato aplicado, encontrándose una mejor respuesta con la aplicación de fósforo en la variedad Río Tibagi (Cuadro 1). Estos resultados corroboran los obtenidos por Thung (1981), en cuanto a la eficiencia y buena respuesta de la variedad Río Tibagi a la aplicación de fertilizantes fosforados, pues los aumentos en rendimiento correspondieron al incremento del nivel de P aplicado. En cambio, la variedad Dorado podría clasificarse como eficiente pero sin respuesta a la aplicación de P, pues aunque produjo bien bajo estrés de este elemento, no aumentó significativamente su rendimiento bajo condiciones de mayor disponibilidad del mismo.

La variedad Río Tibagi mostró respuesta cuadrática ($R^2=0.66$) cuando se le aplicó diferentes niveles de fosfato (Figura 1). La variedad Dorado no mostró respuesta ($R^2=0.27$) alguna a los niveles de fosfato.

En Casitas, no existió interacción significativa entre los factores variedad y fosfato. En esta localidad ambas variedades mostraron alta eficiencia y buena respuesta a la aplicación de hasta 80 kg de P_2O_5 /ha, observándose una tendencia decreciente en el rendimiento al aplicar 120 kg de P_2O_5 /ha (Figura 2). Los rendimientos alcanzados por las variedades no fueron estadísticamente diferentes (Cuadro 1). Los rendimientos de ambas variedades fueron bajos, debido en parte a la falta de lluvias. Ambas variedades mostraron respuesta cuadrática ($R^2=0.72$ y $R^2=0.80$ en Dorado y Catrachita, respectivamente) al aplicarse fosfato.

Condiciones de temperatura y humedad relacionados con las diferencias en fechas de siembra y altura

¹ Trabajo realizado por el Departamento de Agronomía de Zamorano, con fondos proporcionados por COSUDE a través del Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y El Caribe (ProFrijol).

² Jefe de la Sección de Suelos, Asistente de Investigación y Jefe de Departamento, respectivamente.

Cuadro 1. Respuesta en rendimiento de grano a la fertilización fosforada en variedades de frijol en dos localidades de la región centro-oriental de Honduras, 1993.

Rendimiento		Rendimiento	
Factor	(kg/ha)	Factor	(kg/ha)
ZAMORANO		GÜINOPE	
Variedad (V)		Variedad (V)	
Dorado	2,013	Dorado	710
Río Tibagí	2,344	Catrachita	731
ANDEVA	*	ANDEVA	ns
Fosfato (P)		Fosfato (P)	
0 (kg/ha)	1,945	0 (kg/ha)	397
40	2,207	40	648
80	2,106	80	977
120	2,456	120	861
ANDEVA	*	ANDEVA	**
V x P		V x P	
Dorado x 0	2,060	Dorado x 0	382
x 40	2,114	x 40	634
x 80	1,691	x 80	1,002
x 120	2,188	x 120	823
R ² = 0.27		R ² = 0.72	
Río x 0	1,831	Catrachita x 0	412
Tibagí x 40	2,299	x 40	662
x 80	2,522	x 80	952
x 120	2,723	x 120	898
R ² = 0.66		R ² = 0.80	
ANDEVA	**	ANDEVA	ns
C.V. (%)	14.3	C.V. (%)	24.8

*, ** y ns: Significativo al nivel de P0.05, P0.01 y no significativo, respectivamente.

de las localidades pueden haber influido sobre los resultados observados entre ensayos.

Conclusiones y Recomendaciones

Por su potencial de rendimiento y resistencia a enfermedades, se sugiere continuar evaluando la respuesta de la variedad Dorado a la aplicación de P, principalmente en tierras marginales como la de Güinope, ya que niveles adecuados de fertilización fosforada podrían ayudar en gran medida a solventar los problemas de productividad característicos de esas regiones.

Se recomienda la evaluación de otras variedades comerciales, procurando utilizar en todos los ensayos un testigo común eficiente y con buena respuesta a la aplicación de P, como ser Río Tibagí.

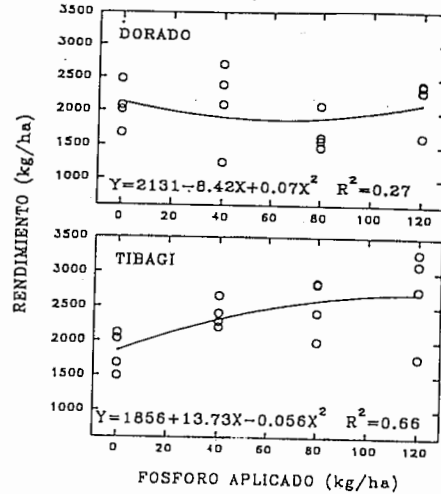


Figura 1. Rendimiento de dos variedades de frijol a cuatro niveles de P en Los Mingos, Zamorano, 1993.

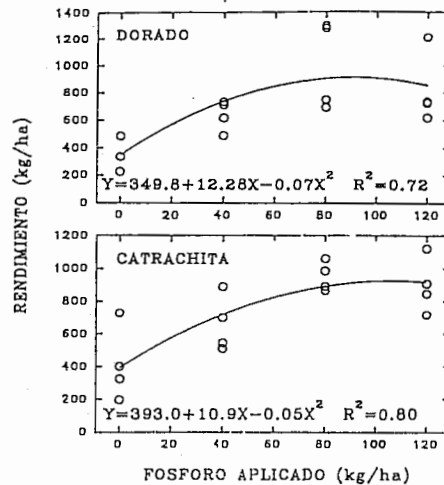


Figura 1. Rendimiento de dos variedades de frijol a cuatro niveles de P en Casitas, Güinope, 1993.

Referencias

THUNG, M. 1981. Tolerancia a suelos con bajo nivel de P y alta acidez. Hojas de Frijol. CIAT, Colombia. 3 p.