

IAI-92



Departamento de Agronomía

INFORME ANUAL DE
INVESTIGACION - 1992

Volumen 5

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

El Zamorano, Honduras, Marzo 1993.

INFORME ANUAL DE INVESTIGACION - 1992
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

Editor:

Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Jefe, Departamento de Agronomía

WILSON FORNOR
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
CARRANZA, HONDURAS
208486

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
El Zamorano, Honduras, Abril de 1993

El presente Informe Anual de Investigación de 1992 (IAI-92), es un documento que intenta resumir las actividades de investigación conducidas durante 1992 por personal docente y técnico, y estudiantes del Programa de Ingeniería Agronómica, del Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. Es también un esfuerzo de divulgación con el fin de brindar a técnicos e investigadores de la región latinoamericana, los resultados que se obtienen anualmente a través de las actividades de investigación conducidas por personal de nuestro Departamento.

El IAI-92, representa el quinto volumen de una serie anual iniciada con la publicación del IAI-88 en Marzo de 1989.

Agradecemos a nuestros colaboradores anónimos, los agricultores, que cooperaron en muchas de las actividades reportadas en este informe, y a las personas e instituciones nacionales e internacionales, colaboradores y donantes. Asimismo, el esfuerzo y calidad de trabajo de Noemi Sevilla en el procesamiento de los artículos contenidos en este volumen, y al personal de la Sección Comunicaciones del Programa de Desarrollo Rural, Escuela Agrícola Panamericana, por el diseño y elaboración de la portada.

Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Jefe, Departamento de Agronomía

TABLA DE CONTENIDO

<u>Títulos y Autores</u>	<u>No. página</u>
Recolección de Germoplasma Criollo y Silvestre de Frijol y Maíz en Honduras. Reyner Maradiaga, Roberto A. Young, Juan Carlos Rosas, Ramiro Moncada y Ramón Zúniga.....	1
Evaluación de Cepas de <i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>phaseoli</i> (Rlp) a Nivel de Finca. Juan Carlos Rosas y Jenny A. Castro.....	4
Evaluación de la Fijación Biológica de Nitrógeno y Rendimiento de Grano en el Vivero ECAR 92 - Grano Rojo. Juan Carlos Rosas y Jenny A. Castro.....	10
Evaluación Preliminar de Líneas de Frijol por Fijación Biológica de Nitrógeno. Oscar Cosenza, Jenny A. Castro y Juan Carlos Rosas.....	14
Evaluación de Líneas Avanzadas de Frijol Común (<i>Phaseolus vulgaris</i>) por su Adaptación y Rendimiento de Grano en Once Localidades de Honduras. Jenny A. Castro, Juan Carlos Rosas, F. Rodríguez y D. Escoto.....	17
Evaluación de Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en Generaciones Tempranas para Resistencia a <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i> (Smith) Dye. Oswaldo Varela, James Beaver, Mildred Zapata y Silvia Cianzio.....	21
Inventario Preliminar de Parasitoides de Mosca Blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius). José J. Vélez, Ronald Cave y Juan Carlos Rosas.....	27
Relación entre la Etapa Fenológica y la Variedad de Frijol con el Nivel de Parasitismo de <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius. José J. Vélez, Ronald Cave y Juan Carlos Rosas.....	30
Caracterización del Sistema Postcosecha en Frijol Común a Nivel del Pequeño Agricultor y del Intermediario en el Municipio de Morocelí, Honduras. Rodolfo N. Cárcamo, Luis A. Pinel, Valery W. de Malo y Juan Carlos Rosas.....	35

Títulos y AutoresNo. página

Evaluación de Sistemas de Almacenamiento para Controlar <i>Zabrotes subfasciatus</i> en Frijol Común. Angel A. Rodríguez, Luis A. Pinel, Valery W. de Malo y Juan Carlos Rosas.....	40
Comparación entre la Biología de <i>Zabrotes subfasciatus</i> y <i>Acanthoscelides obtectus</i> en Frijol Almacenado. Simón Teck, Valery W. de Malo, Luis A. Pinel y Juan Carlos Rosas.....	45
Efecto de Arcelina en la Tasa de Crecimiento y Reproducción de <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman). Rafael C. Altamirano, Juan Carlos Rosas, Valery W. de Malo y Luis A. Pinel.....	49
Experiencia del Uso de la Metodología de Investigación Participativa con Pequeños Productores de la Región Centro Oriental de Honduras. Gerardo Torres, Juan Carlos Rosas y Miguel Avedillo.....	52
Efectos de la Capacitación en la Transferencia de Tecnología Postcosecha de Granos Básicos en Honduras. Eduardo Chirinos, Luis A. Pinel, Valery W. de Malo, Alonso Moreno, Mario Ardón y Juan Carlos Rosas.....	56
Caracterización del Uso de Fumigantes en Granos Básicos Almacenados en el Municipio de Morocelí, El Paraíso, Honduras. Oscar Martínez, Valery W. de Malo, Luis A. Pinel y Eduardo Chirinos.....	61
Evaluación Agronómica de Germoplasma Promisorio de Soya (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.) en El Zamorano, Honduras. Silvio E. Viteri, Iván A. Wong y Julio C. Fuentes.....	65
Evaluación de Materiales de Maíz para Resistencia a Cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>). Carlos Fuentes y Catherine Thome.....	70
Estimación de Heterosis en la Primera Generación de Cruzas entre Maíces Reventones y un Híbrido de Maíz Dentado Blanco. Rolando Pardo y Leonardo Corral.....	73
Capacidad de Reviente en Generaciones Tempranas de Autopolinizaciones en Maíz Reventón. Ramiro Romero y Leonardo Corral.....	77

<u>Títulos y Autores</u>	<u>No. página</u>
Rebrote de la Variedad de Arroz Oryzica-3 en Respuesta a Diferentes Dosis de Nitrógeno y dos Métodos de Aplicación. Leonardo Corral, Oscar Díaz y Ramiro Romero.....	81
Comportamiento Agronómico del Triticale en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Leonardo Corral, Ramiro Romero y Oscar Díaz.....	85
Evaluación de Germoplasma de Gandul (<i>Cajanus cajan</i>) en El Zamorano, Honduras. Silvio E. Viteri y Julio C. Fuentes.....	90
Selección de Asociaciones <i>Leucaena-Rhizobium</i> Efectivas para Mejorar la Producción de Granos Básicos en Centroamérica. Silvio E. Viteri, Luis A. Caballero y Julio C. Fuentes...	95
Evaluación del Potencial del Frijol Abono para Incrementar la Producción de Granos Básicos. Silvio E. Viteri y Luis A. Caballero.....	100
Evaluación del Potencial de Tres Leguminosas para Agroforestería en Terrenos de Ladera. Julio C. Fuentes, Silvio E. Viteri, Luis A. Caballero....	104
Pérdidas del Suelo y su Fertilidad Bajo dos Prácticas de Conservación de Suelos. Robert J. Walle y Silvio E. Viteri.....	109
Análisis Preliminar de los Ensayos de Fertilización Llevados a Cabo en el Departamento de Agronomía durante 1987-1991. Ana Margoth Andrews y Walter Barahona.....	112
Potencial del Compost para la Preparación de Inoculantes para Leguminosas. Silvio E. Viteri y Oscar E. Cosenza.....	118 *
Germinación Asimbiótica de Embriones de Algunas Especies e Híbridos de Orquídeas. José L. Linares y Juan José Alán.....	123
Método Alternativo para el Análisis de Experimentos con Diseños Reversibles Dobles. Leonardo Corral.....	128
Prueba Regional de Cultivares de Amaranto (<i>Amaranthus</i> spp). Edgar Fajardo y Juan José Alán.....	133

Recolección de Germoplasma Criollo y Silvestre de Frijol y Maíz en Honduras¹

Reyner Maradiaga, Roberto A. Young, Juan Carlos Rosas,
Ramiro Moncada y Ramón Zúniga²

Actividades de recolección de germoplasma criollo y silvestre de frijol y maíz, se han venido realizando en los departamentos de Yoro, Intibucá, Olancho, Santa Bárbara, Francisco Morazán, Valle, Choluteca, Lempira, Comayagua, Copán, Ocotepeque, El Paraíso y Atlántida, por personal técnico de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). El nivel de erosión genética y la variabilidad existente, han sido los criterios utilizados en la selección de las zonas de trabajo (Rosas y Young, 1991; Young y Rosas, 1992).

Las actividades dieron inicio en Julio de 1990, realizándose hasta la fecha 16 misiones oficiales entre exploraciones y colecciones de germoplasma (Cuadro 1).

Las muestras encontradas son representativas de la variabilidad existente de materiales criollos y silvestres de frijol y maíz. Se han colectado un total de 369 accesiones, de frijol criollo, 254 de maíz criollo, y 53 de otras especies de leguminosas incluyendo otros *Phaseolus* (Cuadro 2).

Las colecciones están almacenadas en el Banco de Germoplasma del Departamento de Agronomía de la EAP. Para cada accesión existe un formulario de datos recomendado por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR, siglas en inglés), y toda la información se encuentra archivada en el sistema computarizado de la Sección Proyectos. Parte de la colección obtenida de frijol criollo ha venido caracterizándose agrónomicamente y se han hecho evaluaciones de enfermedades como la bacteriosis común, causada por *Xanthomonas campestris* bv. *phaseoli*, y el virus del mosaico dorado del frijol. Los resultados de estas evaluaciones se encuentran en los informes IAI-90 e IAI-91 (Young y Rosas, 1991; Young et al., 1992).

Aún existen zonas en el país que deberían ser exploradas, especialmente las áreas de bosques nublados, en donde posiblemente se encuentren frijoles silvestres. Estas serán incluidas en misiones posteriores durante 1993.

¹ Trabajo realizado con el apoyo del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR), y los Departamentos de Agronomía y de Ciencias Básicas (Herbario) de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, y la colaboración de personal técnico de la Secretaría de Recursos Naturales, Honduras.

² Colector, Profesor Asistente, Jefe y Asistente de Investigación del Departamento de Agronomía, y encargado del Herbario del Departamento de Ciencias Básicas, respectivamente, EAP, El Zamorano, Honduras.

Muchos materiales colectados en distintos lugares poseen el mismo nombre local, como también es probable que existan accesiones con distinto nombre pero genéticamente idénticas; es necesario en el futuro asignar recursos para la labor de identificación de duplicados.

Cuadro 1. Misiones de exploración y recolección de germoplasma de *Phaseolus* y maíz en Honduras. 1990-93.

No.	Fecha	Actividad	Departamento
1	Jul 90	explo-colecc	Yoro
2	Ago 90	exploración	Olancho
3	Ene 91	colección	Olancho
4	Ene-Feb 91	"	Yoro
5	Abr 91	"	Yoro
6	Abr 91	"	Zona Sur
7	Jun 91	"	Comayagua
8	Jul 91	exploración	Copán
9	Sep-Oct 91	explo-colecc	Intibucá y Sta. Bárbara
10	Feb 92	colección	Copán y Sta. Bárbara
11	Mar 92	"	Lempira
12	Jun 92	"	Copán y Ocotepeque
13	Ago-Sep 92	"	Santa Bárbara
14	Oct 92	"	El Paraíso
15	Dic 92	"	Choluteca
16	Ene 93	colección	Atlántida
17	Feb 93	explo-colección	Colón*
18	Mar 93	exploración	La Paz*
19	Abr 93	colección	La Paz*
20	May-Jul 93	"	Bosques nublados**

* Pendiente.

** Texiguat (Yoro), Pico Bonito (Atlántida), Agalta (Olancho), Celaque (Lempira), Azul Meambar (Comayagua) y Cerro Azul (Copán).

Cuadro 2. Número de accesiones colectadas por el proyecto de recolección de germoplasma de *Phaseolus* y maíz en Honduras. 1990-93.

Departamento	<i>Z. mays</i>	<i>P. vulgaris</i>	Otras especies ^z
Yoro	25	45	7
Olancho	15	15	-
Santa Bárbara	13	63	-
Copán	24	37	4
Ocotepeque	51	42	2
Lempira	46	45	7
Intibucá	15	11	1
Francisco Morazán	3	9	15
Comayagua	14	16	1
Choluteca	21	32	9
Valle	1	7	1
El Paraíso	11	19	2
Atlántida	15	28	4
Total	254	369	53

^z *Phaseolus acutifolius*, *P. coccineus*, *P. lunatus*, *P. oligospermus*, *P. anisotrichus*, *P. tuerckheimii*, *Centrosema pubescens*, *C. segittata*, *Pachyrhizus erosus*, *Canavalia ensiformis*, *Galactia acapulcensis*, *Macroptilium atropurpureum*, *Dalea cliffortiana*, *Rhynchosia jalapensis* y otras aún no identificadas.

Referencias

- Rosas, J.C. y R.A. Young. 1991. Recolección de germoplasma criollo y silvestre de *Phaseolus* y *Zea mays* en Honduras. *En*: Informe Anual de Investigación 1990 (IAI-90), Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. pp. 33-35.
- Young, R.A. y J.C. Rosas. 1991. Evaluación de germoplasma hondureño de frijol por su reacción al ataque de enfermedades virales. *En*: Informe Anual de Investigación 1990 (IAI-90), Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. pp. 25-28.
- Young, R.A., J.R. Moncada y J.C. Rosas. 1992. Evaluación de germoplasma hondureño de frijol por su reacción al ataque del virus del mosaico dorado. *En*: Informe Anual de Investigación 1991 (IAI-91), Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. pp. 1-3.
- Young, R.A. y J.C. Rosas. 1992. Recolección de germoplasma criollo y silvestre de maíz y frijol en Honduras. *En*: Informe Anual de Investigación 1991 (IAI-91), Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. pp. 8-10.

Evaluación de Cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a Nivel de Finca¹

Juan Carlos Rosas y Jenny A. Castro²

Con el objeto de evaluar los efectos de la inoculación en la nodulación y rendimiento del frijol común a nivel de finca, y de comparar esta respuesta con la fertilización del agricultor, se condujeron dos ensayos de evaluación de cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* (Rlp) en siete localidades de Honduras.

Materiales y Métodos

Se evaluó la efectividad potencial de la fijación biológica de nitrógeno (FBN) de cuatro cepas del sub-programa FBN de ProFrijol, bajo condiciones de finca en la región centro-oriental de Honduras. El material experimental usado fue la variedad Dorado. Los ensayos se llevaron a cabo del 12 junio al 27 agosto 92 (época de primera) y del 23 septiembre 92 al 6 enero 93 (época de postrera). El diseño experimental usado fue bloques completos al azar con tres repeticiones por localidad. Cada repetición constaba de tres cepas, un testigo con N (90 kg/ha de 18-46-0, equivalente a 16.2 kg N/ha), equivalente a la fertilización utilizada por el agricultor, y un testigo control (sin inoculación ni fertilización nitrogenada).

La parcela experimental consistió de cinco surcos de 6.0 m de largo y 0.5 m de ancho, con una distancia de 0.1 m entre plantas. Las parcelas estuvieron separadas por surcos individuales de maíz (en primera) y sorgo (en postrera) para reducir la contaminación entre tratamientos.

Antes de la siembra se hizo una fertilización con 0-46-0 (90 kg/ha) en todas las parcelas, excepto las del testigo con N. Este tratamiento recibió una fertilización con 18-46-0 a fin de adicionar fertilizante nitrogenado. La inoculación con las cepas fue realizada al momento de la siembra usando inoculante diluido en agua y aplicado al fondo del surco junto a la semilla. Durante el ciclo del cultivo se procuró un óptimo control de plagas y enfermedades con el fin de disminuir su efecto sobre los resultados.

Con el objeto de evaluar la influencia de los tratamientos aplicados sobre la habilidad noduladora de la variedad Dorado, en ambos ensayos se realizaron dos muestreos de plantas: el primero en la etapa V4 (tercera hoja trifoliada), a los 21 días después de la siembra (DDS), y el segundo en la etapa R6 (floración). En cada muestreo se extrajeron las raíces de 6 plantas por parcela, de las

¹ Trabajo realizado con fondos proporcionados por el Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y El Caribe (PROFRIJOL) y el Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Jefe de Departamento y Asistente de Investigación, Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

que fueron separados los nódulos. Después, éstos fueron secados (70°C x 48 horas) para determinar el peso seco de nódulos (PSN). En las etapas R6 y R8 (llenado de grano) también se determinó el peso seco de la parte aérea (PSPA). En la etapa R9 (madurez fisiológica), ocurrida entre los 67-76 DDS en la época de primera, y entre los 75-89 DDS en la de postrera, se determinó el rendimiento per se de 30 plantas por parcela.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1, se muestran los promedios de NN, PSN, PSPA y rendimiento de grano de la variedad Dorado inoculada con tres cepas de Rlp y los tratamientos testigos. En la época de primera las respuestas obtenidas en todas estas variables fueron significativamente distintas entre localidades, siendo superiores la nodulación y el rendimiento obtenidos en San Francisco y La Vega 3 - EAP. Se encontró diferencias significativas entre tratamientos para el NN-V4, las cepas y el testigo control superaron al testigo con N, y para el PSPA-R6, con un mayor peso del testigo con N, aunque no diferente al de la cepa CR 477, ni este de la CIAT 876.

El rendimiento no fue afectado por los tratamientos, logrando la mayor producción el testigo control seguido por el testigo con N y la cepa CR 477. En la época de postrera se encontraron diferencias entre localidades para el PSN-V4, PSPA en R6 y R8 y el rendimiento de grano, resultando promedios más altos en la Vega 3 -

EAP. El análisis solamente mostró diferencias en el PSN-V4, donde el testigo control y las cepas CR 477 y KIM 5 superaron al testigo con N. Los mayores rendimientos fueron conseguidos por el testigo con N y las cepas CR 477 y KIM 5.

En el Cuadro 2, se muestran los promedios de NN, PSN, PSPA y rendimiento de grano de la variedad Dorado inoculada con tres cepas de Rlp y los tratamientos testigos, por localidad, en la época de primera. En la Terraza 26 - EAP (T 26 - EAP), con 0.12% de contenido de N, se encontró diferencias para el NN-V4, en la cual CIAT 613 superó a los demás tratamientos, y para el PSPA-R6, sobresaliendo la cepa CR 477 y el testigo con N. El rendimiento de grano no fue distinto entre tratamientos, logrando los mejores resultados el testigo control y las cepas CR 477 y CIAT 613. El peso promedio por nódulo en R6 y PSPA-R8 del tratamiento control sugieren una alta efectividad de FBN del *Rhizobium* residente (NMP=1.0x10³), reflejada en su rendimiento de grano.

En La Vega 3 - EAP (V 3 - EAP), con un NMP de 5.8x10³ y 0.1 % de contenido de N, se encontraron diferencias en el NN y PSN en V4, y para el PSN en R6, mostrando una mejor respuesta las cepas CIAT 613 y CR 477. La mayor producción fue obtenida por el testigo con N, seguido por las cepas CR 477 y CIAT 613, sin que estas diferencias hallan sido significativas. Los datos obtenidos en los dos ambientes de la EAP confirman los resultados presentados por Rosas et al. (1991), en cuanto al potencial de FBN de las cepas CIAT 613 y CR 477 bajo condiciones de campo.

En la localidad de San Francisco (0.12% N y NMP=1.0x10⁵) los tratamientos únicamente afectaron el NN-V4, alcanzando la cepa CIAT

876 y el testigo control los mayores valores de nodulación. Los rendimientos más altos fueron obtenidos por el testigo con N, el testigo control y la cepa CR 477. Debido a estos resultados y a la cantidad de *Rhizobium* presente en el suelo, nuevamente se presume que una alta competitividad y efectividad del testigo control influyó en la respuesta obtenida.

Finalmente, en la localidad de San Jerónimo (suelo con 0.1% N y $NMP=1.7 \times 10^5$) se encontraron diferencias significativas para todas las variables, exceptuando el PSPA-R8 y el rendimiento de grano. Todas las cepas y el testigo control superaron al testigo con N en nodulación en V4. En la R6, al igual que en V4, las mejores respuestas en nodulación fueron logradas con las cepas CIAT 876 y CR 477. El testigo con N alcanzó un PSPA significativamente superior al de los demás tratamientos en R6. La mayor producción fue conseguida con la inoculación de la cepa CIAT 876, seguida por la CIAT 613 y el testigo control. En esta localidad los resultados fueron afectados por la sequía, que fue más severa y persistente a partir de la etapa R5 (prefloración) hasta el fin del ciclo del cultivo.

En el Cuadro 3 se muestran los promedios de NN, PSN, PSPA y rendimiento de grano por localidad, en la época de postrera.

En La Vega 3 - EAP (V 3 - EAP), sólo el PSN-V4 fue afectado por los tratamientos, superando las cepas y el testigo control al testigo con N; los mayores pesos fueron obtenidos por la cepa CR 477, la KIM 5 y el testigo control. Los mayores rendimientos se lograron con la aplicación de N y la inoculación de las cepas KIM 5 y CR 477. Respuestas similares de nodulación fueron obtenidas en Santa Rosa (0.1% de N y $NMP = 1.7 \times 10^5$), lográndose los mayores PSN-V4 con la cepa KIM 5, el testigo control y la cepa CR 477. En cuanto al rendimiento, este fue mayor cuando se inoculó con la cepa CIAT 613, seguida por el testigo con N y la cepa KIM 5. Aunque en San Francisco no hubo respuestas estadísticamente distintas entre tratamientos, los mejores promedios de nodulación (NN y PSN) fueron obtenidos por el testigo control. La cepa CR 477, el testigo control y el testigo con N lograron las mejores producciones.

Conclusiones y Recomendaciones

Aunque estos resultados posiblemente estuvieron influenciados por las características de los suelos empleados, los rendimientos obtenidos con la inoculación de las cepas CR 477, CIAT 613 y KIM 5, respaldan la práctica de inoculación con *Rlp* como alternativa al uso de fertilizantes nitrogenados. Con el fin de validar estas observaciones, se recomienda dar continuidad a la evaluación de estas cepas, aplicándolas en lotes de producción comercial. Asimismo, se sugiere dar continuidad a los ensayos de selección de cepas bajo condiciones de campo, con el objeto de reemplazar las que a nivel de finca muestren repetidamente una menor habilidad competitiva con las cepas nativas.

Cuadro 1. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA) y rendimiento de grano de la variedad Dorado inoculada con cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*. Honduras, 1992.

Factor	NN-V4 (/pl)	PSN-V4 (mg/pl)	NN-R6 (/pl)	PSN-R6 (mg/pl)	PSPA-R6 (g/pl)	PSPA-R8 (g/pl)	Rdto-R9 (kg/ha)
<u>Epoca de Primera</u>							
<u>Localidad (L)</u>							
T-26 (EAP)	20	31	80	123	15.7	36.4	2268
Vega 3 (EAP)	27	52	215	223	10.1	21.6	2505
San Francisco	29	54	98	119	8.4	24.2	2665
San Jerónimo	30	29	34	26	4.9	8.0	731
ANDEVA	*	**	**	**	**	**	**
DMS (0.05)	7	19	39	34	1.1	5.5	340
<u>Tratamiento (T)</u>							
CR 477	33	45	104	120	10.3	23.4	2119
CIAT 613	31	48	135	144	8.4	21.7	1999
CIAT 876	28	38	85	98	9.8	22.5	1840
- N	28	43	92	127	8.6	22.1	2128
+ N (16.2 kg/ha) ^z	13	33	118	126	11.6	23.1	2125
ANDEVA	**	ns	ns	ns	**	ns	ns
DMS (0.05)	8	--	--	--	1.3	--	--
<u>L x T</u>							
ANDEVA	**	*	ns	ns	**	ns	ns
DMS (0.05)	17	42	--	--	2.6	--	--
<u>Epoca de Postrera</u>							
<u>Localidad (L)</u>							
Vega 3 (EAP)		43	63	74	8.1	40.3	3136
Santa Rosa		32	43	85	4.8	18.8	2289
San Francisco		13	44	47	6.9	15.5	2496
ANDEVA		**	ns	ns	**	**	**
DMS (0.05)		12	--	--	2.1	6.2	393
<u>Tratamiento (T)</u>							
CR 477		34	60	76	6.3	22.4	2654
CIAT 613		26	51	63	6.3	24.3	2554
KIM 5		36	42	60	6.4	26.7	2624
- N		38	43	78	6.8	22.7	2614
+ N		14	53	67	7.3	28.2	2758
ANDEVA		**	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (0.05)		15	--	--	--	--	--
<u>L x T</u>							
ANDEVA		*	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (0.05)		15	--	--	--	--	--

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

^z Equivalente a la dosis de fertilizante nitrogenado utilizada por el agricultor.

Cuadro 2. Promedios por localidad del número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA) y rendimiento de grano de la variedad Dorado inoculada con cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*, en la época de primera. Honduras, 1992.

Tratamiento	NN-V4 (/pl)	PSN-V4 (mg/pl)	NN-R6 (/pl)	PSN-R6 (mg/pl)	PSPA-R6 (g/pl)	PSPA-R8 (g/pl)	Rdto-R9 (kg/ha)
<u>T-26 (EAP)</u>							
CR 477	11	23	59	114	20.1	42.7	2466
CIAT 613	43	71	131	169	12.3	34.5	2211
CIAT 876	19	23	45	76	16.1	34.4	1874
- N	18	30	77	125	12.7	39.0	2634
+ N (16.2 kg/ha) ^z	7	10	86	131	17.1	31.3	2156
ANDEVA	*	ns	ns	ns	**	ns	ns
DMS (0.05)	22	--	--	--	3.7	--	--
<u>Vega 3 (EAP)</u>							
CR 477	50	62	235	243	9.8	21.9	2717
CIAT 613	35	70	290	270	9.7	19.9	2421
CIAT 876	13	40	143	148	8.3	20.9	2240
- N	24	62	177	234	9.0	20.6	2378
+ N	10	27	227	220	13.5	24.7	2770
ANDEVA	*	**	ns	**	ns	ns	ns
DMS (0.05)	21	22	--	33	--	--	--
<u>San Francisco</u>							
CR 477	30	53	78	92	7.1	21.5	2665
CIAT 613	18	28	91	115	7.2	23.8	2582
CIAT 876	40	53	103	129	10.0	26.6	2410
- N	38	52	91	123	8.5	20.9	2769
+ N	21	84	126	139	9.3	28.3	2897
ANDEVA	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (0.05)	14	--	--	--	--	--	--
<u>San Jerónimo</u>							
CR 477	40	42	43	29	4.4	7.4	627
CIAT 613	27	24	27	20	4.3	8.6	783
CIAT 876	40	37	48	40	4.9	8.1	834
- N	33	27	23	27	4.3	7.9	732
+ N	11	13	31	16	6.4	7.9	678
ANDEVA	**	*	*	*	*	ns	ns
DMS (0.05)	16	20	17	11	1.4	--	--

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

^z Equivalente a la dosis de fertilizante nitrogenado utilizada por el agricultor.

Cuadro 3. Promedios por localidad del número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA) y rendimiento de grano de la variedad Dorado inoculada con cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*, en la época de postrera. Honduras, 1992.

Tratamiento	PSN-V4 (mg/pl)	NN-R6 (/pl)	PSN-R6 (mg/pl)	PSPA-R6 (g/pl)	PSPA-R8 (g/pl)	Rdto-R9 (kg/ha)
<u>Vega 3 (EAP)</u>						
CR 477	54	87	93	6.8	34.5	3118
CIAT 613	36	68	63	7.6	38.5	2929
KIM 5	52	55	66	8.0	46.1	3130
- N	51	38	62	8.9	34.8	3029
+ N (16.2 kg/ha) ^z	21	67	84	9.3	47.5	3477
ANDEVA	*	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (0.05)	22	--	--	--	--	--
<u>Santa Rosa</u>						
CR 477	38	48	89	5.2	18.1	2185
CIAT 613	33	46	89	4.4	19.3	2479
KIM 5	42	34	77	4.7	16.9	2284
- N	40	41	102	5.2	18.9	2212
+ N	7	43	69	4.8	20.5	2287
ANDEVA	**	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (0.05)	7	--	--	--	--	--
<u>San Francisco</u>						
CR 477	11	43	47	6.9	14.5	2658
CIAT 613	8	40	37	7.1	14.9	2253
KIM 5	13	36	35	6.6	17.1	2459
- N	22	52	70	6.4	14.3	2600
+ N	12	49	47	7.7	16.7	2511
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (0.05)	--	--	--	--	--	--

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

^z Equivalente a la dosis de fertilizante nitrogenado utilizada por el agricultor.

Referencias

- Rosas, J.C., Mendoza, C.F. y Castro, J.A. 1991. Evaluación de cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* en El Zamorano, Honduras. pp 16-19. Informe Anual de Investigación, Volumen 4. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Evaluación de la Fijación Biológica de Nitrógeno y Rendimiento de Grano en el Vivero ECAR 92 - Grano Rojo¹

Juan Carlos Rosas y Jenny A. Castro²

Con el propósito de identificar líneas que presenten una respuesta efectiva a la inoculación con cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* (Rlp) a nivel de campo, se efectuó la evaluación del vivero del Ensayo Centroamericano de Adaptación y Rendimiento - 1992 (ECAR 92) grano rojo, por su habilidad de fijación biológica de nitrógeno y rendimiento de grano.

Materiales y Métodos

El ensayo se llevó a cabo del 16 junio (siembra) al 26 agosto (cosecha), período durante el cual se registró una precipitación total de 349.4 mm. Las características del suelo utilizado fueron: textura franco-arenosa, pH 5.3, 2.1% de materia orgánica, 0.1% de N total, 42 ppm de P y 199 ppm de K.

El diseño experimental usado fue parcelas divididas con tres repeticiones, donde los tratamientos de fuente de N (inoculación y aplicación de 100 kg N/ha) formaban la parcela principal, y los 16 genotipos evaluados la subparcela.

La subparcela experimental consistió en dos surcos de 4.0 m de largo y 0.6 m de ancho, con una distancia de 0.1 m entre plantas. Estas subparcelas estuvieron separadas por surcos individuales de sorgo para disminuir la contaminación entre tratamientos. Antes de la siembra se hizo una fertilización básica con 0-46-0 (150 kg/ha) y NaMoO₄ (0.3 kg/ha).

El tratamiento con inoculación se realizó mediante la aplicación de un inoculante compuesto por las cepas de Rlp CR 477, CIAT 613 y KIM 5, al momento de la siembra. La fertilización de las parcelas con 100 kg de N/ha se distribuyó en dos aplicaciones de 30 y 70 kg de N/ha a los 15 y 28 días después de la siembra (DDS), respectivamente.

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

Con el fin de evaluar la habilidad noduladora de las líneas en estudio, se realizó un muestreo de nodulación en la etapa R6 (floración). Para ello se extrajeron las raíces de seis plantas por parcela, de las que fueron separados los nódulos. Después, éstos fueron secados (70°C x 48 horas) para determinar el peso seco de nódulos (PSN). En las etapas R6 y R8 (llenado de grano) también

¹ Trabajo realizado con fondos proporcionados por el Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y El Caribe (PROFRIJOL) y el Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Jefe de Departamento y Asistente de Investigación, Departamento de Agronomía, respectivamente, EAP, El Zamorano, Honduras.

se determinó el peso seco de la parte aérea (PSPA). En la etapa R9 (madurez fisiológica), ocurrida a los 71 DDS, se determinó el rendimiento *per se* de 25 plantas por parcela. Las relaciones entre el efecto de la inoculación versus la fertilización nitrogenada sobre la nodulación (PSN) y el rendimiento de grano, fueron estimadas mediante el índice de respuesta a inoculación (IRI). La fórmula empleada fue: $IRI_R = R_I/R_N$, donde R_I igual a rendimiento de grano bajo inoculación y R_N igual al rendimiento bajo fertilización nitrogenada (Rosas et al., 1991).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1, se observan los promedios de NN, PSN, PSPA y rendimiento de grano de 15 líneas y un testigo del vivero ECAR 92 - grano rojo, evaluadas en la época de primera en El Zamorano, Honduras. EL tratamiento de N afectó todas las variables estudiadas en R6, siendo mayor el NN y PSN cuando se aplicó inoculante, y el PSPA cuando se agregó N al suelo. Aunque en promedio el rendimiento obtenido con la fertilización nitrogenada fue superior al de inoculación con *Rlp*, esta diferencia no fue significativa.

Entre genotipos se observaron diferencias en el NN y PSN en R6, sobresaliendo en ambos casos Desarrural 1R y Rojo de Seda; aunque la línea DOR 474 también obtuvo buenos valores de nodulación, estos no fueron distintos al de la mayoría de las líneas restantes. El mayor PSPA-R6 fue obtenido por Rojo de Seda, aunque este promedio no fue significativamente mayor al obtenido por Desarrural 1R. No hubo diferencia entre los rendimientos de grano obtenidos, logrando los mayores pesos las líneas DOR 472, RAB 478 y DOR 474, con 3184, 3163 y 3120 kg/ha, respectivamente. La interacción del tratamiento de N con el genotipo solamente afectó al NN-R6.

En el Cuadro 2 se muestran las diferencias debido al efecto de la inoculación versus la fertilización con N, en la nodulación y el rendimiento de grano. Los PSN-R6 fueron significativamente superiores en todos los genotipos cuando fueron inoculados, logrando los mayores valores de PSN Desarrural 1R, Rojo de Seda y DOR 474. Solamente cuatro genotipos (25%) obtuvieron un IRI mayor que 1 para la variable rendimiento, lo cual indica una baja respuesta de los genotipos restantes a la inoculación con *Rlp*. Sin embargo, DOR 513 y Rojo de Seda mostraron una excelente respuesta en rendimiento debido a la inoculación (IRI mayor que 1.4).

Conclusiones y Recomendaciones

Aunque el promedio de IRI para el rendimiento de grano fue menor que 1, la producción alcanzada por la mayoría de los genotipos bajo inoculación no difirió considerablemente de la obtenida con la fertilización nitrogenada (62% de ellos obtuvieron un IRI mayor a 0.9). Se recomienda la evaluación de un vivero específico para

FBN, conformado por los genotipos sobresalientes que presentaron estas características en los ensayos realizados, con el fin de validar observaciones y evaluar la adopción de esta tecnología en condiciones de finca.

Cuadro 1. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA) y rendimiento de grano de 15 líneas y un testigo del vivero ECAR 92 - grano rojo, evaluadas en la época de primera. El Zamorano, Honduras, 1992.

Factor	NN-R6 (pl)	PSN-R6 (mg/pl)	PSPA-R6 (g/pl)	PSPA-R8 (g/pl)	Rdto-R9 (kg/ha)
<u>Tratamiento (T)</u>					
Inoculado	128	152	10.4	26.8	2720
N (100 kg/ha)	40	20	14.0	29.6	2898
ANDEVA	**	**	**	ns	ns
<u>Genotipos (G)</u>					
DOR 364	49	64	12.6	28.9	2780
DOR 391	56	74	12.7	23.5	2649
DOR 484	41	67	11.6	28.6	2973
DOR 489	73	72	11.1	26.1	2960
DOR 513	89	100	12.3	28.3	2401
DOR 488	71	78	13.2	29.1	2724
DOR 472	57	47	11.2	27.7	3184
DOR 474	92	116	13.1	27.9	3120
DOR 481	58	59	12.7	24.6	2710
DOR 483	48	79	12.4	26.3	2924
DOR 482	45	60	11.8	25.6	2653
ROJO DE SEDA	228	169	11.5	36.9	2474
RAB 476	75	88	12.3	27.8	2665
RAB 478	59	49	14.1	31.2	3163
DOR 475	73	93	11.8	24.0	2715
DESARRURAL 1R	229	159	11.3	34.8	2849
ANDEVA	**	**	ns	**	ns
DMS (0.05)	43	54	--	5.6	--
<u>T x G</u>					
ANDEVA	*	ns	ns	ns	ns
DMS (0.05)	61	--	--	--	--
C.V. (%)	23.3	27.1	8.5	8.4	18.4

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

Cuadro 2. Efecto de la inoculación versus la fertilización nitrogenada sobre la nodulación (peso seco de nódulos) y el rendimiento de grano de 15 líneas y un testigo del vivero ECAR 92, grano rojo, evaluadas en la época de primera. El Zamorano, Honduras, 1992.

Genotipos	Peso seco de nódulos en R6 (mg/pl)		Rendimiento ^Y (kg/ha)		IRI ^X
	I ^Z	N	I	N	
DOR 364	120	9	2658	2901	0.9
DOR 391	136	13	2441	2856	0.8
DOR 484	110	24	2791	3154	0.9
DOR 489	125	19	2747	3173	0.9
DOR 513	179	21	2772	2030	1.4
DOR 488	147	10	2655	2794	0.9
DOR 472	66	27	2829	3539	0.8
DOR 474	224	8	3040	3190	0.9
DOR 481	98	20	2639	2782	0.9
DOR 483	147	12	2608	3240	0.8
DOR 482	114	7	2397	2909	0.8
ROJO DE SEDA	272	66	2964	1985	1.5
RAB 476	154	22	2353	2977	0.8
RAB 478	92	7	3187	3139	1.0
DOR 475	171	15	2415	3016	0.8
DESARRURAL 1R	276	43	3019	2680	1.1
Promedio	152	20	2720	2898	0.9
Significancia	**		ns		

^Z I = Inoculado; N = 100 kg de N/ha.

^Y Rendimiento al 14% de humedad.

^X Indice de respuesta a inoculación.

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

Referencias

Rosas, J.C., Mendoza, C.F. y Castro, J.A. 1991. Evaluación de cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* en El Zamorano, Honduras. pp 16-19. Informe Anual de Investigación, Volumen 4. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Evaluación Preliminar de Líneas de Frijol por Fijación Biológica de Nitrógeno¹

Oscar Cosenza, Jenny A. Castro y Juan Carlos Rosas²

Para poder establecer diferencias confiables en nodulación y fijación biológica de nitrógeno (FBN) en plantas hospederas, es necesario utilizar materiales cuyas diferencias en estas características de la FBN no estén asociadas con otros caracteres de las plantas (p.e. hábito de crecimiento, etapas de desarrollo, etc.). El presente trabajo, presenta resultados de una fase preliminar de un proceso de evaluación que conducirá a la obtención de líneas hermanas (genéticamente cercanas) que presenten extremos (baja y alta) de nodulación y FBN.

Los materiales que se están evaluando provienen de programas de mejoramiento genético de la FBN en líneas comerciales a través de métodos de mejoramiento usados para estos caracteres.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en los invernaderos del Departamento de Agronomía, ubicados en el valle de El Zamorano, Honduras. Se utilizaron las poblaciones NFX-14 (Sanilac x Cargamento), BOS 12 (RAB 201 x RIZ 29), BOS 13 (RAB 201 x RIZ 36), BOS 20 (RAB 205 x Puebla 152), BOS 42 (Desarrural 1R x RIZ 29) y BOS 43 (Desarrural 1R x RIZ 36), las cuales fueron desarrolladas previamente utilizando el método de retrocruza y autofecundación (Rosas y Bliss, 1986; Rosas et al., 1986). Como testigos se utilizaron las variedades Puebla 152 (altamente fijadora) y Sanilac (pobre fijadora) con los tratamientos inoculadas, no inoculadas y con nitrógeno. La siembra se realizó en potes plásticos con 1.12 kg de mezcla de suelo de bajo contenido de nitrógeno, vermiculita y arena de río lavada (proporción de 1:2:1). A cada pote se le agregó 0.05g de 0-46-0 y 1.0g de CaCO₃. Se sembraron 6 semillas por pote y 2 potes por línea. En la etapa V-2 (desarrollo de la hojas primarias), se dejó las dos mejores plantas uniformes de cada pote y se procedió a inocularlas con 1 ml por planta de la cepa Kim 5 de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*, con una concentración recomendada de 10⁸ células/ml (Robleto et al., 1988). Las plantas se regaron con agua dos veces al día según era necesario, alternando cada dos días con un riego de solución nutritiva de Broughton y Dillworth (Somasegaran y Hoben, 1985), en la mañana del día correspondiente. Las plantas testigos con nitrógeno fueron regadas con una solución conteniendo 70 ppm de N a partir del día en que se hizo la inoculación.

¹ Trabajo realizado con fondos proporcionados por el Proyecto EAP/ Universidad de Wisconsin (Donación USAID No. DHR-5600-G-00-0100-00), y el Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Asistentes de Investigación y Jefe del Departamento de Agronomía, respectivamente, EAP, El Zamorano, Honduras.

A los 21 días después de la inoculación, se evaluaron las plantas por su nodulación de acuerdo a la escala establecida (CIAT, 1987). Las plantas calificadas como excelentes (más de 80 nódulos) y pobres (menos de 10 nódulos) en nodulación, de acuerdo a la escala, fueron transplantadas y mantenidas bajo irrigación de solución nutritiva hasta la madurez fisiológica cuando las semillas fueron recolectadas para estudios posteriores.

Resultados y Discusión

De 323 líneas evaluadas (Cuadro 1), se seleccionaron 96 líneas. De éstas, 84 fueron excelentes noduladoras (1 y 2 en la escala) y 12 se consideran muy pobres noduladoras (9 y 10 en la escala). Las 227 líneas restantes mostraron nodulación intermedia.

Con las semillas recolectadas de las líneas con excelente y pobre nodulación, se está conduciendo una segunda fase para confirmar los resultados de nodulación. Posteriormente, se incrementarán semillas de las líneas seleccionadas para ser utilizadas en estudios subsiguientes y para facilitarlas a los interesados.

Cuadro 1. Evaluación de las poblaciones de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) por su nodulación con cepas de *Rhizobium*. El Zamorano, Honduras, 1993.

Población	# Líneas	Calificación ^z									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NFX-14 (BC ₂ S _x)	86	11	20	17	12	6	4	7	6	3	0
BOS 12 (BC ₁ S ₃)	46	2	8	12	8	4	2	7	1	2	0
BOS 13 (BC ₁ S ₃)	53	1	9	16	11	6	4	2	2	2	0
BOS 20 (BC ₃ S ₂)	64	2	15	13	16	5	5	3	2	2	1
BOS 42 (BC ₁ S ₄)	33	1	6	9	7	2	3	1	2	1	1
BOS 43 (BC ₁ S ₄)	41	1	8	10	12	6	3	1	0	0	0
Total	323	18	66	77	66	29	21	21	13	10	2
		84								12	

^z Escala (1= Excelente, más de 80 nódulos efectivos; 3= Buena, de 41 a 80 nódulos; 5= Intermedia, de 21 a 40 nódulos; 7= Pobre, de 10 a 20 nódulos y 9= Muy Pobre, menos de 10 nódulos). Números pares, significan variación en el tamaño de los nódulos (CIAT, 1987).

Referencias

- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. CIAT, Cali, Colombia, 56 p.
- Robleto, E.A., O. Cosenza, J.C. Rosas y J. Handelsman. 1988. Estudio preliminar sobre la competitividad de *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli*. En: Informe Anual de Investigación 1988 (IAI-88), Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. pp. 27-29.
- Rosas, J.C. y F. Bliss. 1986. Mejoramiento de la capacidad de fijación de nitrógeno en frijol común. CEIBA 27(1): 95-104.
- Rosas, J.C., J. Kipe-Nolt, R.A. Henson y F.A. Bliss. 1987. Estrategias de mejoramiento para incrementar la capacidad de fijación biológica de nitrógeno del frijol común en América Latina. CEIBA 28:39-57.
- Somasegaran, P. y H.J. Hoben. 1985. Methods in legume-*Rhizobium* technology. Proyecto NifTAL, Univ. Hawaii, U.S.A. 367 p.

Evaluación de Líneas Avanzadas de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris*) por su Adaptación y Rendimiento de Grano en Once Localidades de Honduras¹

Jenny A. Castro, Juan Carlos Rosas², Federico Rodríguez y Danilo Escoto³

En Honduras, más del 50% del área destinada a la producción de frijol corresponde a fincas de pequeños agricultores. Por ello, generalmente las condiciones bajo las cuales se cultiva esta leguminosa son marginales, tanto en los factores bióticos (incidencia de plagas y enfermedades) como abióticos (clima y suelo) involucrados en su producción. En respuesta a esta problemática, la difusión entre los productores de variedades mejoradas adaptadas a sus agroecosistemas representa una alternativa accequible y de fácil implementación por los programas regionales de desarrollo agrícola.

A partir del año de 1991, el Programa de Investigaciones en Frijol de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), en colaboración con la Secretaría de Recursos Naturales (SRN) y el Programa de Desarrollo Rural de la EAP, estableció la Red de Ensayos de Líneas Avanzadas de Frijol (RELAF) con el fin de evaluar en zonas productoras de Honduras, a nivel de finca, el comportamiento y estabilidad agronómica de líneas mejoradas de frijol, cuantificar los avances de los programas de mejoramiento de esta leguminosa a través del tiempo y bajo condiciones diversas de producción, y evaluar los aspectos relacionados con el proceso de adopción de líneas mejoradas por los agricultores.

Materiales y Métodos

La red de ensayos fue establecida en once localidades durante la época de postrera de 1992 (Cuadro 1). El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar con dos repeticiones por localidad. Cada repetición constaba de siete líneas en evaluación, un testigo universal, y un testigo local, que fue preferentemente la variedad cultivada por el agricultor (Cuadro 2). La parcela experimental consistió de cuatro surcos de 5.0 m de largo y 0.5 m de ancho, con un distanciamiento de 0.1 m entre plantas. Antes de la siembra se hizo una fertilización básica con 2 qq/mz de 18-46-0 (90 kg/ha).

¹ Trabajo realizado con el apoyo del Programa del Título XII Bean/Cowpea CRSP, el Departamento de Agronomía y el Programa de Desarrollo Rural, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, la Secretaría de Recursos Naturales (SRN), Honduras, y el Programa ProFrijol.

² Jefe de Departamento y Asistente de Investigación, Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

³ Jefe y Asistente de Investigación, Programa Nacional de Frijol, SRN, Honduras.

Las aplicaciones de insecticidas se llevaron a cabo, cuando fue necesario, antes de los 21 días después de la siembra, con el fin de evitar que estas afectaran el establecimiento de poblaciones insectiles deseadas.

En la etapa de llenado de vainas (R8), se cuantificó la incidencia y severidad del ataque por plagas y enfermedades. En el caso de las enfermedades, se empleó el sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol recomendada por el CIAT (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987). En la etapa de madurez fisiológica (R9) se determinó el rendimiento per se de las plantas cosechadas de los dos surcos centrales menos 0.5 m de cada extremo (4.0 m²) y, con la ayuda de los agricultores, se evaluó la aceptación de calidad del grano de los genotipos.

Resultados y Discusión

La incidencia de enfermedades fue moderada en las diferentes localidades por lo que no se observaron diferencias significativas en la incidencia y/o severidad de éstas sobre las líneas de frijol, aun en aquellas conocidas por su susceptibilidad. Las principales enfermedades observadas fueron roya (*Uromyces phaseoli*), mancha redonda (*Chaetoseptoria wellmanii*), bacteriosis (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*), mancha angular (*Isiaropsis griseola*), carbón (*Entyloma petuniae*), mosaico común (BCMV) y mosaico dorado (BGMV); y lorito verde (*Empoasca kraemeri*).

En el Cuadro 3, se presentan los promedios de rendimiento obtenidos por localidad para cada genotipo evaluado. La expresión de los genotipos fue afectada significativamente por el ambiente, obteniéndose los mayores rendimientos en El Barro y El Zamorano. Contrario a lo esperado, no se observaron diferencias entre los rendimientos de las líneas evaluadas. Este resultado varía del obtenido en la evaluación RELAF-91, donde las diferencias en producción se atribuyeron principalmente a la alta incidencia del BGMV y su efecto sobre las líneas susceptibles (Moncada et al., 1991), enfermedad bajo cuya presión no estuvieron sometidas las líneas en 1992. No se encontró interacción significativa entre localidades y líneas evaluadas.

En la evaluación por calidad del grano, los genotipos con mayor aceptación entre los productores fueron Oriente, HND 43-40 y Desarrural 1R, y los menos aceptados DOR 482 y EAP 12-88. Cabe mencionar que la aceptación del grano por los agricultores está directamente relacionada al uso que se haga de este producto; así, en las regiones donde el frijol constituye un cultivo de subsistencia o intercambio, no es la calidad de grano sino la producción obtenida el criterio de mayor importancia para la adopción de variedades.

Conclusiones y Recomendaciones

La adecuada presión de plagas y enfermedades constituye un factor fundamental en el proceso de evaluación y selección de variedades para cada ambiente específico. Se sugiere la implementación de la

red en más localidades en procura de una mayor diversidad ambiental entre ellas, y un seguimiento más riguroso de los ensayos establecidos en el interior del país.

Cuadro 1. Localidades en que fueron evaluadas las líneas incluidas en la Red de Ensayos de Líneas Avanzadas de Frijol (RELAF). Honduras, 1992.

Nº	Localidad	Departamento	Altura (msnm)
1	El Barro, Danlí	El Paraíso	1315
2	EAP, El Zamorano	Francisco Morazán	793
3	San Francisco, El Zamorano	Francisco Morazán	785
4	San Francisco del Valle	Ocotepeque	860
5	Santa Rosa, El Zamorano	Francisco Morazán	765
6	Las Trancas, Tatumbla	Francisco Morazán	1620
7	Azacualpa	Santa Bárbara	
8	El Barranco, Güinope	El Paraíso	1300
9	Santa Helena, Tatumbla	Francisco Morazán	1500
10	Villa Ahumada, Danlí	El Paraíso	760
11	Cantoral	Yoro	

Cuadro 2. Identificación de los genotipos evaluados en la Red de Ensayos de Líneas Avanzadas de Frijol (RELAF). Honduras, 1992.

Nº	Genotipo	Pedigrí
1	Dorado (DOR 364) ^z	BAT 1215 (RAB 166 x DOR 125)
2	Oriente (DICTA 57) ^z	Desarrural 1R x RAB 142
3	DOR 391 ^y	DOR 367 (DOR 364 x LM 30649)
4	DOR 482 ^y	DOR 367 (DOR 364 x LM 30649)
5	EAP 10-88 ^x	Zamorano x XAN 155
6	EAP 12-88 ^x	BAC 35 x Zamorano
7	HND 43-40 ^x	RAB 205 x (RAB 39 x BAT 1654 x UW 21-16)
8	Desarrural 1R	Testigo Universal

^z Variedades liberadas en Honduras en 1990.

^y Provenientes del Ensayo Centroamericano de Adaptación y Rendimiento (ECAR) de 1989 y 1990, respectivamente.

^x Líneas del Programa de Investigaciones en Frijol - EAP.

Referencias

Moncada, J.R., Young, R., Rosas, J.C., Rodríguez, F. y Escoto, D. 1991. Evaluación de líneas avanzadas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) por su adaptación y rendimiento en ocho localidades de Honduras. pp 4-7. Informe Anual de Investigación, Volumen 4. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Schoonhoven, A.V., Pastor-Corrales, M.A. 1987. Sistema estándar para la evaluación de variedades de frijol.

Cuadro 3. Promedios de rendimientos (kg/ha) obtenidos en las diferentes localidades para cada línea evaluada de la Red de Ensayos de Líneas Avanzadas de Frijol (RELAF). Honduras, 1992.

Localidad	Tratamientos (Líneas)										
	DOR 391	EAP 12-88	Dorado	DOR 482	EAP 10-88	Oriente	HND 43-40	Test. Local ^z	DESARR. 1R	Promedio ^y	
El Barro	3664	2439	2787	2690	2090	2282	2502	1850	1779	2454	A
El Zamorano	2600	1776	2244	2429	2465	2213	2608	2526	2367	2359	A
San Francisco	1798	2151	2008	1833	2057	1687	1903	1968	2076	1942	B
Ocotepeque	1749	2092	2049	1977	1480	1946	1860	1790	1313	1806	BC
Santa Rosa	1648	1645	1574	1419	1789	1613	1526	1638	1542	1599	CD
Las Trancas	1388	2122	1448	2210	1826	1065	1214	--	1180	1557	D
Azacualpa	1077	791	1298	1188	538	1533	818	908	1020	1019	E
El Barranco	856	1677	928	627	923	742	643	946	642	887	E
Santa Helena	1017	789	984	670	1266	878	552	719	517	821	EF
Villa Ahumada	696	751	670	472	656	550	666	445	718	625	FG
Cantoral	519	527	436	541	649	638	506	452	835	567	G
Promedio	1547	1524	1493	1460	1431	1377	1345	1336	1272		

^z Testigos locales: APN 83, Zamorano, RAB 50, RAB 205, RAB 205, --, Chile, RAB 205, EAP 12-88, DOR 364 y Chingo criollo, en orden descendente.

^y Promedios seguidos de las mismas letras no difieren estadísticamente según la prueba de DMS (DMS=233.6, P≤0.05).

Evaluación de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Generaciones Tempranas para Resistencia a *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye¹

Oswaldo Varela², James Beaver², Mildred Zapata³ y Silvia Cianzio²

La bacteriosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es causada por la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (*Xcp*) (Smith) Dye. Esta enfermedad se considera de gran importancia y de amplia distribución mundial. En América Latina se han reportado pérdidas en rendimiento de hasta un 45%.

Mediante evaluaciones en generaciones tempranas se podrían eliminar las líneas más susceptibles, reduciendo así el costo y tiempo necesario para identificar líneas con resistencia. Los valores de heredabilidad (h^2) para resistencia a *Xcp* han sido de intermedios a altos (Beebe, 1989).

El objetivo de este trabajo fue determinar si se puede seleccionar en generaciones tempranas líneas rojas pequeñas y blancas con resistencia a bacteriosis, así como el determinar la heredabilidad de la resistencia a *Xcp* del follaje en dos poblaciones de frijol común.

Materiales y Métodos

Se evaluaron dos poblaciones provenientes de las cruzas entre DOR 364 x XAN 176 que fue dividida en tres grupos (I, II y III) con 40 líneas cada grupo, y DOR 364 x WBB-20-1 que consistió en un sólo grupo de 40 líneas. El cultivar DOR 364 es susceptible a *Xcp* pero posee resistencia al virus del mosaico dorado. XAN 176 y WBB-20-1 se seleccionaron por su resistencia a *Xcp*. A nivel de campo se evaluaron las generaciones F3 y F4 utilizando un diseño de bloques completos al azar (BCA) con 3 repeticiones y en el invernadero la generación F5 mediante un diseño BCA con 4 repeticiones. En el campo se inoculó con aspersión foliar de *Xcp* a una concentración de 3×10^7 cfu/ml. La severidad de la enfermedad se evaluó por dos escalas, una de 1 a 9 desarrollada por el CIAT y basada en el tamaño de las lesiones (CIAT, 1987) y otra basada en el porcentaje de área foliar afectada (James, 1971). En el invernadero se usó el método de agujas múltiples a una concentración de 10^7 cfu/ml. La severidad se evaluó por una escala basada en el porcentaje de área

¹ Trabajo conducido con el apoyo del Programa del Título XII Bean/Cowpea CRSP (USAID No. DAN-1310-G-SS-6008-00), y el Departamento de Agronomía, Recinto Universitario de Mayagüez (RUM)-Universidad de Puerto Rico.

² Graduado del Programa de Maestría (actualmente Asociado de Investigación del Departamento de Agronomía, Escuela agrícola Panamericana, Honduras) y Profesores Asociados, Departamento de Agronomía, Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), Puerto Rico.

³ Profesor Asociado, Departamento de Protección Vegetal, RUM, Puerto Rico.

inoculada afectada (Aggour y Coyne, 1989). La h^2 de la reacción a X_{cp} se calculó por el método de componentes de varianza. La varianza aditiva (σ_A^2) fue estimada de la varianza entre las líneas (σ_L^2) presumiendo que la varianza dominante y epistática eran mínimas. Los estimados de h^2 fueron corregidos considerando la generación de autofecundación (Hallauer y Miranda, 1981).

Resultados y Discusión

En las poblaciones DOR 364 x XAN 176 y DOR 364 x WBB-20-1 se observaron diferencias significativas entre las líneas en las generaciones F3, F4 y F5, utilizando ambas escalas de evaluación (Cuadro 1). Existió un rango amplio de reacciones, y se observó algunas líneas con buena resistencia a X_{cp} . Los progenitores XAN 176 y WBB-20-1 mostraron más resistencia a X_{cp} que DOR 364. En ambas poblaciones se observó que en la generación F5 la presión de la enfermedad fue mayor; ésto podría deberse al método de inoculación utilizado, ya que el uso de las agujas múltiples permitió un contacto directo de las bacterias con el tejido interno de la hoja, porque causa heridas y reduce la posibilidad de un escape de infección. Esto concuerda con lo reportado por Zapata et al. (1985) quienes mencionan la eficacia de dicho método en ambientes controlados.

En la población DOR 364 x XAN 176 y de acuerdo a la escala 1-9 se determinó que la severidad de la enfermedad varió entre los experimentos o generaciones (Cuadro 2). Dicho resultado se debe mayormente a las evaluaciones del invernadero (F5), en donde la presión fue mayor que en el campo. La significancia de la interacción entre experimentos y genotipos indica que el comportamiento de los genotipos varió en cada experimento (generación). La mayoría de las líneas resistentes mantuvieron su resistencia en las tres generaciones.

La severidad de la enfermedad medida como porcentaje de área foliar afectada, varió entre los experimentos solamente en el grupo I de la población DOR 364 x XAN 176; además para este grupo hubo una interacción significativa de experimentos por genotipos (Cuadro 3). Las líneas resistentes mantuvieron un bajo porcentaje de área foliar afectada en ambas generaciones evaluadas. Las evaluaciones de la población DOR 364 x WBB-20-1, usando ambas escalas, mostraron que la severidad de la enfermedad varió entre los experimentos (Cuadro 4). Nuevamente, la presión a nivel de invernadero fue mayor que en el campo. En cuanto a la interacción de experimento por genotipo solamente fue significativa de acuerdo a la escala 1-9, indicando que el comportamiento de los genotipos varió en cada generación pero la mayoría de las líneas resistentes mantuvieron su resistencia en las tres generaciones.

En la población DOR 364 x XAN 176 los valores de h^2 basado en la escala de 1-9 fueron altos desde la generación F3 (Cuadro 5). Estos valores de h^2 de acuerdo al porcentaje de área afectada variaron entre grupos, siendo alta para el grupo I e intermedia para los grupos II y III (Cuadro 6). Resultados similares han sido mencionados por Beebe (1989) en estudios de heredabilidad

utilizando otras poblaciones. En la población DOR 364 x WBB-20-1 los valores de h^2 de acuerdo a ambas escalas de evaluación, fueron bajos en la F3 y más altos en la F4 y F5 (Cuadros 5 y 6).

Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo a los resultados se concluyó que en la población DOR 364 x XAN 176 se puede seleccionar en generaciones tempranas como es la F3, pero para la población DOR 364 x WBB-20-1 se debe de esperar hasta la generación F4. De ambas poblaciones evaluadas se seleccionaron 14 líneas con altos niveles de resistencia y de color de granos esperados. La línea 9177-212-20 de color de grano rojo de la población DOR 364 x XAN 176, y las líneas de color blanco 9177-208-28 y la 9177-208-29 de la población DOR 364 x WBB-20-1 son sobresalientes.

La selección en generaciones tempranas depende de los progenitores involucrados. En general es recomendable esperar hasta la generación F4. Las evaluaciones en la generación F3 podría requerir un mayor número de repeticiones si se desea aumentar la precisión.

Referencias

- Aggour, A. R. and D. P. Coyne, 1989. Heritability, phenotypic correlations, and associations of the common blight disease reactions in beans. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(5):828-833.
- Beebe, S., 1989. La genética cuantitativa en *Phaseolus vulgaris*: el ejemplo de la resistencia a *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. En: S. Beebe, (ed.). Temas actuales en mejoramiento genético del frijol común. Documento de trabajo No. 47. Programa de Frijol, CIAT. Cali, Colombia. pp 222-239.
- CIAT, 1987. Standard system for the evaluation of bean germplasm. Schoonhoven, A. V. and M. A. Pastor-Corrales(eds.). Cali, Colombia. 54 p.
- Hallauer, A. R. and J. B. Miranda, 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press, Ames. Iowa. 468 p.
- James, C., 1971. A manual of assessment keys for plant diseases. Canada Department of Agriculture Publication No. 1458.
- Zapata, M., G. F. Freytag, and R. E. Wilkinson, 1985. Evaluation for bacterial blight resistance in beans. *Phytopathology* 75(9): 1032-1039.

Cuadro 1. Valores promedios de la reacción a *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en las generaciones F3, F4 y F5 de dos poblaciones y los progenitores de acuerdo a dos escalas de evaluación. Mayagüez, Puerto Rico, 1992.

Genotipos	Escala 1-9			% área afectada	
	F3 ^z	F4	F5	F3	F4
<u>DOR 364 x XAN 176 (Grupo I)^y</u>					
9177-212-35	1.0	2.3	3.0	0.0	2.7
212-15	1.3	1.7	3.0	0.3	0.7
212-17	1.3	1.7	2.3	0.3	1.3
DOR 364	5.7	5.3	9.0	26.7	20.0
XAN 176	2.3	1.7	2.0	1.0	1.0
Anova (0.05) ^x	*	*	*	*	*
Rango (n=40)	1-5.7	1.7-5.3	1.3-9	0.0-4.7	0.7-20
<u>DOR 364 x XAN 176 (Grupo II)</u>					
9177-213-40	1.7	3.0	2.5	0.7	7.7
213-27	2.0	2.7	1.5	6.7	7.0
213-24	2.3	2.7	2.3	7.0	7.7
DOR 364	4.7	5.3	8.5	20.0	18.3
XAN 176	1.7	1.0	1.5	1.3	0.0
Anova (0.05)	*	*	*	*	*
Rango (n=40)	1.3-7	1.7-6	1.5-9	0.3-37	1.3-19
<u>DOR 364 x XAN 176 (Grupo III)</u>					
9177-214-20	1.3	2.0	2.5	0.3	2.7
214-17	1.7	1.7	1.8	0.7	1.3
214-28	2.0	2.0	1.3	1.3	2.3
DOR 364	5.3	5.0	8.3	30.0	20.0
XAN 176	2.7	1.7	2.5	8.3	2.7
Anova (0.05)	*	*	*	*	*
Rango (n=40)	1.3-6.3	1.7-6.3	1.3-9	0.3-37	1.3-33
<u>DOR 364 x WBB-20-1</u>					
9177-208-20	1.3	1.3	2.5	0.3	1.7
208-17	2.3	2.7	2.5	3.3	2.3
208-28	3.0	2.0	1.8	13.7	1.7
DOR 364	6.7	5.3	9.0	43.3	21.7
WBB-20-1	2.0	1.0	1.8	1.0	0.0
Anova (0.05)	*	*	*	*	*
Rango (n=40)	1.3-8	1.3-6	1.8-9	0.3-50	1.0-25

^z Las generaciones F3 y F4 fueron evaluadas en el campo y la F5 en el invernadero. ^y Población DOR 364 x XAN 176 fue dividida en tres grupos (I, II y III). ^x No se incluyen los progenitores.

Cuadro 2. Análisis de varianza combinado de la reacción a *Xanthomonas campestris* bv. *phaseoli* basada en la escala de 1 a 9, de tres generaciones (F_3 , F_4 y F_5), de los grupos I, II y III de la población DOR 364 x XAN 176.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios		
		I	II	III
Experimento (E)	2	42.50 *	50.84 *	28.10 *
Rep./ E	6	1.43	2.76	3.60
Genotipos (G)	41	16.08	17.60	21.86
Entre Progenitores	1	98.00 *	102.72 *	72.00 *
Entre Líneas	39	14.01 *	15.82 *	21.09 *
E x G	82	4.14 *	7.27 *	4.12 *
Error	246	1.57	1.87	1.38

Cuadro 3. Análisis de varianza combinado de la reacción a *Xanthomonas campestris* bv. *phaseoli* basada en el porciento de área afectada, de dos generaciones (F_3 y F_4), de los grupos I, II y III de la población DOR 364 x XAN 176.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios		
		I	II	III
Experimento (E)	1	280.78 *	250.00 ns	1.59 ns
Rep./ E	4	10.26	346.73	314.49
Genotipos (G)	41	296.27	264.23	469.69
Entre Progenitores	1	1496.33 *	1026.75 *	1140.75 *
Entre Líneas	39	262.28 *	251.22 *	460.25 *
E x G	41	102.82 *	79.55 ns	73.41 ns
Error	164	38.58	74.25	98.56

Cuadro 4. Análisis de varianza combinado de la reacción a *Xanthomonas campestris* bv. *phaseoli* basada en la escala de 1 a 9 y el porciento de área afectada, de tres generaciones (F_3 , F_4 y F_5), de la población DOR 364 x WBB-20-1.

Fuente variación	Grados de Libertad		Cuadrados Medios	
	Escala 1-9	% área af.	Escala 1-9	% área afec.
Experimento (E)	2	1	54.72 *	10440.02 *
Rep./ E	6	4	3.58	481.15
Genotipos (G)	41	41	15.40	453.82
Entre Progenitores	1	1	128.00 *	3072.00 *
Entre Líneas (L)	39	39	12.90 *	398.07 *
E x G	82	41	5.91 *	190.72 ns
Error	246	164	2.34	162.41

Cuadro 5. Valores de heredabilidad de la reacción a *Xanthomonas campestris* bv. *phaseoli* basados en la escala de 1 a 9.

Población	Generación	Heredabilidad
DOR 364 x XAN 176 ^z	F ₃	0.60 (0.13) ^y
	F ₄	0.78 (0.13)
	F ₅	0.79 (0.13)
DOR 364 x WBB-20-1	F ₃	0.30 (0.22)
	F ₄	0.63 (0.22)
	F ₅	0.78 (0.22)

^z En la población DOR 364 x XAN 176 se presenta un solo valor de h^2 por cada generación, ya que mediante una prueba de X^2 se estableció que las varianzas de los tres grupos que forman dicha población eran homogéneas ($X^2 =$ no significativo).

^y Error estándar.

Cuadro 6. Valores de heredabilidad de la reacción a *Xanthomonas campestris* bv. *phaseoli*, basado en el porciento de área afectada.

Población	Grupo	Generación	Heredabilidad
DOR 364 x XAN 176	I	F ₃	0.73 (0.22) ^y
		F ₄	0.70 (0.22)
	II	F ₃	0.44 (0.22)
		F ₄	0.39 (0.22)
	III	F ₃	0.44 (0.22)
		F ₄	0.62 (0.22)
DOR 364 x WBB-20-1	I	F ₃	0.29 (0.22)
		F ₄	0.57 (0.22)

^z X^2 fue significativo indicando que las varianzas no eran homogéneas por lo que se presentan valores separados por generación en cada grupo de la población DOR 364 x XAN 176.

^y Error estándar.

Inventario Preliminar de Parasitoides de Mosca Blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius)¹

José J. Vélez, Ronald Cave y Juan Carlos Rosas²

La mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius es considerada una de las plagas más importantes en las zonas tropicales, ya que ataca a un número aproximado de 450 especies de plantas entre hortalizas, cultivos agronómicos y ornamentales (Gerling, 1990).

El daño causado por *B. tabaci* se debe a la penetración y succión que realiza en la hoja, por la mielecilla que produce, y por que es vector de virus en las plantas. El daño directo se manifiesta por un moteado amarillo en el follaje, disminución de rendimiento en el campo y por caída de las hojas (López-Avila, 1986).

Bemisia tabaci se considera una peste seria en Honduras y otros países centroamericanos, donde se ha reportado que transmite más de 19 virus, incluyendo el virus del mosaico dorado del frijol (VMDF) el cual causa serias reducciones en la producción de este grano básico.

Materiales y Métodos

Durante 1991-1992 se realizaron giras de campo para llevar a cabo un inventario de los parasitoides de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en la zona centro-oriental de Honduras, y para determinar las especies que podrían considerarse en un programa de control biológico clásico. Se realizaron giras de campo a los departamentos de Comayagua, Francisco Morazán y El Paraíso, los cuales se visitaron cada 30 días aproximadamente. Se realizaron recolecciones en cultivos hospederos y malezas donde se observó la presencia de ninfas de *B. tabaci*. El tamaño de la muestra fue variable y dependió de la facilidad de su manejo inmediato. Una vez tomada la muestra se guardó en bolsas de papel y fue llevada al Centro para Control Biológico de la EAP para su procesamiento e identificación. Los datos registrados fueron: planta hospedera, fecha y lugar de recolección.

Resultados y Discusión

Se encontraron cinco especies de parasitoides de *B. tabaci*, pertenecientes a la familia Aphelinidae del orden Himenóptera (Cuadro 1). Las especies *Encarsia pergandiella* Howard y *Encarsia nigricephala* Dozier fueron encontradas en el campo durante todo el año sobre un amplio rango de plantas hospederas. Las tres especies

¹ Trabajo realizado con apoyo del Programa Bean/Cowpea CRPS (Donación AID No. Dan-1310-G-SS-6008-0) y los Departamentos de Agronomía y Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica, Profesor Asociado del Departamento de Protección Vegetal, y Jefe del Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

restantes fueron encontradas principalmente en los últimos meses del año en un menor rango de plantas hospederas, principalmente frijol (Cuadro 1).

En el departamento de El Paraíso se encontró la mayor diversidad (cinco especies) de parasitoides. *E. pergandiella* y *E. nigricephala*, representaron el 92% del total de especímenes. *E. pergandiella* fue la especie más abundante en los tres departamentos muestreados; *E. nigricephala* fue la segunda especie más abundante. *Encarsia hispida* DeSantis fue encontrada también en los tres departamentos pero en porcentajes inferiores al 2% del total. *Encarsia transvena* Timberlake fue encontrada en los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso, en porcentajes inferiores al 7%. El género *Eretmocerus* sp. fue encontrado más comúnmente en el departamento de Comayagua (Cuadro 2).

Conclusiones

Al realizar esta investigación se pudo observar de manera preliminar que existen parasitoides ejerciendo control sobre las poblaciones de *B. tabaci*. Estos parasitoides pertenecen al orden Hymenóptera y en especial a la familia Aphelinidae. El principal género observado en las recolecciones ha sido *Encarsia* y principalmente las especies *Encarsia pergandiella* Howard y *Encarsia nigricephala* Dozier. Para poder implementar un programa de control biológico clásico sería adecuado complementar el efecto de ambas especies a través del uso de otros enemigos naturales, que ayuden a mantener las poblaciones de *B. tabaci* en niveles manipulables.

Referencias

- Gerling, G. 1990. Natural enemies of whiteflies: Predators and Parasitoids. In: Whiteflies: their bionimics, pest status and management. Ed. by Dan Gerling. Intercept Ltd. Andover. 348 p.
- López-Avila, A. 1986. Taxonomy and Biology. In: *Bemisia tabaci* A literature survey on the cotton whitefly with annotated bibliography (M. J. W. Cock, ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations by. C.A.B. International Institute of Biological Control. Chamaleon Press Limited London. 121 p.

Cuadro 1. Inventario de parasitoides de *Bemisia tabaci* en la región centro oriental de Honduras.

Especie de Parasitoide	Planta Hospedera	Departamento	Meses de recolección	
<i>Encarsia pergandiella</i> Howard	<i>Amaranthus viridis</i>	FM,CO,EP	Ene, May, Jun, Jul, Oct, Nov, Dic	
	<i>Capsicum annuum</i> (chile verde)	FM,CO	Ene, Feb, Mar, May, Jun, Jul, Dic	
	<i>Cucumis melo</i> (melón)	FM	Mar	
	<i>Cucumis sativus</i> (pepino)	FM,CO	Ene, Feb	
	<i>Citrullus lanatus</i> (sandía)	CO	Mar, Dic	
	<i>Glycine max</i> (soya)	FM,CO	Feb	
	<i>Lycopersicon lycopersicum</i> (tomate)	FM,CO	Feb, Abr, May, Jun, Dic	
	<i>Nicandra physaloides</i>	FM,EP	Ene, Jun, Jul	
	<i>Phaseolus vulgaris</i> (frijol común)	FM,CO,EP	Ene, Feb, Mar, May, Jun, Jul, Oct, Nov, Dic	
	<i>Sida acuta</i>	FM,CO,EP	Ene, Feb, Mar, Abr, Jun, Dic	
	<i>Tithonia tubaeiformis</i>	FM,CO,EP	Ene, Feb, Mar, Jun, Jul, Nov	
	<i>Encarsia nigricephala</i> Dozier	<i>Cucumis melo</i>	CO	Mar, May
		<i>Capsicum annuum</i>	CO	Dic
<i>Cucumis sativus</i>		CO	Feb	
<i>Citrullus lanatus</i>		CO	May	
<i>Glycine max</i>		CO	Feb	
<i>Lycopersicon lycopersicum</i>		CO	Dic	
<i>Nicandra physaloides</i>		CO	May, Dic	
<i>Phaseolus vulgaris</i>		CO,FM,EP	Ene, Mar, May, Jun, Oct, Nov	
<i>Sida acuta</i>		CO,FM	Ene, Jun	
<i>Tithonia tubaeiformis</i>	CO,EP	Ene, Feb		
<i>Encarsia transvena</i> Timberlake	<i>Phaseolus vulgaris</i>	CO,EP	Dic	
	<i>Sida acuta</i>	FM,EP	Nov, Dic	
<i>Encarsia hispida</i> DeSantis	<i>Phaseolus vulgaris</i>	FM,EP	Nov	
<i>Eretmocerus</i> sp.	<i>Capsicum annuum</i>	CO	Dic	
	<i>Lycopersicon lycopersicum</i>	CO	Dic	
	<i>Nicandra physaloides</i>	EP	May	
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	CO	Jul	

CO: Comayagua, EP: El Paraíso, FM: Francisco Morazán.

Cuadro 2. Número (proporción del total) de parasitoides representados por especie y por departamento.

Especie	Fco. Morazán	Comayagua	El Paraíso	Total
<i>Encarsia pergandiella</i>	45 (0.86)	28 (0.51)	55 (0.75)	128
<i>Encarsia nigricephala</i>	3 (0.06)	17 (0.51)	11 (0.15)	31
<i>Encarsia transvena</i>	2 (0.04)	0 (0.00)	5 (0.07)	7
<i>Encarsia hispida</i>	1 (0.02)	1 (0.02)	1 (0.01)	3
<i>Eretmocerus</i> sp.	0 (0.00)	9 (0.16)	1 (0.01)	10
Total	51 (1.00)	55 (1.00)	74 (1.00)	181

Relación entre la Etapa Fenológica y la Variedad de Frijol con el Nivel de Parasitismo de *Bemisia tabaci* Gennadius¹

José J. Vélez, Ronald Cave y Juan Carlos Rosas²

La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homóptera: Aleyrodidae) se ha convertido en los últimos años en una importante plaga del cultivo de frijol, *Phaseolus vulgaris* L., en América tropical, debido a que es un vector en la transmisión de virus, en especial el virus del mosaico dorado del frijol (VMDF) (Bird & Maramorosh, 1978). El daño que pueda ocasionar *B. tabaci* en frijol dependerá de la variedad, la edad de la planta al momento de la infección, la cepa del virus y las condiciones ambientales al momento de la inoculación (Costa, 1975).

La resistencia genética y el control químico han sido los dos medios principales de control de *B. tabaci*. Sin embargo es necesario implementar alternativas viables que al manejarse en forma integrada aseguren un mejor y más duradero control. Una de las alternativas que podrían llegar a tener un uso potencial es el uso de enemigos naturales.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, con el objetivo de evaluar el parasitismo de *B. tabaci* en cuatro variedades de frijol común (dos resistentes y dos susceptibles al VMDF) y tres fechas de siembra. Se sembraron las variedades resistentes Dorado y Porrillo Sintético, y las susceptibles Catrachita y Chile, utilizando un diseño experimental de parcelas divididas con bloques completos al azar, en tres fechas de siembra (Sep 23, Oct. 8, Oct. 23). Se realizaron muestreos periódicos, en donde se colectaron 15 hojas por cada fecha de siembra y cada variedad, para un total de cinco muestreos a lo largo del ciclo de cultivo. Se hicieron conteos de las ninfas vivas y parasitadas, y se anotó la etapa fenológica del cultivo para determinar los porcentajes de parasitismo por variedad y por etapa fenológica.

Resultados y Discusión

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en las infestaciones de *B. tabaci* entre variedades. Las variedades de frijol mostraron incrementos en las cantidades de ninfas a través de las fechas de siembra, principalmente en la tercera fecha cuando

¹ Trabajo realizado con el apoyo del Programa Bean/Cowpea CRPS (Donación AID No. Dan-1310-G-SS-60008-0) y los departamentos de Agronomía y Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Estudiante del programa de Ingeniería Agronómica, Profesor Asociado del Departamento de Protección Vegetal, y Jefe del Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

se obtuvieron las mayores cantidades promedios de ninfas, y a través de las etapas de cultivo cuando se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), siendo mayores durante las etapas reproductivas (R5, R6 y R8) (Figura 1). La variedad que presentó el mayor número de ninfas de *B. tabaci* fue Chile, luego Dorado y por último Porrillo Sintético y Catrachita.

También se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre variedades en cuanto al porcentaje de parasitismo entre fechas de siembra, siendo mayores durante la tercera fecha y a través de las etapas fenológicas (Figura 2).

Las variedades con mayor porcentaje de parasitismo fueron Chile y Porrillo Sintético, seguido por Dorado y Catrachita. La dinámica de parasitismo durante las tres fechas de siembra (Figura 2) mostró una correlación cercana a la de *B. tabaci* (Figura 1), ya que se observó un incremento de parasitismo a medida que se incrementaba la población de *B. tabaci*.

Los rendimientos del frijol indicaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre variedades (Cuadro 1). La variedad Dorado fue la que obtuvo los más altos rendimientos a lo largo de el experimento, con Porrillo Sintético en segundo lugar. Ambas variedades son resistentes al VMDF. Las variedades Chile y Catrachita obtuvieron rendimientos significativamente inferiores durante el experimento.

En general los rendimientos de todas las variedades durante la primera y segunda fecha de siembra, fueron significativamente ($P < 0.05$) superiores a los de la tercera fecha de siembra.

Conclusiones

A través de este estudio se pudo observar que los parasitoides presentaron una correlación cercana a la dinámica poblacional de *B. tabaci*, esto les permitió durante las dos primeras fechas de siembra mantener a *B. tabaci* a niveles manipulables. La reducción en rendimiento durante la tercera fecha se puede atribuir a los altos niveles de *B. tabaci*, los cuales fueron más difíciles de manipular por los parasitoides, y a características de clima asociadas a esta fecha.

Cuadro 1. Rendimientos promedios (kg/ha) para tres variedades sembradas durante tres fechas distintas en la época de postrera de 1992.

Fecha de siembra	Variedad			
	Dorado	Porrillo Sintético	Catrachita	Chile
Septiembre 23	2216a	2053b	1207d	1589c
Octubre 8	2022a	1890b	1105d	1254c
Octubre 23	603a	499a	226b	263b

Cifras en la misma fila con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

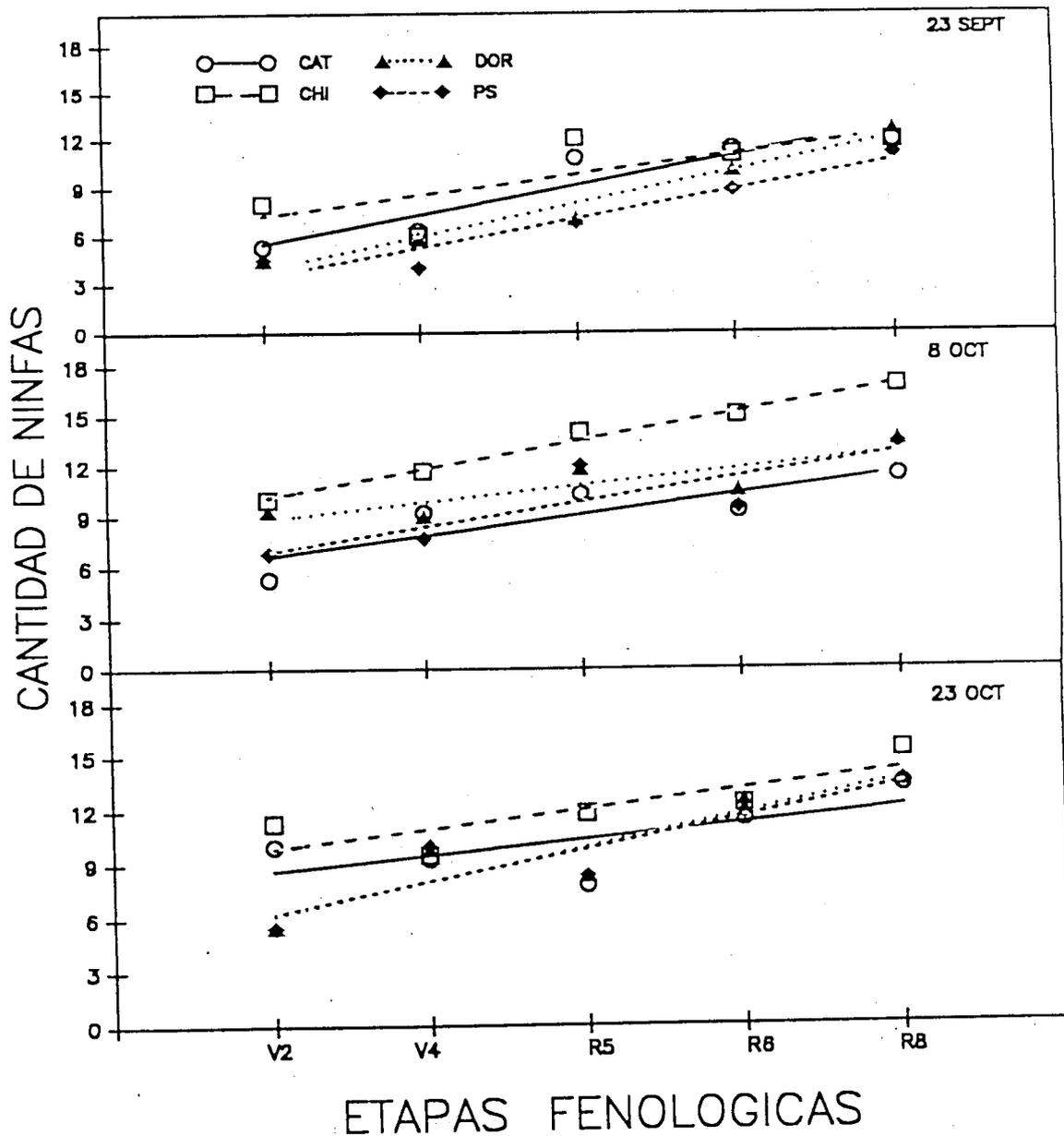


Figura 1. Número promedio de ninfas de *Bemisia tabaci* en 15 hojas de frijol común en cinco etapas fenológicas, cuatro variedades y tres fechas de siembra distintas durante la época de postrera de 1992.

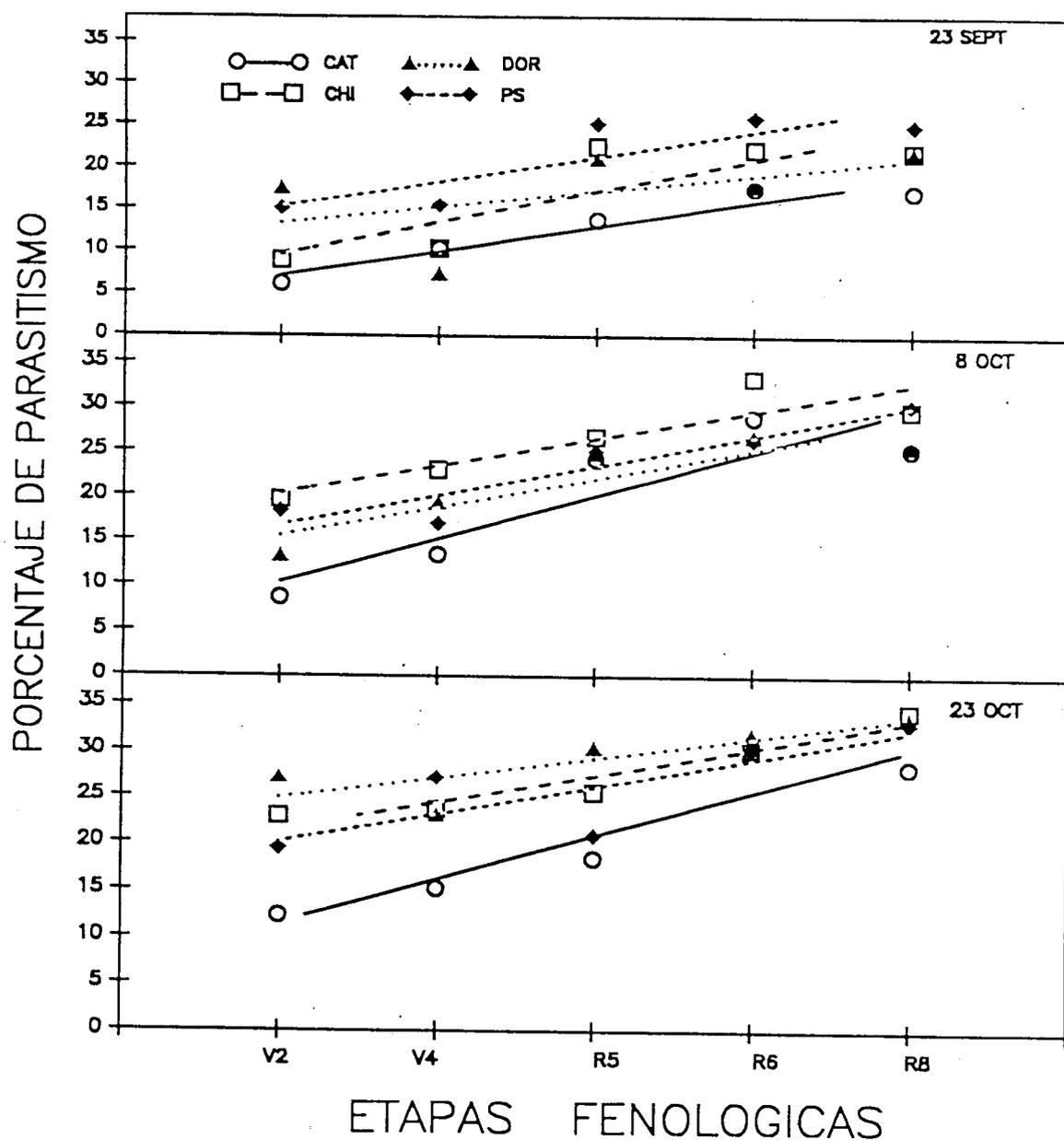


Figura 2. Porcentaje promedio de parasitismo sobre *Bemisia tabaci* en cinco etapas fenológicas y cuatro variedades, sembradas en tres fechas distintas durante la época de postrera de 1992.

Referencias

- Bird, J.; Maramorosch, K. 1978. Viruses and virus diseases associated with whitefly. In: Advances in virus research. M.A. Lauffer, F.B. Bang, D. Maramorosch and K.M. Smith (Eds.). Academic Press, New York. pp. 55-110.
- Costa, A. S. 1975. Increase in the populational density of *Bemisia tabaci*, a threat of widespread virus infection of legume crops in Brazil. In Tropical Diseases of Legumes. J. Bird y K. Maramorosch (Eds.). Academic Press, Nueva York. pp. 27-49.

Caracterización del Sistema Postcosecha en Frijol Común a nivel del Pequeño Agricultor y del Intermediario en el Municipio de Morocelí, Honduras¹

Rodolfo N. Cárcamo, Luis A. Pinel, Valery W. de Malo
y Juan Carlos Rosas²

El objetivo de este estudio fue caracterizar el sistema de manejo postcosecha de frijol del pequeño productor y del intermediario para luego elaborar recomendaciones apropiadas que reduzcan las pérdidas postcosecha encontradas en el mismo. La importancia se basa en el hecho de que el frijol es la principal fuente de proteína del pequeño productor. En Honduras se cultivan un promedio de 68,000 ha produciéndose aproximadamente 46,000 T.M. (IICA, 1988). El 58% de esta producción es producida por pequeños productores (< 10 ha). Sin embargo, se estima que el 4.4% de la producción total de los pequeños productores se pierde en la etapa postcosecha. En 1989, esta pérdida fue equivalente a US\$ 677,200 (UPC, 1990).

Este estudio se realizó en el Municipio de Morocelí, El Paraíso. Mediante un sondeo se identificaron 4 áreas de producción y se seleccionaron 21 agricultores colaboradores y 4 intermediarios de frijol de la zona. Para caracterizar sus prácticas se realizaron encuestas personales y se tomaron muestras mensuales de frijol almacenado durante agosto a diciembre de 1991. Posteriormente, las muestras se analizaron en el Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN) de la Escuela Agrícola Panamericana, evaluándose su contenido de humedad, germinación, daño y pérdida, presencia de insectos y mediante incubación de muestras sus próximas generaciones. Complementario a esto, se colocaron trampas de frijol como atrayente con el objeto de detectar infestaciones de insectos naturales en el almacén de los colaboradores.

Resultados y Discusión

En la época de "postrera" se cultivaron un promedio de 3.3 ha y en la "primera" únicamente 1.6 ha, promedios por cada productor. El 76% de agricultores utilizan maquinaria para realizar sus cultivos y el resto utiliza tracción animal (bueyes). Entre las variedades más cultivadas se encuentran "Dorado", "Catrachita", "Zamorano", "Frijol Chile" y "Vaina Blanca", en orden descendente. Cuando el frijol llega a madurez de cosecha se arranca de raíz y se junta en "gavillas" para su secado, se deja asolear por 2-4 días

¹ Trabajo realizado como parte del trabajo de tesis del primer autor para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica, Profesor Asistente, Coordinador del CITESGRAN, y Jefe del Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

y luego se procede al "aporreo". Una vez separado el grano se "ventea" y se ensaca con "broza" para trasladarlo al almacén. El porcentaje promedio de humedad del frijol en el almacén de los agricultores fue de 13.7% y de 13.5% para el intermediario. Ambos niveles son un tanto altos para almacenamiento seguro, pero denotan cierto conocimiento de la importancia de secar el grano por los agricultores y los intermediarios.

En el Cuadro 1, se muestra la presencia de *Acanthoscelides obtectus* en las muestras de agosto, de la época de cosecha de primera, y a partir de esta fecha sus incrementos fueron constantes. *Zabrotes subfasciatus* aparece dos meses después del inicio del almacenamiento. En diciembre, ambas especies incrementan sus poblaciones rápidamente. El método de almacenamiento más común es el de sacos. Los productores que almacenan en sacos manifestaron haber fumigado con fosfamina en octubre; sin embargo, según se aprecia en el Cuadro 1 su efecto fue poco exitoso.

El Cuadro 2, muestra mayor variabilidad en la presencia y resultados de incubación en ambas especies. Los números de *A. obtectus* se mantienen más uniformes que en el caso de *Zabrotes*. Las altas poblaciones de *Zabrotes* en octubre observadas en los intermediarios pueden haber servido de inóculo para los agricultores aledaños, observándose incrementos de esta especie a partir de noviembre (Cuadro 1 y 2).

El método más usado de almacenamiento de los intermediarios es una combinación de sacos y "cajas mostradoras de venta". Estas cajas son abiertas y rara vez son vaciadas completamente, permitiendo un remanente de frijol en el fondo, como también de las especies de insectos que lo consumen. *Zabrotes* se encontró en grandes números a partir de agosto; sin embargo, esta población proviene del inóculo que existía en el remanente de frijol de la caja. En septiembre, las existencias de frijol se redujeron y se reduce el número de insectos recolectados en esta muestra, pero el remanente de grano (inóculo) produce mayores cantidades de insectos un mes después en la muestra de octubre. La mayoría de los intermediarios fumiga entre octubre y noviembre reduciéndose principalmente el número de *Zabrotes* encontrados. *Acanthoscelides* posee mayor movilidad y sus números se mantienen debido a la reinfestación que se realiza en las cajas. Adicionalmente, la reducción de temperaturas en la zona pudo haber afectado el desarrollo de *Zabrotes*.

El Cuadro 3, muestra a la variedad Dorado con mayor presencia de ambas especies de insectos. La variedad local Vaina Blanca presentó números inferiores. El frijol Zamorano presentó la mayor infestación de *Zabrotes* y se observa que el *A. obtectus* es la especie más predominante.

El Cuadro 4, indica que a las dos estructuras metálicas proporcionan una buena barrera física contra el ataque de *Zabrotes*. Los números de *A. obtectus* encontrados provienen desde la cosecha. En el caso del almacén en sacos ambas especies presentan incrementos comparativos.

El promedio de pérdidas de hongos de campo se detecta desde agosto (primera muestra) y se mantiene uniforme durante el resto del almacenamiento, esencialmente debido a la reducción de humedad del grano. Los insectos de campo inician su daño desde antes de la cosecha en agosto y sus niveles de pérdida se mantienen durante el almacenamiento, no así los insectos de almacén cuyos efectos se observan en incrementos de pérdidas mensuales (Cuadro 5). Las mismas observaciones de hongos e insectos de campo para agricultores se observa en el sistema de los intermediarios (Cuadro 6). Sin embargo, las pérdidas de insectos de almacén es más variable debido a la menor estabilidad del sistema.

Cuadro 1. Número promedio de insectos (todos los estadios) en frijol almacenado de la cosecha de primera. Morocelí, Honduras, 1991.

Especie	Promedio de insectos/kg ^z				
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic ^y
<i>A. obtectus</i>	4.1	8.0	23.0	25.0	30.0
<i>Z. subfasciatus</i>	0.0	0.0	0.1	6.3	4.0
Total adultos	4.1	8.0	23.0	31.0	34.0

^z Muestras de 0.7 kg (1.5 lbs) en 21 pequeños agricultores.

^y Solamente 15 pequeños agricultores muestreados.

Cuadro 2. Número promedio de insectos (todos los estadios) en 1 kg de frijol almacenado de la cosecha de primera por cuatro intermediarios. Morocelí, Honduras, 1991.

Especie	Promedio de insectos/kg				
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>A. obtectus</i>	12.0	33.0	23.0	24.0	7.0
<i>Z. subfasciatus</i>	41.0	2.0	34.0	0.0	0.0
Total adultos	53.0	35.0	57.0	24.0	7.0

Cuadro 3. Número promedio total de insectos (todos los estadios) en muestras de frijol de la cosecha de primera almacenado por cinco meses. Morocelí, Honduras, 1991.

Variedad	Promedio de insectos/kg	
	<i>A. obtectus</i>	<i>Z. subfasciatus</i>
Dorado (9) ^z	121	18
F. Chile (4)	67	0
Zamorano (4)	31	24
Catrachita (3)	23	0
Vaina Blanca(1)	7	0
Total	249	42

^z Número de agricultores por variedad.

Cuadro 4. Número promedio de insectos (todos los estadios) en frijol almacenado de la cosecha de primera y muestreado a intervalos de un mes. Morocelí, Honduras, 1991.

Estructura	<i>A. obtectus</i>	<i>Z. subfasciatus</i>
Barril (1) ^z	36	0
Silo metálico (1)	11	0
Saco (19)	83	13
Total adultos	130	13

^z Número de pequeños agricultores por estructura.

Cuadro 5. Promedio de pérdidas físicas por categoría en frijol de la cosecha de primera almacenado en sacos por 19 pequeños productores. Morocelí, Honduras 1991.

Categorías	Pérdidas (%)				
	Ago ^z	Sep	Oct	Nov	Dic ^y
Hongos de campo	1.0	0.5	0.5	0.5	0.4
Insectos en campo	0.5	1.0	1.0	0.3	1.0
Insectos en almacén	0.0	0.2	0.3	0.3	0.4
Total	1.5	1.5	1.8	1.10	1.8

^z Muestreado en el campo en agosto.

^y Solo 15 pequeños agricultores muestreados.

Cuadro 6. Promedio de pérdidas físicas por categoría en frijol de la cosecha de primera almacenado por intermediarios. Morocelí, Honduras, 1991.

Categorías	Pérdidas (%)				
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Hongos de campo	3.0	1.0	1.0	1.0	0.0
Insectos en campo	1.0	1.0	1.0	0.5	0.4
Insectos en almacén	0.0	0.0	1.2	0.0	1.0
Total	4.0	2.0	3.2	1.5	1.4

Referencias

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 1988. Marco análisis de la producción de granos básicos en Honduras, 1976-1987. IICA, Honduras.
- Unidad Postcosecha. 1990. Plan Operativo de la Fase 1990-92. Unidad Postcosecha, Ministerio de Recursos Naturales y Cooperación Suiza al Desarrollo. Honduras.

Evaluación de Sistemas de Almacenamiento para Controlar *Zabrotes subfasciatus* en Frijol Común¹

Angel A. Rodríguez, Luis A. Pinel, Valery W. de Malo
y Juan Carlos Rosas²

Los pequeños productores de frijol de Honduras almacenan su grano mezclado con materiales locales para protegerlo del ataque de brúquidos. Estos métodos son usados preventivamente con resultados variables. El objetivo de este estudio fue evaluar estas medidas en condiciones de campo (pequeños productores del Municipio de Morocelí, El Paraíso) y corroborar datos de laboratorio obtenidos previamente por Robleto (1991). Se utilizaron dos variedades, frijol Chile (local) y Danlí 46 (mejorado). También se evaluó el efecto de arcelina (Arc +1 y Arc +4) presente en dos isolíneas de frijol Porrillo 70. Los materiales protectores utilizados fueron broza y ceniza al 20% por peso; y cal (muerta) y sal (no yodada) al 10% por peso. También se utilizó Actellic (pirímifos metilo) al 2% de I.A.

La mezcla y colocación de los tratamientos se realizaron bajo las condiciones de almacenamiento de los agricultores. El estudio abarcó dos períodos de evaluación de campo entre febrero 1990 y febrero 1992. Se realizaron muestras mensuales de la capa superior de los tratamientos y se evaluó el contenido de humedad, la presencia de insectos, se incubó una proporción de la muestra y se realizó una evaluación de daño potencial y daño real. Adicionalmente se realizó un análisis de tiempo de cocción del frijol.

Almacenamiento de frijol de la cosecha de postrera (1990)

Durante esta fase no se detectó infestación natural de *Zabrotes* en las muestras traídas del campo. A partir del cuarto muestreo se realizó una inoculación artificial de las muestras con 20 parejas de *Zabrotes*/100 g de frijol y se incubaron en el laboratorio para observar el desarrollo posterior del insecto.

El daño real es más representativo de lo que se observa en el campo, ya que considera los criterios del agricultor como un factor más relevante de conclusión. Para las condiciones de este período de almacenamiento, el daño real es 4-6 veces menor que el daño potencial y es un dato más confiable para dar recomendaciones. Debido a esto, solo se presentan datos en daños reales en este informe.

¹ Trabajo realizado con fondos proporcionados por el Proyecto Escuela Agrícola Panamericana (EAP)/República Federal de Alemania (GTZ) y el CITESGRAN, Departamento de Agronomía, EAP-El Zamorano, Honduras.

² Asistente y Jefe Sección Postcosecha y Coordinador del CITESGRAN, y Jefe del Departamento de Agronomía, respectivamente, EAP-El Zamorano, Honduras.

Los porcentajes de daño real fueron significativamente menores en los tratamientos con Actellic, ceniza y cal, durante los primeros dos meses del estudio; en el tercer mes, los tratamientos con Actellic y ceniza continuaron presentando daños reales inferiores en relación a los otros tratamientos (Cuadro 1). Por otro lado, la isolínea Arc +1 fue significativamente mejor en sus niveles de resistencia al ataque de *Zabrotes*, reduciendo los niveles de daño 2-3 veces que los observados en Actellic, ceniza y cal. Cardona y Posso (1987) afirman que la concentración y el tipo de arcelina presente en frijol determinan la resistencia al ataque específico de *Z. subfasciatus*.

Almacenamiento de frijol de la cosecha de primera (1991)

En esta fase, dos repeticiones recibieron inoculación artificial con *Zabrotes subfasciatus* en el campo (90 parejas/4.5 kg de frijol) y dos infestación natural. Las repeticiones sin inoculación no presentaron incrementos de daño potencial o real ocasionado por *Zabrotes* en el campo. Durante la duración del experimento el ataque de campo de *Zabrotes* fue mínima.

Para las repeticiones inoculadas, las variedades de frijol Chile y Danlí 46 se combinaron y muestran diferencias estadísticas significativas para daño real, tanto entre tratamientos como intervalos de almacenamiento. La cal, el Actellic y la ceniza presentan daños reales similares estadísticamente en febrero, con 4.6%, 7.3% y 8.4%, respectivamente. La sal fue similar a los anteriores pero reduce la calidad del frijol creando una costra sobre el tegumento. Además aumenta la humedad del grano y siendo que el cálculo de daño real es en base a peso enmascara los niveles de daño verdaderos. La broza y el testigo muestran diferencias en enero y febrero. Ambos presentaron daños reales alrededor de 40 a 50%, 4-5 meses después de almacenamiento (Cuadro 2). El daño real para las dos isolíneas, después de cinco meses de almacenamiento (febrero), resultó bajo. Arc +1 con 4.9% es significativamente menor que Arc +4 con 13.9%. Arc +1 ofrece niveles de daño real similar a los observados en los tratamientos con cal, Actellic y ceniza y es una alternativa alentadora de uso (Cuadro 2).

Evaluación de generaciones F₁ inoculadas en el campo e incubadas en laboratorio.

Se analizaron los datos combinados de frijol Chile y Danlí 46 mostrándose diferencias significativas para los tratamientos y para los intervalos entre generaciones provenientes de los diferentes muestreos (Cuadro 3). Actellic presentó 9.1% de daño real al mes de febrero, similar a la cal con 10.5%, siendo ambos los mejores tratamientos. La broza presentó 44.7% de daño real en febrero, diferente en este caso al testigo pero alto para los criterios de los agricultores. Arc +1 presentó niveles de 10.5% de daño real al mes de febrero, Arc +4 un 24.5%, mostrando el efecto de la arcelina en las etapas inmaduras de *Z. subfasciatus* pues sus niveles de daño potencial, ocasionados principalmente por oviposición, fue alto en

ambos casos. Las dos isolíneas presentan porcentajes de daño real elevados. Sin embargo, el insecto se desarrolló en el laboratorio bajo condiciones óptimas y sin competencia. Arc +1 ofrece niveles de control apropiadas y Arc +4 niveles de control intermedio.

Prueba de cocción de frijol

Con el objeto de observar el posible efecto de los tratamientos protectores del frijol, se realizaron dos ensayos de cocción: uno con frijoles del primer período con 12 meses de almacenamiento y otro del segundo período de ensayo con seis meses de almacenamiento.

El frijol almacenado por 12 meses no presentó un nivel de cocción apropiado después de 120 minutos de cocimiento (cocción se considera cuando el 90% o más de los frijoles están suaves y aptos para consumo). Para lograr el cocimiento total se aumentó el tiempo de hervor hasta 150 minutos. Para el frijol almacenado por seis meses, fue necesario 120 minutos de cocción, excepto en el caso de las isolíneas que al mismo tiempo de cocción presentaron niveles inferiores al 90%. Los resultados se realizaron con una sola repetición por carecer de suficiente cantidad de frijol y se reconoce que estudios posteriores podrán mostrar diferencias con nuestros datos. Sin embargo, observamos similitudes marcadas en todos los tratamientos.

Cuadro 1. Porcentaje de daño real (primera fase del experimento)

Tratamientos	Meses ^z			Promedio ^y
	Mayo	Junio	Julio	
Actellic	1.5ax	10.2ax	6.4ax	6.0a
Ceniza	7.0bx	6.6ax	7.4ax	7.0a
Cal	7.2bx	8.7ax	14.9by	10.3b
Sal	13.6cx	20.4by	15.0by	16.3c
Testigo	14.2cx	20.0by	20.4cy	18.7c
Broza	13.9cx	24.1by	19.2cx	19.1c
Arc +1	2.11	3.95	3.94	3.38
Arc +4	21.07	20.04	15.71	17.56
Significancia	**	**	**	**

** y ns significativo al nivel del $P < 0.01$ y no significativo, respectivamente.

^z Números seguidos por diferente letra en la misma columna (a, b, c) o fila (x, y, z) son significativamente diferentes ($P < 0.05$).
^y Promedio de las dos variedades, tres repeticiones y tres fechas de muestreo, a partir del cuarto mes de almacenamiento (coeficiente de variación 31.5%).

Cuadro 2. Porcentaje de daño real (segunda fase del experimento).

Tratamiento	Meses ^z				
	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
Cal	0.7aw	0.8aw	1.7aw	3.9ax	4.6ax
Actellic	0.7aw	1.0aw	1.8aw	4.3ax	7.3ax
Ceniza	0.7aw	1.9bw	2.9bw	7.5ax	8.4ax
Sal	0.7aw	1.9bw	3.5bx	4.9ax	10.5ay
Broza	1.8bw	8.7cx	18.0cy	27.5by	39.5bz
Testigo	2.4cw	5.2cx	19.8cy	38.8cz	47.0cz
Arc +1	0.4	0.9	2.5	3.6	4.9
Arc +4	1.3	2.2	4.5	10.9	13.9
Significancia	ns	ns	ns	**	**

** y ns significativo al nivel del $P < 0.01$ y no significativo, respectivamente.

^z Números seguidos de diferente letra en la misma columna (a, b, c) o fila (w, x, y, z) son significativamente diferentes ($P < 0.05$, coeficiente de variación: 69.0%).

Cuadro 3. Porcentaje de daño real en frijol Chile y Danlí 46 (combinados) en el laboratorio causado por una generación después de la fecha de muestreo (segunda fase del experimento).

Tratamiento	Meses ^z			
	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
Actellic	2.4aw	5.2ax	6.6ax	9.1ax
Cal	1.4aw	4.4ax	6.9ay	10.5ay
Ceniza	4.4bw	9.6bx	15.9by	20.5bz
Sal	7.7bw	13.4bx	22.6cy	27.3bz
Broza	16.8cw	27.0cx	36.4dy	44.7cz
Testigo	11.8cw	26.7cx	42.2dy	57.4dz
Arc +1	1.2	4.5	6.7	10.5
Arc +4	5.2	11.3	19.4	24.5
Significancia	**	**	**	**

** y ns Significancia al nivel de $P < 0.01$ y no significativo, respectivamente.

^z Números seguidos de diferente letra en la misma columna (a, b, c, d) o fila (w, x, y, z) son significativamente diferentes ($P < 0.05$). Promedio de cuatro repeticiones y tres muestras de 100 g de frijol cada una (coeficiente de variación: 9.5%).

Referencias

- Cardona, C. y Posso, C.E. 1987. Resistencia de variedades de frijol a los gorgojos del grano almacenado. Boletín Informativo del Programa de Frijol del CIAT 9(2): 1-4.
- Pajni, R.R. y Jabbal, A. 1978. Some observations on the biology of *Zabrotes subfasciatus* (Boh). (Bruchidae; Coleoptera). Research Bulletin (Punjab University) 37. (III-IV): 11-16.
- Robleto, G.A. 1990. Comparación de métodos de almacenamiento para el control de *Zabrotes subfasciatus* en frijol común. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 58 pp.
- Teck, S.N. 1992. Comparación de la biología de *Zabrotes subfasciatus* y *Acanthoscelides obtectus* en frijol común (*Phaseolus vulgaris*) almacenado. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 83 pp.

Comparación entre la Biología de *Zabrotes subfasciatus* y *Acanthoscelides obtectus* en Frijol Almacenado¹

Simón Teck, Valery W. de Malo, Luis A. Pinel y Juan Carlos Rosas²

Los brúquidos *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) y *Acanthoscelides obtectus* (Say), conocidos como gorgojos del frijol, son las plagas más importantes del frijol almacenado en América Latina (Schoonhoven, 1976). Su daño afecta a la cantidad y calidad del frijol, obligando al agricultor a vender su cosecha rápidamente, aun en épocas con oferta alta y precios bajos. Los objetivos de este trabajo fueron: determinar las diferencias en la biología de *Z. subfasciatus* y *A. obtectus* de los biotipos presentes en Honduras; evaluar su crecimiento y reproducción en una variedad de frijol común en Honduras bajo diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa; e identificar la especie más dañina al grano bajo diferentes condiciones de desarrollo.

Materiales y Métodos

El ensayo constó de dos experimentos realizados en el Centro Internacional de Tecnologías de Semillas y Granos (CITESGRAN) entre octubre de 1991 y marzo de 1992. Los insectos fueron colocados bajo los siguientes tratamientos: temperaturas de 27, 31, 32 y 34°C, a 70% de humedad relativa, y a 50, 60, 70 y 80% de humedad relativa con temperatura de 28°C. Se inocularon muestras de 100 g de frijol con 25 parejas adultas de cada especie. La variedad de frijol utilizada fue Danlí 46. El primer experimento, con diferentes temperaturas, se llevó a cabo en la época lluviosa (octubre-noviembre). El segundo en el cual se varió la humedad relativa, se lo realizó en la época seca (febrero-marzo). Las variables analizadas fueron: número de huevos totales ovipositados, número de huevos promedio por hembra, número de días a la primera emergencia de adultos, número de adultos emergidos, mortalidad de inmaduros, número de machos y de hembras, relación machos:hembras, peso seco promedio de machos y de hembras.

Resultados y Discusión

Las condiciones de temperatura y humedad relativa en las cuales se obtuvo el mejor desarrollo de *A. obtectus* fueron 27°C y 80%, respectivamente, durante la época seca. En estas condiciones se obtuvo el máximo número de progenie, pero el tiempo de desarrollo fue igual en todas las temperaturas. La tasa de emergencia más

¹ Parte del trabajo de tesis del autor principal, presentada como requisito para optar por el título de Ingeniero Agrónomo en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Ex-estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica, Coordinadora del Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN), Jefe Sección Postcosecha del CITESGRAN, y Jefe del Departamento de Agronomía, respectivamente, EAP, Honduras.

rápida y temprana fue observada a 30°C. Adicionalmente, la temperatura de 34°C fue detrimental para *A. obtectus*, ya que pese a que hubo oviposición, no se observó emergencia posterior de adultos (Cuadros 1 y 2).

La temperatura para óptimo desarrollo de *Z. subfasciatus* se obtuvo en el rango de 27-32°C. Pero a 27°C la emergencia se atrasó cinco días. La humedad relativa, que comparativamente favoreció el desarrollo del insecto, fue 70%. A esta humedad relativa y dentro del rango de temperatura mencionado se obtuvo el menor tiempo de desarrollo, máximo número de prole y una rápida tasa de emergencia (Cuadros 3 y 4).

En la época lluviosa, el insecto que mayor daño causó al frijol fue *Zabrotes*. En la época seca el más dañino fue *A. obtectus* debido a que el número de adultos emergidos de *Z. subfasciatus* fue mucho menor que el obtenido en el experimento anterior (en la época lluviosa). El insecto que más daño causó al frijol en términos de perforaciones por grano en el primer experimento fue *Z. subfasciatus*, mientras que en el segundo experimento fue *A. obtectus* (Cuadros 1 y 3).

Si *Z. subfasciatus* no presentara forma anormal, en las épocas de calor, sería el insecto más dañino a través del año. Esto fue reconocido por Pajni (1986) quien encontró polimorfismo en *Z. subfasciatus*, afectando el número de huevos ovipositados cuando se presenta en la forma "anormal". Las épocas del año, por el clima, afectan la biología de los brúquidos en estudio, influyendo en el número de huevos por hembra, número de adultos emergidos y porcentaje de sobrevivencia. Los cambios estacionales parecieron afectar la biología de *Z. subfasciatus* más que la de *A. obtectus*; sin embargo, la humedad relativa no juega un papel tan importante como la temperatura en el desarrollo del insecto.

Referencias

- Schoonhoven, A. Van. 1976. Pests of stored beans and their economic importance in Latin America. Proceedings of the XV International Congress of Entomology. Washington D.C., pp 691-698.
- Pajni, H.R. 1986. Ecological status of host-range and polymorphism in Bruchidae. Proceedings of the 4th International Working Conference on Stored Products Protection, Tel Aviv, Israel. pp 505-506.

Cuadro 1. Observaciones promedio de diferentes variables en estudio de *Acanthoscelides obtectus* con cuatro temperaturas y 70% de humedad relativa.^z

Variable	Temperatura (°C)			
	27	30	32	34
# huevos totales	658.0 a	461.0 a	515.0 a	363.0 a
# huevos\hembra	26.0 a	19.0 a	21.0 a	15.0
# días a primera emergencia	30.0 a	30.0 a	30.0 a	-
# adultos emergidos	614.0 a	417.0 ab	230.0 bc	0.0 c
Adultos emergidos (%)	93.0 a	90.0 a	45.0 b	0.0 c
Mortalidad de inmaduros (%)	7.0 c	10.0 c	55.0 b	100.0 a
# hembras	375.0 a	266.0 ab	132.0 b	0.0 c
# machos	239.0 a	151.0 b	98.0 b	0.0 c
Relación macho:hembra	0.64:1 **	0.57:1 **	0.74:1 **	0:0 **
Peso seco hembras (mg)	2.6 cx	2.7 bx	2.9 ax	0.0 dx
Peso seco machos (mg)	2.0 cy	2.5 bx	2.7 ax	0.0 dx
# de perforaciones/grano	1.1 a	0.8 ab	0.5 bc	0.0 c
Daño al grano (%)	44.0 a	31.0 ab	20.0 b	0.0 c

^z Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). X y Y indican diferencia significativa entre los pesos de machos y hembras. Promedio cinco repeticiones por tratamiento; 100 g de frijol y 25 parejas de insectos.

** Significativo al nivel $P \leq 0.05$ (hipótesis la relación sería 1:1); prueba de Chi Cuadrado.

Cuadro 2. Observaciones promedio de diferentes variables en estudio de *Acanthoscelides obtectus* con cuatro humedades relativas y 28°C.^z

Variable	Humedad relativa (%)			
	50	60	70	80
# huevos totales	458.0 b	499.0 b	461.0 b	666.0 a
# huevos\hembra	18.0 b	20.0 b	18.0 a	27.0 a
# días a primera emergencia	30.0 a	28.0 a	30.0 a	28.0 a
# adultos emergidos	237.0 b	252.0 b	217.0 b	414.0 a
Adultos emergidos (%)	52.0 b	51.0 b	47.0 b	62.0 a
Mortalidad de inmaduros (%)	48.0 a	50.0 a	53.0 a	38.0
# hembras	140.0 b	156.0 b	141.0 b	267.0 a
# machos	97.0 b	97.0 b	76.0 b	147.0 a
Relación macho:hembra	0.70:1 **	0.62:1 **	0.54:1 **	0.55:1 **
Peso seco hembras (mg)	2.6 bcx	2.5 cx	2.8 ax	2.7 bx
Peso seco machos (mg)	2.4 ax	2.3 abx	2.5 ax	2.1 by

^z Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). X y Y indican diferencia significativa entre los pesos de machos y hembras. Promedio cinco repeticiones por tratamiento; 100 g de frijol y 25 parejas de insectos.

** Significativo al nivel $P \leq 0.05$ (hipótesis la relación sería 1:1); prueba de Chi Cuadrado.

Cuadro 3. Observaciones promedio de diferentes variables en estudio de *Zabrotes subfasciatus* con cuatro temperaturas y 70% de humedad relativa.²

Variable	Temperatura (°C)			
	27	30	32	34
# huevos totales	718.0 a	712.0 a	675.0 a	554.0 b
# huevos\hembra	29.0 a	29.0 a	27.0 a	22.0 b
# días a primera emergencia	28.0 a	23.0 b	23.0 b	23.0 b
# de adultos emergidos	671.0 a	681.0 a	650.0 a	192.0 b
Adultos emergidos (%)	94.0 a	96.0 a	96.0 a	35.0 b
Mortalidad de inmaduros (%)	7.0 b	4.0 b	4.0 b	65.0 a
# hembras	331.0 a	340.0 a	325.0 a	101.0 b
# machos	340.0 a	342.0 a	324.0 a	91.0 b
Relación macho:hembra	1:0.97 ns	1:0.99 ns	0.99:1 ns	1:0.90 ns
Peso seco hembras (mg)	1.6 ax	1.5 ax	1.6 ax	1.4 bx
Peso seco machos (mg)	0.8 ay	0.9 ay	0.9 ay	0.4 by
# perforaciones /grano	1.3 a	1.3 a	1.2 a	0.3 b
Daño al grano (%)	60.0 a	63.0 a	58.0 a	26.0 b

² Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). X y Y indican diferencia significativa entre los pesos de machos y hembras. Promedio cinco repeticiones por tratamiento; 100 g de frijol y 25 parejas de insectos.

n.s no significativo (hipótesis la relación sería 1:1); prueba de Chi Cuadrado.

Cuadro 4. Observaciones de diferentes variables en estudio de *Zabrotes subfasciatus* con cuatro humedades relativas y 28°C.²

Variable	Humedad relativa (%)			
	50	60	70	80
# huevos totales	97.0 ab	82.0 ab	153.0 a	61.0 b
# huevos\hembra	4.0 ab	3.0 ab	6.0 a	3.0 b
# días a primera emergencia	29.0 a	30.0 a	29.0 a	29.0 a
# adultos emergidos	55.0 a	50.0 a	107.0 a	44.0 a
Mortalidad de inmaduros (%)	55.0 a	54.0 a	31.0 a	40.0 a
# hembras	26.0 a	25.0 a	56.0 a	20.0 a
# machos	29.0 a	25.0 a	51.0 a	24.0 a
Relación macho:hembra	1:0.92 n.s	1:0.98 n.s	1:0.92 n.s	1:0.83 *
Peso seco hembras (mg)	1.6 ax	1.2 bx	1.6 ax	1.6 ax
Peso seco machos (mg)	0.7 ay	0.8 ay	0.8 ay	0.9 ay

² Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$). X y Y indican diferencia significativa entre los pesos de machos y hembras. Promedio cinco repeticiones por tratamiento; 100 g de frijol y 25 parejas de insectos.

*, ns significativo a nivel $p \leq 0.05$ y no significativo (hipótesis la relación sería 1:1); Prueba de Chi Cuadrado.

Efecto de Arcelina en la Tasa de Crecimiento y Reproducción de Zabrotes subfasciatus (Boheman)¹

Rafael C. Altamirano, Juan Carlos Rosas, Valery W. de Malo,
y Luis A. Pinel²

La arcelina, es una proteína presente en algunos frijoles silvestres resistentes a *Z. subfasciatus* y se le ha evaluado como posible factor antibiótico de resistencia a esta plaga (Cardona y Posso, 1987; Cardona et al., 1991; Harmsen et al., 1987). Los objetivos del presente estudio fueron medir el efecto de diferentes formas alélicas de arcelina en las tasas de crecimiento y reproducción de *Z. subfasciatus*; y medir el efecto de la exposición continua de *Z. subfasciatus* a arcelina en la estabilidad de esta resistencia en frijol común. Los experimentos se llevaron a cabo utilizando isolíneas de la variedad de frijol Porrillo 70, conteniendo las cinco formas alélicas de arcelina conocidas como Arc+1, Arc+2, Arc+3, Arc+4 y Arc-. Se usó también como testigo susceptible la variedad local Danlí 46. Frascos de vidrio de 350 ml de capacidad fueron usados conteniendo 100 g de semilla como unidades experimentales. Se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento. Los diferentes tratamientos fueron infestados con 25 parejas de adultos para el primer experimento y 10 parejas de adultos para el segundo experimento. Los datos obtenidos fueron tomados diariamente entre los meses de agosto 1991 hasta febrero 1992.

El Cuadro 1, muestra el efecto de arcelina en las variables seleccionadas. En todos los casos la Arc + 1 y Arc + 2 presentan los mayores índices de resistencia al ataque de *Zabrotes* determinado principalmente por un efecto de antibiosis. Para la variable porcentaje de huevos eclosionados (fertilidad de huevos) se observan niveles altos en todos los tratamientos y similares estadísticamente; ésto sugiere que no hubo efecto de la arcelina en la relación entre número de huevos ovipositados y eclosionados. Arc+1 y Arc + 2 presentaron números de huevos por hembra menores a los demás tratamientos afectándose únicamente el número total de huevos ovipositados por hembra y no así su fertilidad. Esto concuerda con datos de Harmsen et al. (1987) quienes obtuvieron resultados similares con Arc+1. En general, se observa que Arc+1 y Arc+2 tuvieron un mayor efecto en el porcentaje de mortalidad de larvas sugiriendo que estas dos formas de dicha proteína tienen su principal efecto en los estadios larvales. El porcentaje de sobrevivencia de adultos es consecuencia del efecto de la arcelina en los estadios anteriores, y por ello los menores porcentajes se obtuvieron en Arc+1 y Arc+2. El efecto antibiótico de estas dos

¹ Trabajo de tesis como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Ex-estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica, Jefe del Departamento de Agronomía, Coordinadora y Jefe Sección Postcosecha-CITESGRAN, EAP, El Zamorano, Honduras.

arcelinas se observó solamente en los primeros instares larvales de desarrollo. Aparentemente ningún tipo de arcelina afectó significativamente la biología de *Zabrotes* en estado de pupa. Arc+2, Arc+3 y Arc+4 están asociados con una resistencia intermedia.

Al someterse el insecto al efecto de arcelina por varias generaciones se observó que principalmente Arc+1 presentó mayor número de larvas muertas, menor número y peso de adultos emergidos, menor pérdida de peso de las semillas, alargamiento del ciclo de vida de los insectos, menor número de huevos por hembra y menores índices de susceptibilidad (Cuadro 2).

Referencias

- Cardona, C., C.E. Posso. 1987. Resistencia de variedades de frijol a los gorgojos de grano almacenado. Boletín Informativo del Programa de Frijol del CIAT. 9(2): 1-4.
- Cardona, C., J. Kornegay, C. Posso, F. Morales, and H. Ramírez, 1991. Comparative value of four arcelina variants in the development of dry bean lines resistant to the Mexican bean weevil. Entomologica 84 (en prensa).
- Dobie, P. 1974. The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). Journal of Stored Products Research 10: 183-197.
- Harmsen, R., Bliss, F.A., Cardona, C., Posso, C., and Osborn, T.C. 1987. Breeding beans resistant to bruchids. Annual Report Bean Improvement Cooperative. 30: 44-45.

Cuadro 1. Efecto de diferentes formas de arcelina sobre variables del desarrollo de *Zabrotes subfasciatus*.

Tratamiento	% Fertilid. huevos	No. huevos/hembra	% mortalidad larvas	% sobreviv. adultos
Arc + 1	97	22 BC	49 A	15C
Arc + 2	92	20 C	55 AB	21C
Arc + 3	97	25 AB	29 D	33B
Arc + 4	97	27 A	45 BC	32AB
Arc -	96	26 AB	35 C	30B
Danlí 46	96	28 A	37 C	37A
ANDEVA	ns	*	*	*

*, ns significativo y no significativo al nivel $P < 0.05$, respectivamente.

Cuadro 2. Efecto de arcelina en el desarrollo de *Zabrotes subfasciatus* en cuatro generaciones del insecto.

Tratamiento	1era. generación		IS ^a
	Total adultos	Huevos/hembra	
Arc+ 1	74 E	36	10.54
Arc+ 2	144 D	27	14.56
Arc+ 3	280 B	29	15.33
Arc+ 4	243 A	30	14.37
Arc-	352 A	40	18.46
Danlí 46	308 AB	45	18.64
Andeva	*	*	
2da. generación			
Arc+ 1	62 D	nd	8.41
Arc+ 2	671 C	nd	16.17
Arc+ 3	1704 B	nd	17.22
Arc+ 4	1662 B	nd	16.52
Arc-	213 AB	nd	23.18
Danlí 46	2704 A	nd	25.08
Andeva	*		
3era. generación			
Arc+ 1	53 D	15	6.67
Arc+ 2	137 CD	33	11.58
Arc+ 3	219 BC	24	11.76
Arc+ 4	231 B	28	11.63
Arc-	280 B	35	16.79
Danlí 46	380 A	42	18.38
Andeva	*	*	
4ta. generación			
Arc+ 1	18 C	17	3.99
Arc+ 2	178 B	20	10.75
Arc+ 3	189 B	22	9.52
Arc+ 4	230 AB	21	10.17
Arc-	263 A	27	15.13
Danlí 46	288 A	29	16.44
Andeva	*	*	

*, ns, nd significativo ($P < 0.05$), no significativo y dato no disponible.

^a Índice de susceptibilidad (IS) = $(\log n \text{ total adultos}) / \text{días de emergencia del 50\% del total de adultos emergidos} \times 100$ (Dobie, 1974).

Experiencia del uso de la Metodología de Investigación Participativa con Pequeños Productores de la Región Centro Oriental de Honduras¹

Gerardo Torres, Juan Carlos Rosas Y Miguel Avedillo²

A partir del mes de Febrero de 1992 se empezó a dialogar con varios de los pequeños productores de los municipios de Morocelí y San Matías, en el departamento de El Paraíso, para de esta forma ir conociendo sus inquietudes, no sólo acerca del cultivo del frijol, sino también, sus costumbres, problemas comunales, política, etc. En marzo del mismo año se realizó una reunión con los líderes de las distintas comunidades que conforman el municipio de San Matías. Después de esta reunión se decidió que los experimentos se llevarían a cabo en las comunidades de San Jerónimo y El Cururují. En el municipio de Morocelí se utilizaron las comunidades de Los Limones y El Suyate para llevar a cabo la investigación.

Una vez determinadas las comunidades a emplearse para hacer los experimentos, se realizaron reuniones a nivel de comunidad. En estas reuniones se abordaron temas relacionados con los principales problemas existentes en el cultivo del frijol. Al final de estas reuniones los pequeños productores de ambos municipios estuvieron de acuerdo en que el mayor problema que se tenía con el frijol, desde el punto de vista agronómico, era la falta de disponibilidad de semilla mejorada y la necesidad de contar con una variedad que fuera altamente productiva y de corto período vegetativo, para que ésta aprovechara las pocas precipitaciones, especialmente en la época de postrera cuando las lluvias son mas escasas. En vista de ésto los pequeños productores propusieron la elaboración de experimentos, donde se probaron seis variedades, cinco de ellas cultivadas en la región y una línea mejorada que fue la línea DOR-482. Experimentalmente esta línea tiene características y potencial productivo similares a la variedad Dorado. Las variedades seleccionadas para San Matías fueron DOR-482, Dorado, Catrachita, Danlí-46, Desarrural y Zamorano; en Morocelí se incluyó la variedad local Balín en lugar de Zamorano. El manejo del ensayo estuvo a cargo de los pequeños agricultores quienes realizaron las mismas prácticas agronómicas que hacen en el resto de sus parcelas, como lo son por ejemplo la fertilización y la fitoprotección.

En cada localidad se escogieron dos agricultores, y se sembraron dos repeticiones por agricultor. El diseño que se utilizó fue el de bloques completamente al azar. El análisis de cada municipio se hizo por separado. La unidad experimental consistió de una parcela

¹ Trabajo financiado por el Proyecto Frijol/Caupi CRSP-Título XII (donación USAID No. DAN-1310-G-SS-6008-00) y el Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Estudiante de Ingeniería Agronómica, Jefe del Departamento de Agronomía, y Profesor del Departamento de Economía Agrícola, respectivamente, EAP, El Zamorano, Honduras.

de 10 surcos de 5 m de largo y la separación entre los surcos, que se determinó por el arado hecho por los agricultores por medio de bueyes, fue de 40 cm.

La siembra se realizó de la misma manera que lo hace el agricultor, que es a chorro corrido. En cuanto a la fertilización se utilizó la misma dosis que usan en promedio los agricultores que es de un quintal (100 lbs) de 18-46-0 por hectárea, al momento de la siembra. Referente al control de plagas y enfermedades, se hizo el mismo control que el agricultor en el resto de su parcela.

Al momento de la cosecha de las parcelas experimentales se cosecharon las plantas ubicadas en los seis surcos centrales dejando 0.5 m de los extremos superior e inferior, se determinó el número de las plantas cosechadas y luego el peso del grano obtenido de cada una de las muestras para determinar el rendimiento.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó la prueba Duncan a nivel de 10%.

Resultados y Discusión

A. Morocelí

Como se puede observar en el cuadro 1, en esta región no existieron diferencias significativas entre los tratamientos al 10%. Este comportamiento de las variedades pudo deberse a la poca precipitación en la zona y al manejo que le dio el agricultor al ensayo. La línea DOR-482 no rindió lo esperado, su comportamiento bajo las condiciones antes mencionadas fue inclusive inferior a la variedad Dorado. La variedad Balín fue la mas precoz de todas, a los 50-55 días ya se encontraba lista de cosecha, pero es bastante susceptible a mosaico dorado al igual que la variedad Chile.

Cuadro 1. Rendimiento de grano de variedades de frijol.

Variedades	Rendimiento (kg/ha)
Dorado	391.50 a
Danlí-46	371.17 a
Catrachita	342.82 a
Balín	338.40 a
Chile	319.94 a
DOR-482	256.16 a

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 99
TEGUIGALPA HONDURAS

En el análisis económico sólo se consideró como costo diferencial el precio que tenía la semilla mejorada y la semilla obtenida por los agricultores, pues el resto del manejo fue igual para todos los tratamientos.

En el análisis marginal de los seis tratamientos, cuatro salieron dominados (se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos diferenciales más bajos). Los dominantes fueron Dorado y Danlí-46. La tasa de retorno marginal que se obtendría de cambiar

de Danlí-46 a Dorado sería de 109%. Esto indica al agricultor que por cada unidad que invierta en pasar de una variedad a otra, cada Lempira invertido le retornará neto (después de pagados los costos) Lps 1.09 adicionales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis económicos basados en el rendimiento de variedades de frijol.

Costos diferenciales	Costo/unidad (Lps/kg)	Cantidad/ha (kg/ha)	Valor (Lps)
Semilla mejorada	2.14	45	96.3
Semilla agricultor	1.76	45	79.2

Tratamientos	Rend (kg/ha)	Ing Bruto (Lps)	Co Dif	B Dif	▲Co	▲B	TRM%
Dorado	391.5	689.04	96.3	592.74	17.1	18.6	109
Danlí-46	371.2	653.31	79.2	574.11			
Catrachita	342.8	603.32	79.2	524.13	D		
Balín	338.4	595.58	79.2	516.38	D		
Chile	319.9	563.02	79.2	483.82	D		
DOR-482	256.1	450.74	96.3	354.44	D		

D: Dominado

TRM: Tasa de Retorno Marginal

B. San Matías

En esta localidad sí se observaron diferencias significativas al 10% entre dos grupos de variedades. Las mejores variedades fueron Desarrural y Dorado, le siguió Zamorano; en el grupo inferior se ubicaron las variedades Catrachita, DOR-482 y Danlí-46. Nuevamente en esta región el DOR 482 no rindió lo esperado; fue inclusive muy inferior a Dorado.

Cuadro 3. Rendimiento de grano de variedades de frijol.

Variedades	Rendimiento (kg/ha)
Desarrural	1509.21 a
Dorado	1437.88 a
Zamorano	1297.37 ab
Catrachita	1110.45 b
DOR-482	1104.16 b
Danlí-46	1085.44 b

Se puede observar una gran diferencia entre los rendimientos obtenidos en Morocelí (Cuadro 1), que son menores a los obtenidos en San Matías (Cuadro 3), donde las lluvias fueron mayores y mejor distribuidas a lo largo del período vegetativo del cultivo. También

el manejo dado a los ensayos por los agricultores en San Matías fue más cuidadoso y la incidencia de mosaico dorado fue nula. En esta localidad también el único costo diferencial fue el precio de la semilla (mejorada o proporcionada por los agricultores). En el análisis marginal salieron dominados cinco de las seis variedades; la única que pudiera ser recomendada es Desarrural, que es una de las variedades que los agricultores cultivan.

Cuadro 4. Análisis económicos basados en el rendimiento de variedades de frijol.

Costos Diferenciales		Costo/unidad (Lps/kg)	Cantidad (kg/ha)	Valor (Lps)
Semilla Mejorada		2.14	45	96.3
Semilla agricultor		1.76	45	79.2

Tratamientos	Rend (kg/ha)	Ingreso Bruto (Lps)	Costo Dif	Benef Dif
Desarrural	1509.22	2656.23	79.2	2577.03
Dorado	1437.88	2530.67	96.3	2434.37 D
Zamorano	1297.37	2283.37	79.2	2204.17 D
Catrachita	1110.45	1954.38	79.2	1875.20 D
DOR-482	1104.16	1943.32	96.3	1847.02 D
Danlí-46	1085.42	1910.34	79.2	1831.15 D

D: Dominado

Conclusiones

Bajo condiciones de baja humedad y con uso de un bajo nivel tecnológico en el manejo del cultivo, las variedades cultivadas en la región rinden igual o mejor que DOR 482. Queda demostrado que algunas de las selecciones hechas en las estaciones experimentales, no dan resultado a nivel de fincas de pequeños productores. Esto sugeriría posibles limitaciones en la adopción de variedades mejoradas como DOR 482 a nivel de finca, debido a condiciones adversas que no permiten expresar el potencial productivo de estos materiales.

Efectos de la Capacitación en la Transferencia de Tecnología Postcosecha de Granos Básicos en Honduras¹

Eduardo Chirinos, Luis A. Pinel, Valery W. de Malo, Alonso Moreno,
Mario Ardón y Juan Carlos Rosas²

Durante 1991 y 1992 se desarrolló un estudio del efecto de la capacitación sobre postcosecha de granos básicos que recibieron los extensionistas y promotores de desarrollo de diferentes instituciones de Honduras durante 1983 a 1989 (Chirinos, 1992). El propósito de la investigación fue determinar los efectos que la capacitación de agentes de transferencia, ha provocado en los pequeños y medianos productores de granos básicos del país. Los extensionistas y promotores, con los cuales se inició el estudio, fueron entrenados por la Unidad Postcosecha de Recursos Naturales, bajo convenio con la Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE).

El estudio se desarrolló en 15 departamentos de Honduras, iniciando con 650 extensionistas de 50 diferentes instituciones y terminando con 150 productores asistidos y 55 productores no asistidos. Para la obtención de la información de los extensionistas y promotores se envió una encuesta por correo, y los datos de los productores fueron obtenidos mediante entrevistas y observaciones personales. El propósito de la primera parte del estudio, además de la caracterización de los agentes de extensión, fue establecer una muestra de extensionistas que transfieren tecnología postcosecha activamente. Esta sirvió para determinar los productores de la segunda parte del estudio, en la cual se determinaron los indicadores de impacto comparativo entre productores asistidos y productores no asistidos.

Se envió una encuesta a 400 (con dirección apropiada) de los 650 extensionistas, contestaron 136 (21%) y de los cuales 70 transfieren activamente tecnologías postcosecha. De estos, 50 fueron seleccionados para continuar con la segunda parte del estudio.

Se entrevistaron personalmente 150 pequeños productores asistidos y 55 no asistidos en postcosecha. La información de los indicadores se obtuvo en base a ANTES y DESPUES de haber recibido transferencia de tecnologías postcosecha, para los productores asistidos. Para los productores no asistidos ANTES significa: "hace 5 años". Los productores estudiados se encontraron en 170 comunidades rurales en 11 departamentos del país. El análisis de la información se realizó con los paquetes estadísticos Statistical Package for Social Sciences (SPSS PC) y MSTAT.

¹ Estudio patrocinado con fondos de la Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE) y el Proyecto Escuela Agrícola Panamericana (EAP)/República Federal de Alemania (GTZ).

² Asistente y Jefe Sección Postcosecha y Coordinadora del CITESGRAN, Jefe del Proyecto EAP/GTZ, Investigador Social del Departamento de Protección Vegetal, y Jefe del Departamento de Agronomía, respectivamente, EAP, El Zamorano, Honduras.

Resultados y Discusión

El Cuadro 1, muestra la caracterización general de los extensionistas y promotores de desarrollo estudiados. El 78% de los extensionistas estudiados tienen grado académico agrícola y 22% tienen grado académico social o son productores líderes. Solo el 33% manifiestan que tienen posición de extensionistas agrícolas. El 40% tiene funciones de transferencia directa a pequeños productores, 16% capacitan alumnos y asisten productores y 24% coordinan y supervisan actividades de extensión. De modo que el 80% de las personas estudiadas hacen actividades relacionadas al proceso de transferencia de tecnologías postcosecha.

El análisis de asociación muestra las variables contrastadas que tuvieron significancia estadística (Cuadro 2). La medida de asociación o dependencia entre las variables contrastadas se determinó por medio de Chi cuadrada (X^2), a una probabilidad menor de 25%. La fuerza de la baja a mediana asociación se mide a través del coeficiente de contingencia de Pearson (CC).

El 75% de los productores estudiados son pequeños agricultores que tienen menos de 5 manzanas cultivadas de granos básicos. El Cuadro 3 presenta 12 indicadores de impacto comparativo entre productores asistidos y no asistidos. La transferencia de tecnologías postcosecha ha tenido un efecto positivo en el nivel de conocimientos de los productores asistidos. Este impacto se refleja en que los productores asistidos han experimentado una reducción de más de 50% de las pérdidas de los granos en el almacenamiento. El uso de organoclorados en trojas ha sido eliminado. El 77% tienen una mayor disponibilidad de alimentos y el 86% han experimentado mejoría en la salud primaria y la educación familiar.

Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo a los indicadores de impacto las actividades de extensión postcosecha han tenido un impacto positivo en la población de productores asistidos. Se recomienda por lo tanto continuar con un proceso de capacitación continua y diversificada para aquellos extensionistas y promotores de desarrollo que asisten directamente a productores rurales. Se recomienda además, la realización de un estudio comparativo del efecto de la transferencia en un plazo no mayor de 2 años. Los extensionistas que tienen una mayor cantidad de productores asistidos y que manifiestan una mayor eficiencia en el proceso de transferencia son aquellos que sus funciones específicas son las de asistir directamente a los agricultores. Estos extensionistas además deben de contar con el apoyo institucional adecuado en cuanto a la disponibilidad de materiales y equipo apropiado para la transferencia. Adicionalmente se recomienda realizar una adecuada selección de los participantes a los eventos de capacitación con el objeto de hacer un uso racional de los recursos de capacitación.

Referencias

Chirinos A., E. 1992. Efectos de la Capacitación en la Transferencia de Tecnología Postcosecha de Granos Básicos en Honduras. Tesis Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, CITESGRAN, Departamento de Agronomía. 200 p.

Cuadro 1. Caracterización general de los extensionistas y promotores de desarrollo estudiados.

I. Aspectos Personales

A.	Tipo de profesión	% de la muestra
	1. Grado académico agrícola	78
	2. Grado académico social	14
	3. Paratécnicos	8
B.	Posición actual	
	1. Extensionista agrícola	33
	2. Coordinador extensión	25
	3. Otras de no extensión	17
	4. Profesores	14
	5. Productor rural	11
C.	Funciones actuales	
	1. Asistencia directa a productores	40
	2. Coordinación y supervisión extensión	24
	3. Capacitar alumnos y asistir productores	16
	4. Actividades de no extensión	15
	5. Producir granos	5

II. Aspectos de Transferencia

A.	Familias atendidas actualmente	
	1. Ninguna	46
	2. de 1 - 100	28
	3. Más de 100	26
B.	Tiempo dedicado a postcosecha	
	1. Ningún tiempo	30
	2. de 6 - 10%	44
	3. De 11 - 20%	9
	4. De 21 - 25%	9
	5. Más de 50%	8

Cuadro 2. Variables contrastadas que manifestaron significancia estadística.

Variables contrastadas	χ^2	P	CC	C máximo
1. Tipo de institución vrs. aplicación de prácticas postcosecha	3.159	0.206	0.15	0.94
2. Grado académico vrs. número de familias atendidas acumuladas	6.569	0.087	0.21	0.81
3. Funciones vrs. número de familias atendidas acumuladas	20.858	0.000	0.36	0.81
4. Tipo de institución vrs. número de familias atendidas acumuladas	8.595	0.197	0.24	0.93

Cuadro 3. Resumen de comparación de indicadores de impacto entre productores asistidos y productores no asistidos.

I n d i c a d o r e s	Asistidos		No asistidos	
	Antes	Después	Antes	Después
1. Buenos conocimientos postcosecha	-	44%	-	18%
2. Tienen silo	2%	42%	3%	7%
3. Tienen troja con algún manejo mejorado	-	50%	-	0%
4. Buena condición sistema almacenamiento	-	29%	-	16%
5. Buena condición higiene personal y familia	-	34%	-	21%
6. Duración maíz almacenado (7-12 meses)	24%	58%	32%	29%
7. Duración frijol almacenado (7-12 meses)	20%	40%	14%	18%
8. Uso organoclorados en troja	23%	0%	6%	0%
9. Uso phostoxin sin cobertura	4%	6%	6%	8%
10. Ha mejorado disponibilidad alimentos	-	77%	-	60%
11. Ha mejorado la salud primaria	-	86%	-	32%
12. Ha mejorado la educación	-	86%	-	20%

Caracterización del uso de Fumigantes en Granos Básicos Almacenados en el Municipio de Morocelí, El Paraíso, Honduras¹

Oscar Martínez, Valery W. de Malo, Luis A. Pinel
y Eduardo Chirinos²

Las plagas en los granos almacenados han sido uno de los principales problemas que afrontan los pequeños productores. Se han probado diversas alternativas procurando hacer un control efectivo, que elimine lo más que se pueda la incidencia de plagas al menor costo posible. Los productos residuales principalmente organoclorados y organofosforados en polvo han sido usados con éxito en forma preventiva para períodos cortos de almacenamiento. No obstante, estos han sido relegados a un segundo lugar por los productos gaseosos (fumigantes) que han manifestado ser más efectivos en el control de las formas vivientes de insectos de los granos en forma curativa. El producto gasificado más utilizado en la postcosecha de los granos es el fosfuro de aluminio (PH_3), conocido comunmente como fosfamina y comercialmente como Gastión, Detia y Phostoxin. Una de las condiciones importantes en la aplicación de los fumigantes es la hermeticidad del lugar en el que se realiza la fumigación. Además se consideran productos altamente tóxicos para los vertebrados de sangre caliente, por lo que representan un eminente peligro para el hombre y los animales domésticos si son aplicados en forma inadecuada. El presente estudio se desarrolló en el Municipio de Morocelí, El Paraíso, Honduras. El propósito de la investigación fue caracterizar el uso de fumigantes por pequeños productores de granos básicos de la zona de influencia de los extensionistas agrícolas del Programa de Desarrollo Rural de la Escuela Agrícola Panamericana.

Metodología

Se seleccionaron 19 comunidades del Municipio de Morocelí en el Departamento de El Paraíso, Honduras. La información para satisfacer los datos de las variables estudiadas que fueron la caracterización y determinación de condiciones de uso de fumigantes por los productores, se obtuvo a través de una encuesta y entrevista personal. La encuesta estaba compuesta de las secciones de aspectos personales de los productores, aspectos de producción y de postproducción, específicamente lo referente al control de

¹ Trabajo realizado con fondos proporcionados por la Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE) bajo la coordinación del Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN), Departamento de Agronomía, y el apoyo del Programa de Desarrollo Rural (PDR) de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

² Estudiante graduado de la Escuela Agrícola Luis Landa de Nacaome, Valle, y Coordinadora, Jefe y Asistente de la Sección Postcosecha, CITESGRAN, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

plagas en almacenamiento mediante las prácticas de fumigación. Este estudio describe las principales variables referentes al uso y condiciones de manejo de los fumigantes por los pequeños productores. Se entrevistaron 130 productores e intermediarios que reúnen las características generales de los productores y revendedores de granos de la región. El análisis de la información se realizó en una forma descriptiva utilizando el programa estadístico The Statistical Package for Social Sciences (SPSS PC).

Resultados y Discusión

Los agricultores entrevistados son pequeños productores que cultivan entre 1 a 5 manzanas de granos básicos. La mayoría de sus sistemas de producción se encuentran en zonas poco mecanizables o predominantemente de laderas, caracterizadas por una baja fertilidad lo que ocasiona consecuentemente una baja productividad.

En el Cuadro 1 se presentan las condiciones que definen las características más relevantes del uso de fumigantes por los productores de granos de la zona en estudio. Los resultados se basan en la forma de utilización y los conocimientos que estos tienen acerca de los fumigantes. El 68% de los productores estudiados no saben que los fumigantes son un veneno altamente peligroso y por lo tanto no saben acerca de las consecuencias de su mal uso. El 78% de los productores saben que los fumigantes controlan insectos, 1% menciona que controla hongos y 21% no sabe que se puede controlar con fumigantes. Sin embargo el 45% afirman conocer la fosfamina (PH_3), más comunmente como la "pastilla"; el 2% afirman no conocer los fumigantes y 53% confunden lo que es una fumigación con productos gaseosos y una aplicación con productos residuales en polvo como malatión y folidol. El 66% de los productores aplican este producto en forma preventiva al momento de almacenar el grano. De los 85% de productores que utilizan fumigante solo el 39% realizan la aplicación fuera de la casa. El 20% de los productores estudiados son apoyados por la esposa e hijos en las labores de fumigación. Significa que en el 80% de las familias que aplican, el 20% realizan la operación de fumigación tocando el producto con la mano sin ninguna protección. El 26% de los productores entrevistados realizan la fumigación cerca de los lugares donde duermen las personas. Esto evidencia un peligro eminente para la salud de los miembros de la familia debido principalmente a la falta de orientación e instrucción sobre el uso adecuado de los fumigantes. Adicionalmente, el 4% de los productores no realizan ningún cálculo de la dosificación adecuada. Las aplicaciones las realizan dependiendo de las cantidades de pastillas disponibles en ese momento. El 17% de los productores no sellan las estructuras de almacenamiento. Todas estas deficiencias en el uso de fumigantes por parte de los productores se deben probablemente a que el 62% de estos no han recibido entrenamiento en el uso apropiado de los fumigantes.

Cuadro 1. Características de conocimientos y utilización que tienen los productores acerca del fosfuro de aluminio (fosfamina).

A. Conocimientos	% de la muestra
1. Saben que es veneno peligroso	68
2. No saben	32
1. Saben que controla insectos	78
2. No saben que controla	22
1. Conocen el fosfuro de aluminio	45
2. No lo conocen	55
 B. Condiciones de uso	
1. Utilizan PH_3 cuando hay insectos	25
2. Por calendario fijo	6
3. Cuando grano se pica	3
4. Al momento de almacenar	66
1. Utilizan fosfuro de aluminio	85
2. Otros productos en polvo	15
1. Fumigan en almacén hermético	39
2. En otros lados de la casa	61
1. La esposa e hijos ayudan en la fumigación	20
2. La fumigación la realiza sólo el agricultor	80
1. Tocan pastillas con mano	20
2. Se protegen la mano	80
1. La fumigación se realiza cerca del lugar donde duermen personas	26
2. Se realiza largo de los dormitorios	68
3. No realizan fumigaciones	6
1. Si calculan la dosis que aplican	90
2. No calculan la dosis	4
3. No realiza fumigaciones	6
1. Sella la estructura en que fumiga	83
2. No sella la estructura	17
1. Ha recibido entrenamiento sobre fumigantes	38
2. No ha recibido entrenamiento	62

Conclusiones y Recomendaciones

Se concluye que la causa principal del daño de los granos en almacenamiento se debe al ataque de los gorgojos del maíz y frijol.

El 85% de los productores estudiados utilizan la fumigación con fosfuro de aluminio para el control de sus plagas en almacenamiento. Solamente el 39% de los productores que realizan fumigaciones tienen espacios destinados para esta actividad, en donde puede realizarse en una forma hermética sin que se corra el riesgo de intoxicaciones a los miembros de la familia y los animales domésticos. El 61% realizan fumigaciones en el corredor, el dormitorio, la sala y cualquier otro lugar de la casa, bajo condiciones de baja hermeticidad y alta exposición debido al escape de gas.

Se recomienda que los extensionistas y promotores de desarrollo, los encargados de capacitación rural y los distribuidores del producto químico, promuevan en una forma más consistente la orientación acerca de los beneficios y los peligros del mal uso del fosfuro de aluminio.

Referencias

Taylor, R.W. 1986. Response to phosphine of field strain of some insects pest of stored products. pp 132 - 140. In: Proceedings of GASCA Seminar on fumigation technology in developing countries.

Evaluación Agronómica de Germoplasma Promisorio de Soya (*Glycine max* (L.) Merr.) en El Zamorano, Honduras

Silvio E. Viteri, Iván A. Wong y Julio C. Fuentes¹

Entre las leguminosas, la soya es quizá el cultivo de mayor importancia económica a nivel mundial. Sin embargo, en Honduras, su producción sigue siendo insuficiente para suplir la demanda a nivel industrial (Romero, 1990). Aparte de su valor comercial, se ha observado últimamente que el pequeño agricultor está empezando a utilizar la soya de múltiples maneras. Este fenómeno es muy importante, ya que la soya representa una magnífica fuente de proteína para la dieta diaria.

El Departamento de Agronomía continúa interesado en la búsqueda de germoplasma y tecnologías apropiadas para aumentar la producción de soya a nivel comercial y además extender este cultivo a las áreas del pequeño agricultor.

Bajo condiciones tropicales, los factores mas limitantes para el buen desarrollo de este cultivo son enfermedades y plagas, pobre germinación de la semilla, sensibilidad al fotoperíodo y las condiciones del suelo, no adecuadas para la buena nodulación y fijación de N₂ (Carlson y Lersten, 1987; Rosas y Young, 1989). Entre las condiciones del suelo que afectan seriamente estos dos parámetros se destacan la acidez, deficiencias de fósforo (P) y, en algunas regiones, alto contenido de N (Graham y Temple, 1984). Se sabe que existe considerable variación genética tanto entre cepas de *Bradyrhizobium japonicum* como entre germoplasma de soya en cuanto a nodulación y fijación de N₂ bajo estas condiciones de suelo. Por lo tanto, se ha sugerido que la mejor manera de enfrentar estos problemas en el trópico es a través de un programa de mejoramiento genético que introduzca en la planta características que garanticen un nivel aceptable de tolerancia a estos problemas.

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar materiales promisorios de soya, bajo las condiciones de El Zamorano, por características agronómicas que son de importancia tanto a nivel comercial como del pequeño agricultor.

Materiales y Métodos

Se evaluaron 18 materiales procedentes de la compañía Agropecuaria Bonampak, S.A., de Guatemala. Estos materiales incluyeron tres variedades, BPK-017 (Variedad ALVORADA O FT-11), BPK 19 (Variedad CRISTALINA BPK) y BPK-CRISTALINA (Variedad FT-CRISTALINA-Brasil) y 15 líneas experimentales BPK-116, BPK-119, BPK-120, BPK-126, BPK-131, BPK-141, BPK-165, BPK-172, BPK-179, BPK-181, BPK-188, BPK-189, BPK-193, BPK-196 y BPK-279. Esta compañía obtuvo estos materiales después de realizar selecciones durante siete años consecutivos en materiales parentales procedentes del

¹ Profesor Asociado y Estudiantes del Programa de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras.

Brasil. El ensayo se llevó a efecto en el área de Zorrales, predios de la EAP. Según el análisis, el suelo es franco con pH (H₂O) 5.5, M.O. 3.3%, N (total) 0.16%, P 8.8 ppm y K 546 ppm. El diseño experimental fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones. Todas las parcelas fueron fertilizadas con 18-46-0, equivalente a una aplicación de 24.4 kg de N (10 ppm) y 61 kg de P₂O₅ por hectárea. El inoculante fue preparado en el Laboratorio de Microbiología de Suelos de la EAP con la cepa USDA 110, en base a turba pulverizada, y aplicado alrededor de la semilla antes de la siembra. Solo se hizo control de malezas en forma preventiva. Aplicaciones contra insectos o enfermedades no fueron necesarias. Las variables se determinaron en varias etapas del desarrollo del cultivo. En la etapa R2 (plena floración): días a floración (DF), número de nódulos por planta (NNP), peso fresco nódulos (PFN) y porcentaje de nódulos efectivos (PNE). En la etapa R5 (llenado de vainas): altura de la primera vaina ((APV) y número de entrenudos (NE). En la etapa R7 (madurez fisiológica): NE, altura de planta (AP) y días a madurez fisiológica (DMF). En la etapa de completa madurez (R8): rendimiento (RM), número de vainas por planta (NVP) y peso de 100 semillas (PCS).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se reportan las variables en las cuales se observaron diferencias significativas entre materiales. Las variables NE (Etapa R5) y NVP (Etapa R8) fueron las únicas en las cuales no se observaron diferencias significativas, por lo tanto, no aparecen en este cuadro. Es interesante destacar que los resultados revelan que el rendimiento de todas estos materiales promisorios es bastante alto. El rendimiento más bajo corresponde a la línea BPK-116 con una producción de 1913 g/parcela (9.6 m²), equivalente a 1999 kg/ha, lo cual está aún por encima del promedio en producción a nivel comercial.

Los materiales se clasificaron de acuerdo al rendimiento en dos grupos. El primer grupo incluye la línea BPK-172, la variedad Alvorada O FT-11, las líneas BPK-165 y BPK-181 y la variedad CRISTALINA-BPK, las cuales produjeron los cinco rendimientos mas altos, en orden descendente, respectivamente. El Cuadro 2 muestra la matriz de correlaciones entre las variables estudiadas, para este primer grupo. Con respecto a RM, éste se correlacionó positivamente con el NVP y PCS y negativamente con el PNE. La correlación con NVP y PCS parece obvia pero la correlación negativa entre RM y PNE resulta difícil de explicar. El PCS además presentó una correlación negativa con DF, PNE y DMF, indicando que los materiales mas precoces produjeron la semilla de mayor peso. Curiosamente, el NE (R5) se correlacionó con NNP y PFN, desafortunadamente ninguna de estas variables se correlacionó con RM. AP obviamente se correlacionó positivamente con NE (R7). El segundo grupo incluye el resto de líneas experimentales y la variedad FT-CRISTALINA (Brasil), cuyos rendimientos en este experimento fueron intermedios o bajos. Dentro de este grupo, la variedad FT-CRISTALINA (Brasil) se clasificó en segundo lugar. En

este grupo (datos no mostrados), el RM no se correlacionó con ninguna de las variables. El PFN se correlacionó positivamente con DF, NNP, PNE, NE (R7), APV, AP y DMF. EL PCS se correlacionó negativamente con las variables DF, APV, AP y DMF. Correlaciones negativas entre PCS y DF Y PCS y AP también han sido observadas en estudios anteriores (Corral y Nehring, 1990). La correlación negativa entre PCS y AP indica que las plantas mas bajas producen semilla de mayor peso. Igualmente, la correlación negativa entre PCS y APV indica que las plantas que producen la primera vaina a alturas mas bajas producen semilla de mejor peso.

Todos estos aspectos son muy importantes y por lo tanto deben ser considerados en los programas de mejoramiento del cultivo de la soya. Debido a su potencial en rendimiento, se recomiendan para dichos programas los materiales del primer grupo y la línea BPK-193 y la variedad CRISTALINA-BPK, del segundo grupo. Las variedades del primer grupo resultaron ser precoces y no sobresalientes en los aspectos relacionados directamente con nodulación y fijación de N_2 ; en cambio, la línea BPK-193 y la variedad CRISTALINA-BPK del segundo grupo son tardías y aunque no figuraron entre el grupo de las mejores en rendimiento, fueron las mas sobresalientes en NNP, PFN y PNE.

Cuadro 1. Resultados de la evaluación agronómica de germoplasma promisorio de soya. El Zamorano, Honduras. 1991.

Variedad o línea	DF R2	NNP R2	PFN R2	PNE R2	APV R5	AP R7	NE R7	DMF R7	RM R8	PCS
FT-CRISTALINA	46	31	12.1	100	8	57	11	99	2662	15
ALVORADA O FT11	38	15	0.9	95	5	47	10	94	3433	18
CRISTALINA-BPK	45	18	5.9	97	8	62	12	98	2958	16
BPK-141	42	29	12.7	96	10	64	12	96	2093	15
BPK-279	40	15	6.1	96	6	61	11	95	2378	16
BPK-181	41	28	16.9	98	10	62	12	96	2969	16
BPK-120	42	24	14.6	99	10	57	10	96	2544	15
BPK-189	39	8	0.6	80	7	52	11	94	2929	17
BPK-131	43	19	10.4	99	8	63	11	97	2454	16
BPK-172	37	7	0.3	90	7	50	11	93	4042	20
BPK-188	45	25	12.3	99	7	56	12	98	2605	17
BPK-126	40	18	10.2	99	5	51	11	95	2481	19
BPK-179	43	26	10.9	98	7	54	11	97	2541	17
BPK-119	37	22	1.9	98	5	44	10	92	2449	19
BPK-116	41	12	5.7	95	7	59	11	96	1913	14
BPK-196	41	10	5.1	97	8	50	10	96	2602	15
BPK-193	46	38	20.5	100	14	77	12	99	2207	14
BPK-165	41	9	0.6	97	7	50	10	96	3210	17
Significancia	*	**	**	**	**	*	**	**	*	**
DMS (5%)	0.7	17	11.3	4.5	5	18.6	1.4	1.6	1106	3.2

*, **, ns Diferencias significativas al 5 y 1% y no significativas, respectivamente.

DF= Días a floración; NNP= No. nódulos por planta; PFN= Peso fresco de nódulos (g); PNE= Porcentaje nódulos efectivos; APV= Altura primera vaina (cm); AP= Altura planta (cm); NE= Número entrenudos; DMF= Días a madurez fisiológica; RM= Rendimiento (g/parcela 9.6 m²) y PCS= Peso 100 semillas (g).

Cuadro 2. Matriz de correlaciones simples entre las variables DF, NNP, PEN, PNE, NE(R5), NE(R7), AP, NVP, AP, DMF, RM y PCS para el grupo de materiales con los mejores rendimientos (línea BPK-172, variedad Alvorada O FT-11, las líneas BPK-165 y BPK-181 y la variedad CRISTALINA-BPK). El Zamorano, Honduras. 1991.

	NNP	PFN	PNE	NE (R5)	NE (R7)	APV	NVP	AP	DMF	RM	PCS
DF	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.99**	ns	-0.9*
NNP	-	0.98**	ns	0.8*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PFN	-	-	ns	0.9*	0.8*	0.9*	ns	ns	ns	ns	ns
PNE	-	-	-	ns	ns	ns	-0.97**	ns	ns	-0.98**	-0.9*
NE(R5)	-	-	-	-	0.85*	0.98**	ns	ns	ns	ns	ns
NE(R7)	-	-	-	-	-	0.85*	ns	0.95**	ns	ns	ns
APV	-	-	-	-	-	-	ns	ns	ns	ns	ns
NVP	-	-	-	-	-	-	-	ns	ns	0.9**	ns
AP	-	-	-	-	-	-	-	-	ns	ns	ns
DMF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ns	-0.9*
RM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.97**

*,** Significativo al 5 y 1%, respectivamente.

Referencias

- Carlson, J.B. y N.R. Lersten. 1987. Reproductive morphology. pp. 95-134. In J.R. Wilcox (Ed.), Soybeans: Improvement, Reproduction and Uses. 2nd. ed. American Society of Agronomy. No. 16. Madison, Wisconsin, EEUU.
- Corral, L. y R.G. Nehring. 1990. Resultados del ensayo regional 111 de variedades de soya, 1989. pp 57-59. En: Informe Anual de Investigación, Departamento de Agronomía. Vol 2. El Zamorano, Honduras.
- Romero, J. 1990. La soya en Honduras: Zonas Central y Pacífica. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. La Lima, Cortés, Honduras.
- Rosas, J.C. y R. Young. 1989. El cultivo de la soya. 2a. edición. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 62 p.

Evaluación de Materiales de Maíz para Resistencia a Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)¹

Carlos Fuentes y Catherine Thome²

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es la plaga más notoria y discutida de maíz y sorgo en Mesoamérica (Andrews, 1989). Esta plaga ataca al maíz en todas las fases de desarrollo, aunque los daños más serios se registran en forma de consumo de follaje durante las fases de plántula y verticilo intermedio (Ortega et al., 1984). Para combatir esta plaga se han utilizado varias prácticas como evitar siembras escalonadas, rotación de cultivos y labranza mínima, pero el recurso más usado hasta la fecha es el combate químico. El mejoramiento genético representaría una excelente alternativa para el manejo. El Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y varios programas nacionales han buscado variedades tolerantes y hasta la fecha no hay alternativas comercialmente aceptables (Andrews, 1989).

En colaboración con el CIMMYT se evaluaron 14 materiales de maíz con el objetivo de determinar la tolerancia o resistencia al daño que causa el gusano cogollero.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el área de Colindres de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, departamento de Francisco Morazán, Honduras, entre los meses de septiembre 1992 y enero 1993. Se evaluaron 14 genotipos (Cuadro 1) utilizando un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones en parcelas divididas.

Las parcelas grandes estuvieron formadas por los genotipos. Cada subparcela constó de dos surcos de 5 m de largo y 0.9 m de ancho, con una distancia entre plantas de 0.25 m.

Las parcelas se fertilizaron con el equivalente a 100 kg de N/ha y 40 kg de P₂O₅/ha. Se usó 18-46-0 a la siembra y para el complemento de N, urea a los 35 días después de la siembra.

Se infestó con cogollero a los 16 días después de la siembra en las subparcelas que lo requerían, con el objeto de aumentar la población natural existente, depositando un promedio de siete larvas por planta en una mezcla con olote de maíz molido. Las larvas fueron proporcionadas por el Departamento de Protección Vegetal de la EAP. En las subparcelas con tratamiento químico se hicieron cuatro aplicaciones: a los 21, 28, 36 y 45 días después de

¹ Trabajo realizado en colaboración con el CIMMYT.

² Estudiante del Programa de Ingeniero Agrónomo, Ex-Profesora Asociada, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

la siembra. En las dos primeras aplicaciones se utilizó clorpirifos (Lorsban 4 L, 0.5 l/ha), y en las restantes se utilizó phoxim (Volaton 1.5 G, 15 kg/ha).

Los datos obtenidos se analizaron con el Programa MSTAT.

Resultados y Discusión

Los resultados de rendimiento de los genotipos en cada subparcela, se encuentran en la Fig. 1. En algunos casos se encontró diferencia en rendimiento hasta de un 35% menor para la subparcela infestada con larvas de cogollero que la de combate químico.

Según el análisis estadístico, hubo diferencias significativas al 5% entre la aplicación de productos químicos y la infestación con larvas de cogollero. No se encontró interacción significativa entre los genotipos y la infestación con cogollero o el combate químico.

La resistencia de las plantas se puede detectar en una forma directa por el rendimiento entre tratamientos (infestadas de cogollero vs. protegidas con sustancias químicas). Al observar los resultados de rendimiento es importante hacer notar que el comportamiento de los materiales Across 90390 IRW, FAW-GCA cl, híbrido experimental 3 y del Ki3/CML131 (entradas 1,3,8 y 10 respectivamente) fue muy parecido, tanto en los tratamientos infestados como en los que se realizó combate químico. Probablemente estos genotipos puedan tener potencial de resistencia porque presentaron resultados similares en ambos tratamientos. Sin embargo, es indispensable volver a observar el comportamiento para determinar la resistencia. Ortega et al. (1984) sugieren determinarlo en forma directa (rendimiento) y en forma indirecta como estimaciones visuales de los daños inflingidos a la planta (porcentaje de partes afectadas de la planta), tipo de alimentación (forma y tamaño de las lesiones) y daño simulado o real ocasionado (con observaciones sobre la cantidad y rapidez de la recuperación).

Referencias

- Andrews, K., 1989. Maíz y sorgo. In Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura, estado actual y futuro. K. Andrews y J. Quezada (Eds.). Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 623 p.
- Ortega A., S. Vasal, J. Mihm, C. Hershey. 1984. In Mejoramiento de maíz resistente a los insectos. F. Maxwell y P. Jennings (Eds.). Limusa, México. 696 p.

Cuadro 1. Genotipos de los materiales evaluados para resistencia al ataque de cogollero. EAP, El Zamorano, Honduras, 1992.

Entrada	Genotipo	Entrada	Genotipo
1	Across 90390 IRW	8	Híbrido experimental 3
2	Across 90390 IRY	9	Ki3/CML69
3	FAW-GCA cl	10	Ki3/CML131
4	SCB-GCA cl	11	CML69/CML139
5	Poza Rica 8523	12	CML69/CML67
6	Híbrido experimental 1	13	Testigo Maicito
7	Híbrido experimental 2	14	Testigo H-29

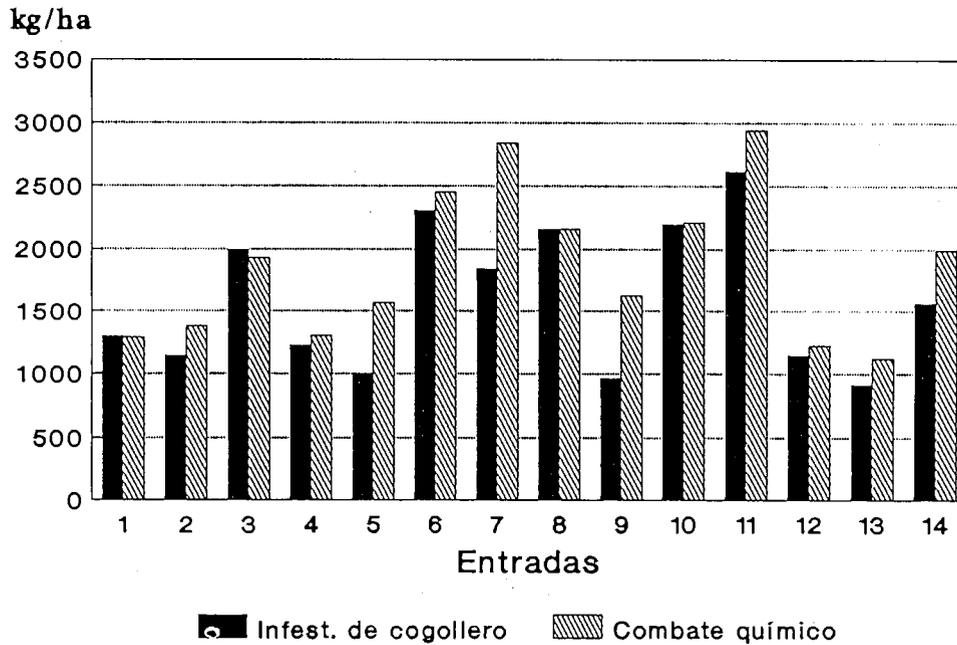


Fig. 1. Comparación de rendimiento (kg/ha) de cada genotipo bajo infestación de cogollero y combate químico.

Estimación de Heterosis en la Primera Generación de Cruzas entre Maíces Reventones y un Híbrido de Maíz Dentado Blanco¹

Rolando Pardo y Leonardo Corral²

En Honduras no se cultiva maíz reventón o de palomitas. Sin embargo, existe demanda por este producto en el mercado. Para suplir la demanda se depende de importaciones desde los Estados Unidos, con la consecuente salida de divisas del país. Según datos proporcionados por la Secretaría de Recursos Naturales, en 1988 se importaron 332 toneladas de maíz reventón a un costo total de 166,613 dólares (Sarmiento, 1991).

A pesar de que existen muchas zonas en Honduras en las que se podría cultivar maíz reventón, la falta de variedades o híbridos adaptados es la causa de que no se realice su cultivo.

Por lo general, las plantas de maíz de palomitas de materiales no adaptados presentan varios inconvenientes agronómicos que hacen que su cultivo no sea atractivo. Entre estos se pueden nombrar los siguientes: tallos débiles susceptibles al acame, baja resistencia a plagas y enfermedades, producción de hijuelos, mazorcas extremadamente pequeñas y poco llenado del grano. Por estas razones, los rendimientos del maíz reventón son más bajos que los del maíz dentado o cristalino. Aun los mejores maíces reventones presentan rendimientos equivalentes sólo a un 60 % del rendimiento de los maíces cristalinos (Alexander y Creech, 1977). Sin embargo, el precio extra que tiene el maíz reventón más que compensa por los relativamente bajos rendimientos.

Crumbaker et al. (1949) y Johnson y Eldredge (1953) sugirieron que para mejorar las características agronómicas del maíz de palomitas se puede cruzar con maíz de tipo dentado. Para recuperar las características de reviente y expansión se realizan retrocruzamientos, usando como progenitor recurrente al maíz reventón. En experimentos realizados, algunas selecciones incluso ya en la segunda generación de retrocruzamiento presentaban altos volúmenes de expansión (Johnson y Eldredge, 1953).

Por lo expuesto, y teniendo como objetivo general el desarrollo de híbridos de maíz reventón para su cultivo en Honduras, los objetivos específicos de este trabajo fueron: 1) Estimar la heterosis resultante de cruces de varios genotipos de maíz de palomitas con un maíz dentado blanco, 2) Identificar las mejores F1 para continuar el mejoramiento por retrocruzamientos.

¹ Parte de la tesis presentada por el autor principal para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

² Ex-alumno del Programa de Ingeniería Agronómica y Profesor del Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras. La EAP está ubicada a 14° de latitud norte y 87° 02' de longitud oeste. Su altitud es de 805 m sobre el nivel del mar. El Valle de El Zamorano tiene una temperatura promedio de 22°C y recibe anualmente un promedio de 1100 mm de lluvia, distribuida bimodalmente entre junio y octubre.

En 1990 se generaron 15 poblaciones F1 resultantes de cruzamientos entre poblaciones de maíz reventón con la población EAP-2 (también maíz reventón) y con el híbrido comercial de maíz dentado Dekalb B-833. Se seleccionó el maíz reventón EAP-2 como progenitor por haber presentado mayor adaptación a las condiciones de El Zamorano en pruebas anteriores. Las poblaciones de maíz reventón fueron: Yellow Pearl, Ecuatoriano, EAP-5, Robust, Toşty Rosty, EAP-2, EAP-4 y Canguil Colombia. Estos maíces reventones tienen diferentes procedencias y fueron seleccionados de los materiales del Banco de Germoplasma de la EAP por presentar algo de adaptación a las condiciones de El Zamorano.

En junio de 1991 se sembró la semilla de las 15 F1, más semilla de los progenitores masculinos y femeninos y semilla de la autopolinización EAP-2 X EAP-2. Se incluyó esta autopolinización para mantener la ortogonalidad del experimento. El ensayo se llevó a cabo con un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones o bloques. Las parcelas individuales midieron 18 m². Se sembró a una densidad equivalente de 44,000 plantas por hectárea. La fertilización consistió en el equivalente de 120 kg de N y 35 kg de P elemental por hectárea. Se realizaron dos aplicaciones de insecticidas. Una a la siembra con carbofurán para combatir plagas del suelo y la otra a los 30 días desde la siembra, con phoxim, para combatir al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Las malezas se combatieron manualmente.

De acuerdo con los registros de precipitación que se llevan en la EAP, el año de 1991 fue el más seco de los 50 años de datos. La lluvia durante el ciclo del cultivo fue de 471 mm, pero entre los 15 días antes y después de la floración fue sólo de 78.6 mm. Por esto, en agosto se realizaron tres riegos que proporcionaron aproximadamente 20 mm de agua cada uno.

Se tomaron datos de días a floración, altura de planta, número de plantas acamadas, índice de proliferación, rendimiento de grano, y volumen de expansión al reviente. La heterosis se calculó en comparación con el mejor progenitor (Hallauer y Miranda, 1981).

Resultados y Discusión

Como se observa en el Cuadro 1, los genotipos presentaron diferencias significativas para todas las variables estudiadas. En este mismo cuadro, constan algunas comparaciones planificadas de antemano. Sólo para la variable "índice de proliferación" no se encontraron diferencias estadísticas. Estos resultados se esperaban y demuestran la cantidad de variabilidad existente entre los progenitores y la generada por las cruces. Los coeficientes de

variación son aceptables, en especial si se considera que existe considerable variabilidad dentro de cada población. A pesar de las diferencias en el número de plantas acamadas, ni esta variable, ni la de índice de proliferación presentaron diferencias en heterosis.

Cuadro 1. Cuadrados medios de las variables: 1. días a floración, 2. número de plantas acamadas, 3. índice de proliferación, 4. rendimiento de grano y 5. volumen de expansión.

F.V.	G.L.	1	2	3	4	5
Bloques	3	18	0.5	0.01	308	0
Genotipos	25	153**	1.8**	0.07**	12181**	57**
Progenitores	1	537**	0.2	0.20	23760**	327**
Cruzas 1 vs.2	1	189**	5.0**	0.10	155555**	92**
Hembras vs. F1	1	180**	13.0**	0.30	72479**	201**
Error	75	15	0.6	0.01	228	2
C.V. (%)		6	28.6	9.60	23	14

En el Cuadro 2 se presentan los valores de heterosis calculados para las diferentes cruzas.

Cuadro 2. Porcentajes de heterosis, con relación al mejor progenitor, para las siguientes variables: 1. días a floración, 2. rendimiento de grano y 3. volumen de expansión.

CRUZAS	1	2	3
Yellow Pearl X B-833	74.55	86.97	74.91
Yellow Pearl X EAP-2	84.62	166.25	81.44
Ecuadoriano X B-833	88.28	118.49	144.27
Ecuadoriano X EAP-2	94.62	174.00	49.11
EAP-5 X B-833	89.01	56.26	37.76
EAP-5 X EAP-2	93.19	107.91	79.37
Robust X B-833	86.08	81.89	54.99
Robust X EAP-2	86.36	59.69	87.66
Tosty Rosty X B-833	93.41	101.91	64.59
Tosty Rosty X EAP-2	88.17	48.71	147.76
EAP-4 X B-833	84.98	129.76	57.05
EAP-4 X EAP-2	96.06	110.98	71.30
Canguil Colombia X B-833	92.31	90.23	49.71
Canguil Colombia X EAP-2	103.23	16.41	67.47
EAP-2 X B-833	91.03	101.20	112.95
DMS (0.05)	8.53	21.82	30.65

La heterosis fue significativa para las variables días a floración, rendimiento de grano y volumen de expansión. Para días a floración se calculó la heterosis con relación al progenitor más tardío. Se puede ver que en general las cruzas fueron más precoces. Esto indica que se podría desarrollar líneas puras, y posteriormente híbridos de maíz reventón, que presenten ciclos de vida más cortos. Es interesante notar que en todos los casos, excepto uno, las F1 más precoces resultaron de las cruzas con B-833.

Para rendimiento las estimaciones de heterosis fueron muy variables, por ser ésta una característica influenciada por muchos genes. Los valores más altos de heterosis para rendimiento se generaron en las cruzas de Yellow Pearl y Ecuatoriano por EAP-2. Esto claramente se debió a que el progenitor maíz dentado B-833 presentó rendimientos más altos y fue el mejor progenitor en las cruzas que intervino. En general, las F1 resultantes de las cruzas con B-833 presentaron mejores características agronómicas. Para estimar la heterosis de la variable "volumen de expansión" se usó en todos los casos como comparación el volumen de expansión del progenitor de maíz reventón. Las cruzas Tosty Rosty X EAP-2 y Ecuatoriano X B-833 presentaron los volúmenes más altos de expansión. Esto demuestra que a partir de cruzas de maíz reventón con otros tipos de maíz es posible recuperar esta característica de calidad.

Se recomienda continuar con cruzas regresivas a maíz reventón y selección de individuos con base en tipo de planta, rendimiento y volumen de expansión.

Referencias

- Alexander, D.E. and R. G. Creech. 1977. Breeding special industrial and nutritional types. In: Corn and corn improvement. G.F. Sprague (Ed.). ASA, Inc. Wisconsin, USA. 774 p.
- Crumbaker, D. E., I.J. Johnson and J. C. Eldredge. 1949. Inheritance of popping volume and associated characters in crosses between popcorn and dent corn. Agronomy Journal 41: 207-212.
- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda, Fo. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. 468 p.
- Johnson I. J. and J. C. Eldredge. 1953. Performance of recovered popcorn inbred lines derived from outcrosses to dent corn. Agronomy Journal 45: 105-110.
- Sarmiento, J. N. 1991. Presencia del gene inhibidor de la fecundación por polen foráneo en poblaciones de maíz reventón. Tesis, Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Capacidad de Reviente en Generaciones Tempranas de Autopolinizaciones en Maíz Reventón

Ramiro Romero y Leonardo Corral¹

En el desarrollo de variedades o híbridos de maíz reventón es importante considerar no sólo las características agronómicas de la planta sino también la calidad del grano.

La calidad del grano en el maíz reventón se mide por el volumen de expansión. Este es el criterio más usado tanto en el comercio como en el desarrollo de nuevas variedades (Brunson, 1958). El maíz reventón generalmente se compra por peso y se vende por volumen. En el proceso de reviente el grano de variedades comerciales crece entre 20 y 30 veces (Hoseney et al., 1983).

Las características de reviente están dadas por el tipo de almidón en el endosperma. El endosperma en los maíces reventones es de tipo duro, cristalino-córneo, en el que los gránulos de almidón están encajados en formas poliédricas compactas dentro de una matriz más o menos gruesa de proteína. Este es un material coloidal elástico que limita y resiste la presión de vapor generada dentro de los gránulos hasta que alcanza una fuerza explosiva (Watson, 1987).

Además de las características estructurales (genéticas) del grano, otros aspectos afectan también el volumen de expansión. Entre estos se nombran: heladas, sequías, temperaturas muy altas durante el llenado del grano, plagas y enfermedades, humedad del grano a la cosecha y al desgrane y características del secado. Alexander (1988) señala que humedades del grano mayores de 18% y menores de 15% al momento de la cosecha reducen el volumen de expansión. Un secamiento muy rápido del grano es también perjudicial para el reviente ya que produce fisuras del pericarpio que permiten el escape de la presión interna.

La humedad ideal del grano para el reviente está entre 13% y 14.5%. Si el grano está muy seco se forma muy poca presión interna y si está muy húmedo el pericarpio se ablanda y deja escapar presión. El reviente se produce por acción del calor. Las moléculas de agua en los gránulos de almidón ganan energía y aumenta la presión interna en el grano. A una temperatura de 177° C la presión es de 9.0 kg/cm². Alrededor de este momento se produce la explosión de los granos (Hoseney et al., 1983).

Para mejorar las características agronómicas del maíz reventón se acostumbra cruzarlo con maíz dentado o cristalino. Esto claramente reduce el volumen de expansión. Sin embargo, se recuperan las buenas características de reviente mediante retrocruzas en las que se usa el progenitor reventón como recurrente. También, como indican Johnson y Eldredge (1953), es posible mediante selección de materiales segregantes a partir de cruzas con maíz dentado y autopolinización de éstos, recuperar las buenas características de reviente.

¹ Estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica y Profesor del Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Debido a que como resultado de las autopolinizaciones se dispone de muy poca semilla para las pruebas de reviente, se puede permitir la polinización libre de plantas para obtener suficiente semilla para las pruebas. De acuerdo con Lyster (1942), el efecto xenia (efecto del polen sobre las características inmediatas del grano) se manifiesta relativamente poco en la capacidad de reviente.

En este experimento se tuvo como objetivos: 1) Comparar la capacidad de reviente de progenitores reventones, poblaciones F1 de cruza entre reventones y un maíz dentado y segregantes de autopolinizaciones de las F1 y 2) Identificar los mejores segregantes para futuros trabajos.

Materiales y Métodos

Para parte de los análisis de este trabajo se usaron las determinaciones del volumen de expansión de ocho progenitores de maíz reventón y de sus F1 resultantes de cruza con el maíz dentado B-833 y el reventón EAP-2. Estos datos corresponden a trabajos realizados en 1991 (Pardo, 1992).

Como una actividad adicional en el ensayo de Pardo (1992), se efectuaron autopolinizaciones en las plantas F1. La semilla S1 de estas autopolinizaciones se sembró en el verano de 1991, se seleccionaron segregantes dentro de algunas S1 por tipo de planta y se volvieron a autopolinizar. Parte de la semilla S2 se sembró en junio de 1992 y se permitió que las plantas se polinizaran libremente para disponer de suficiente grano para las evaluaciones.

Se seleccionaron las mejores plantas y mazorcas tipo reventón de la descendencia de la S2 y se efectuaron las pruebas de volumen de expansión.

Para el análisis estadístico de los volúmenes de expansión de la descendencia de la S2 se empleó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial, en el que se tuvo ocho progenitores femeninos reventones y dos progenitores masculinos (un dentado, B-833 y un reventón, EAP-2). El número de repeticiones se igualó a dos en todos los casos. Las medias de las poblaciones y progenitores se compararon mediante un análisis en dos direcciones. El grano cosechado se secó al sol y para las pruebas de reviente se trató de que la humedad del grano estuviera entre 13 y 14 %. Sin embargo, aun al secar al sol se pudo observar fisuras en el pericarpio, en algunos casos.

Para las determinaciones del volumen de expansión se procedió de la siguiente manera: 1) En una probeta de 100 ml se midió el volumen de una muestra de 100 granos de maíz reventón. 2) En una olla de teflón se calentó una cantidad de aceite vegetal equivalente al 15 % del volumen del grano. 3) En el recipiente, cuando caliente, se colocaron los 100 granos por un período máximo de dos minutos. 4) El volumen del grano reventado se midió en una probeta de 500 ml. 5) El volumen de expansión se calculó dividiendo el volumen del grano reventado para el del grano antes de reventar.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presenta el análisis de varianza del volumen de expansión de los materiales descendientes de la segunda generación (S2) de autopolinización.

Cuadro 1. Análisis de varianza de la variable volumen de expansión de la descendencia de diferentes S2.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	Prob.
Madres (M)	99.36	7	14.20	31.0**	0.0000
Padres (P)	8.65	1	8.65	18.9**	0.0005
M X P	43.07	7	6.15	13.5**	0.0000
Error	7.32	16	0.46		

C.V. = 9.81 %.

Por la interacción altamente significativa se deduce que los volúmenes de expansión en la descendencia de la S2 no siguieron un patrón fijo. Pudo esperarse que las progenies de autopolinización de las cruzas con EAP-2 presentaran mayores volúmenes de expansión que las de las cruzas con B-833, pero esto no se observó. Se puede inferir entonces que la selección de plantas con mazorcas tipo reventón con granos pequeños y brillantes fue igualmente efectiva para los dos grupos.

Se puede observar que el análisis del Cuadro 1 corresponde al Diseño II de Comstock y Robinson (Hallauer y Miranda, 1981). La interacción entre progenitores masculinos y femeninos es una medida de la varianza dominante, o efectos dominantes en modelos fijos. Sin embargo, después de dos generaciones de autopolinización se espera que la varianza dominante se reduzca en un 75%. La presencia de una interacción altamente significativa indica que esto no ocurrió. Este resultado probablemente se debe a que al seleccionar las mejores plantas se mantuvieron las combinaciones genéticas relacionadas con la varianza dominante.

En el Cuadro 2 se presentan las medias del volumen de expansión de los progenitores, de las F1 y de las descendencias de la S2. Como se puede observar en el Cuadro 2, el promedio del volumen de expansión de los progenitores fue superior al de las otras poblaciones. Las cruzas con EAP-2 tendieron a producir segregantes superiores, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Algunos segregantes promisorios se generaron de Canguil Colombia, Tosty Rosty y autopolinizaciones de EAP-2. Estos además, presentaron buena textura de grano y sabor, aunque estas variables no se cuantificaron.

El coeficiente de variación resultó demasiado alto, lo que posiblemente se debió a que con el equipo disponible no se pudo controlar la temperatura para el reviente en forma adecuada. En general, los volúmenes de expansión encontrados fueron inferiores a los que informa la literatura (sobre 25 volúmenes). Esto señala que se puede mejorar en el manejo de la técnica de reviente, en el

acondicionamiento del grano y en la acumulación de mejores genes para volumen de expansión.

Cuadro 2. Medias del volumen de expansión de los progenitores femeninos, F1 (X B-833), F1 (X EAP-2) y descendencia de la S2.

Nombre	Progen.	F1	F1	Desc.S2	Desc.S2
	Femenino	X B-833	X EAP-2	X B-833	X EAP-2
Yellow Pearl	13.70	10.30	11.20	7.51	7.04
Cang. Colombia	15.50	9.10	4.40	6.75	9.57
EAP-5	14.00	5.20	11.10	5.67	4.88
Robust	15.50	7.80	12.60	8.25	7.68
Tosty Rosty	9.75	7.00	16.10	10.00	7.86
EAP-2	9.35	9.70	7.80	6.19	10.00
EAP-4	14.00	7.90	9.90	3.81	8.58
Ecuatoriano	7.10	9.40	12.80	2.80	3.71
Medias	12.36	8.30	10.74	6.37	7.42
C.V. = 30.01 % , DMS (0.05) = 2.78					

Se recomienda: 1) continuar con los trabajos de mejoramiento de maíz reventón, incluyendo la realización de retrocruzas hacia los progenitores femeninos y 2) mejorar las técnicas de acondicionamiento y reviente del grano para una selección más efectiva.

Referencias

- Alexander, D.E. 1988. Breeding special nutritional and industrial types. In: Corn and corn improvement. Third Edition. G. F. Sprague and J.W. Dudley, (Eds.). ASA, WI. pp. 869-880.
- Brunson, A.M. 1958. Popcorn. United States Department of Agriculture. Farmers' Bull. No. 1679. 17 p.
- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press. Ames, Iowa 468 p.
- Hoseney, R.C., K. Zelenak and A. Abdelrahman. 1983. Mechanism of popcorn popping. Jour. of Cereal Science, 1: 43-52.
- Johnson, I.J. and J.C. Eldredge. 1953. Performance of recovered popcorn inbred lines derived from outcrosses to dent corn. Agronomy Journal, 45: 105-110.
- Lyerly, P.J. 1942. Some genetic and morphologic characters affecting the popping expansion of popcorn. Journal of The American Society of Agronomy, 1: 986-999.
- Sarmiento, J.N. 1991. Presencia del gene inhibidor de la fecundación por polen foráneo en poblaciones de maíz reventón. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- Watson, S. A. 1987. Structure and Composition. In Corn: chemistry and technology. S. A. Watson and P.E. Ramstad, (Eds.). American Association of Cereal Chemist. Minn. p. 53-82.

Rebote de la Variedad de Arroz Oryzica-3 en Respuesta a Diferentes Dosis de Nitrógeno y dos Métodos de Aplicación

Leonardo Corral, Oscar Díaz y Ramiro Romero¹

De acuerdo con De Datta (1986), el arroz constituye la base de la dieta diaria de más de tres mil millones de habitantes del tercer mundo. A pesar de que es el cultivo más importante de la región tropical, en Honduras la cantidad que se produce es baja y aporta únicamente un promedio de 55 calorías diarias por persona.

La producción total de arroz en cáscara en Honduras, de acuerdo con el anuario de la FAO (1990), fue de 44,000 toneladas en 1989. Esta producción se obtuvo en 18,000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 2.4 t/ha. Este rendimiento promedio es el más bajo de Centroamérica y se debe a varias causas relacionadas con el manejo agronómico, el uso de variedades obsoletas y de semilla de baja calidad.

Si se consideran los volúmenes de producción de granos básicos, el arroz es el cuarto cultivo en importancia en Honduras. Sin embargo, el rendimiento que se obtiene con el arroz es 1.6 veces mayor que el del maíz, 2.6 veces mayor que el del sorgo y 3.1 veces mayor que el del frijol.

En Honduras, como en otros países latinoamericanos existe enorme presión sobre el recurso tierra. Esto determina la necesidad de efectuar cultivos en zonas no aptas y propensas a la erosión, con el consiguiente daño al ambiente. Por lo señalado se considera que si se incrementaran los rendimientos del arroz en Honduras y la demanda permaneciera constante, se podría disminuir el área sembrada y dedicarla a otros cultivos.

Una de las características del arroz, que no se aprovecha en mayor escala en Honduras y otros países latinoamericanos, es la capacidad de producir un segundo cultivo (rebrote o soca). Krishnamurthy (1988) señala que en algunas condiciones el rebrote puede rendir incluso más que el cultivo principal. Suárez et al. (1990), en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, encontraron que la variedad Cica-8 no produce rebrote. En cambio, la variedad Cuyamel 3820 produjo en la soca hasta un 30 % del cultivo principal.

La literatura señala que existe gran variabilidad genética en la capacidad de rebrote del arroz. Esta capacidad está relacionada con aspectos morfológicos y fisiológicos de la planta, el manejo agronómico y la duración del ciclo de vida. La provisión adecuada de nitrógeno es esencial para el desarrollo de la soca. Variedades con ciclos de vida intermedios (alrededor de 120 días) responden mejor a las aplicaciones de fertilizante nitrogenado y producen más en la soca que variedades muy precoces (Krishnamurthy, 1988; Vergara et al., 1988; Ichii, 1988). Las variedades de ciclos de vida cortos e intermedios, en comparación con las de ciclo largo, pueden escapar condiciones de sequía, que afecten al cultivo

¹ Profesor, Instructor y Estudiante en el Programa de Ingeniería Agronómica, respectivamente, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

principal y a la soca.

Los objetivos de este experimento fueron: 1) estudiar el efecto de dosis de nitrógeno en el rendimiento del rebrote o soca y 2) comparar dos métodos de aplicación de nitrógeno a la soca.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la cabecera de la Vega 2 de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). La EAP está ubicada a 14 grados de latitud norte y a una altitud de 805 m sobre el nivel del mar. La distribución de lluvias es bimodal, con picos en junio y septiembre. Una estación seca (verano) se presenta de noviembre a mayo. La precipitación anual es alrededor de 1100 mm y la temperatura promedio 22 grados centígrados.

En agosto de 1991 se sembró la variedad Oryzica-3 proveniente de Colombia, en surcos separados a 20 cm. Se escogió esta variedad porque tiene diferentes genes para resistencia a piricularia que CICA-8 y en evaluaciones realizadas en la EAP desde 1989 su rendimiento ha sido comparable a CICA-8. Esto, en ausencia de niveles altos de infección de piricularia.

El cultivo principal se fertilizó con el equivalente de 120 kg de N y 35 kg de P elemental por hectárea. La siembra se realizó en seco, pero el terreno se inundó a los 20 días después de la siembra. El lote se mantuvo inundado durante todo el ciclo del cultivo, excepto para la segunda aplicación de N que se realizó el 23 de octubre. Las malezas se controlaron adecuadamente en forma manual.

El cultivo principal entró a floración a los 87 días desde la siembra y se cosechó el 6 de febrero de 1992. El rendimiento del cultivo principal fue de 2960 kg/ha. La cosecha se realizó en tal forma para dejar un rastrojo de alrededor de 12-15 cm de alto. Inmediatamente de la cosecha se trazaron las parcelas, se aplicaron los tratamientos y se inundó el campo. Se trató de mantener el campo inundado durante todo el ciclo de la soca, excepto para la aplicación de N a los 20 días de inicio de la soca.

El experimento se condujo en cuatro bloques al azar. Los tratamientos fueron los siguientes: 1) 0 kg de N/ha (testigo), 2) 50 kg de N/ha al inicio de la soca, 3) 50 kg de N/ha divididos en partes iguales al inicio de la soca y a los 20 días, 4) 100 kg de N/ha al inicio de la soca y 5) 100 kg de N/ha divididos en partes iguales al inicio de la soca y a los 20 días. En el análisis se realizaron las siguientes comparaciones ortogonales: 1) testigo vs. nitrógeno, 2) 50 kg de N vs. 100 kg de N, 3) 50 kg de N en una aplicación vs. 50 kg de N en dos aplicaciones y 4) 100 kg de N en una aplicación vs. 100 kg de N en dos aplicaciones. El tamaño de las parcelas fue de 15 m².

Resultados y Discusión

La soca floreció a los 30 días y estuvo lista para la cosecha a los 70 días. Es decir que se puede obtener una nueva cosecha más o menos en la mitad del tiempo del cultivo principal.

El análisis de varianza de la variable rendimiento se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de varianza del rendimiento de la soca bajo el efecto de dosis de N y método de aplicación.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	Prob.
Bloques	216913	3	72304	1.05	
Testigo vs. N	649442	1	649442	9.43**	0.01
50 kg vs. 100 kg	41518	1	41518	0.60	
Una vs. dos aplic. (50 kg)	27753	1	27753	0.40	
Una vs. dos aplic. (100 kg)	11355	1	11355	0.16	
Error	826126	12	68844		

C.V. = 20.9 %.

Unicamente se detectaron diferencias altamente significativas entre el testigo y los tratamientos que recibieron nitrógeno. No hubo diferencias estadísticas en el rendimiento cuando se aplicó 50 ó 100 kg de N/ha. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre realizar una o dos aplicaciones de nitrógeno. Posiblemente por la brevedad del ciclo de vida de la soca la cantidad de 50 kg de N/ha fue suficiente para el desarrollo del rebrote. Se esperaba que al realizar dos aplicaciones de nitrógeno espaciadas 20 días, la absorción de este elemento por la planta iba a ser más eficiente. Sin embargo, esto no ocurrió.

En el Cuadro 2 se presentan las medias por tratamiento y el porcentaje de rendimiento con relación al cultivo principal.

Cuadro 2. Medias de rendimiento en kg de grano por hectárea y porcentaje de rendimiento con relación al cultivo principal.

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Porcentaje del cultivo principal
1. Testigo (0 kg N)	893	30
2. 50 kg N	1350	46
3. 25 - 25 kg N	1233	42
4. 100 kg N	1356	46
5. 50 - 50 kg N	1432	48

En las condiciones de este experimento, la soca rindió en promedio un 42 % de lo que rindió el cultivo principal. Estos resultados coinciden con lo que se informa en la literatura.

En la producción de la soca los costos son menores a los del cultivo principal. Para la soca no hace falta preparar el suelo ni

sembrar, no se requiere de semilla y las cantidades de fertilizante y agua necesarias son inferiores. Además, el tiempo en el que se obtiene la soca es alrededor de la mitad del que se requiere para el cultivo principal.

Las limitaciones mayores para la práctica de la soca son la disponibilidad de agua y la identificación de genotipos que presenten buenos rendimientos. Sin estas limitaciones, la práctica de la soca podría ser una buena alternativa para incrementar los rendimientos de arroz. De acuerdo con los resultados de este experimento la variedad Oryzica-3 ofrece esta alternativa.

Referencias

- De Datta, S.K. 1986. Producción de arroz, fundamentos y prácticas. Editorial Limusa, Méjico, Méjico. 690 p.
- FAO, 1990. Anuario FAO de producción 1989. Colección FAO. Estadística No. 43. Roma, Italia.
- Ichii, M. 1988. Some factors influencing the growth of rice ratoon. In: Rice ratooning. IRRI. Los Baños, Filipinas. pp. 41-46.
- Krishnamurthy, K. 1988. Rice ratooning as an alternative to double cropping in tropical Asia. In: Rice ratooning. IRRI. Los Baños, Filipinas. pp. 3-29.
- Vergara, B. S., F. S. López y J. S. Chauhan. 1988. Morphology and physiology of ratoon rice. In: Rice ratooning. IRRI. Los Baños, Filipinas.
- Suárez, G., L. Corral, M. Rodríguez y D. Moreira. 1991. Rendimiento del rebrote de arroz en respuesta a diferentes tratamientos aplicados al cultivo principal. Memorias, XXXVII Reunión Anual del PCCMCA. Panamá, Panamá.

Comportamiento Agronómico del Triticale en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano

Leonardo Corral, Ramiro Romero y Oscar Díaz¹

El triticale (X *Triticosecale* Wittmack) es una nueva planta resultante de la cruz entre dos miembros de la tribu Triticeae: el trigo y el centeno.

Por muchos años el triticale no pasó de ser una curiosidad botánica. Las perspectivas de cultivo de esta planta no eran altas por varios inconvenientes agronómicos que presentaba. Entre estos se pueden anotar los siguientes: altura excesiva de las plantas, tallos débiles y propensos al acame, diferentes grados de esterilidad, grano arrugado y de bajo peso hectolítrico, susceptibilidad a varias enfermedades y rendimientos bajos (Varughese, 1987). Sin embargo, gracias a trabajos de mejoramiento genético, muchos de los inconvenientes del triticale han sido superados y actualmente puede ser considerado como un nuevo cultivo con gran potencial en áreas marginales (Skovmand *et al.*, 1984).

De acuerdo con informes recientes, el triticale presenta rendimientos comparables al trigo en buenos ambientes, pero por lo general lo supera en ambientes pobres. Zillinsky (1985) informa de triticales que han alcanzado rendimientos de hasta 8.0 t/ha. En otras pruebas a través de 71 localidades en 1978, el rendimiento promedio del triticale Mapache fue de 4.2 t/ha, mientras que el rendimiento promedio del mejor trigo fue de 4.0 t/ha (Zillinsky, 1985).

La buena adaptación del triticale a suelos ácidos y de baja fertilidad, ha determinado que actualmente se cultive más de un millón de hectáreas en varios países, principalmente Polonia, Rusia, Francia y Brasil. En zonas tropicales y subtropicales de países del tercer mundo, en especial sobre los 800 m de altitud, el triticale ha demostrado tener buen potencial y de hecho se cultiva en algunas de estas zonas (National Research Council, 1987). Por los múltiples usos que tiene el triticale se espera que su cultivo se extienda a más áreas. El triticale puede usarse en lo siguiente: elaboración de pan (solo o en mezclas con harina de trigo), galletas, tortas, tortillas y cereales para el desayuno.

El grano también se emplea en la alimentación animal y hay variedades forrajeras. El triticale tiene mayor contenido de lisina, y en general mayor valor nutritivo que el trigo y el maíz, y puede reemplazar con ventaja a otros granos en dietas de animales monogástricos (Erickson y Elliot, 1985).

En la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, se han evaluado líneas de triticale en años anteriores. Sin embargo, como las siembras se efectuaban en "la primera" en junio, la humedad excesiva afectaba el desarrollo, floración y cosecha de las plantas. Moreira (1988) informa rendimientos máximos en esas condiciones de 744 kg/ha. Además, el deficiente llenado del grano

¹ Profesor, estudiante de Ingeniería Agronómica e Instructor del Departamento de Agronomía, respectivamente, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

afectó la calidad de panificación. Los pesos hectolítricos que se determinaron en triticales sembrados en junio fluctuaban entre 54 y 57 kg. Por lo contrario, la literatura informa de pesos de hasta 78 kg en triticales (National Research Council, 1987).

Por lo expuesto, los objetivos del presente trabajo fueron: 1) evaluar el comportamiento agronómico de 38 líneas y variedades de triticales en el verano y 2) seleccionar los mejores materiales para futuras pruebas.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la zona de Colindres del Departamento de Agronomía de la EAP. La EAP está ubicada a 14° de latitud norte y su altitud es de 805 m sobre el nivel del mar. La siembra de 38 genotipos de triticales y del trigo Genaro-81 como testigo se efectuó el 14 de noviembre de 1991. Estos materiales se recibieron del CIMMYT y corresponden al 23 Vivero Internacional de Rendimiento de Triticales. La cosecha se realizó entre el 12 y el 13 de marzo de 1992.

Para el combate de insectos del suelo se aplicó el equivalente de 10 kg/ha de carbofuran. Las parcelas se fertilizaron con el equivalente de 100 kg de N/ha y 30 kg de P/ha. El N se puso en dos aplicaciones: a la siembra y a los 30 días. Las malezas se combatieron manualmente.

En el ciclo del cultivo se registró una precipitación de 34 mm, por lo que se realizaron riegos cada 15 días para suplir un total de 450 mm de agua.

Se empleó un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Las parcelas consistieron de cuatro surcos de 3 m de largo y separados a 0.25 m. Se registraron datos de las siguientes variables: días a floración, altura de planta, porcentaje de acame, rendimiento de grano y peso de 100 granos. Se obtuvo también el peso hectolítrico de algunos materiales. Por último se efectuó una prueba de panificación con mezclas de grano. Los datos se analizaron con el programa para microcomputadoras MSTAT.

Resultados y Discusión

Se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre los genotipos para las variables días a floración, porcentaje de acame, rendimiento de grano y peso de 100 granos. El comportamiento del testigo, el trigo Genaro-81, fue similar al de los mejores triticales. Las medias para cada genotipo, los coeficientes de variación y el valor de la Diferencia Mínima Significativa (DMS 0.05), se presentan en el Cuadro 1. El elevado coeficiente de variación en el porcentaje de acame hace difícil concluir sobre diferencias reales entre genotipos para esta variable.

La gran media para días a floración fue de 66 días, para altura de planta 88 cm, para rendimiento 2692 kg/ha y para peso de 100 granos 4.1 g. Moreira (1988), con genotipos similares pero en siembra de primera, encontró medias de 48 días para floración, 71 cm para altura de planta, 515 kg/ha para rendimiento y 2.5 g para peso de

100 granos.

A pesar de que uno de los objetivos del mejoramiento del triticale ha sido el desarrollar materiales insensibles al fotoperíodo, los resultados anteriores parecen indicar que los genotipos empleados presentan todavía algo de sensibilidad.

El trigo y el centeno son plantas originalmente de días largos, así como su descendiente el triticale. En siembras de primera, a finales de junio, la planta se desarrolla en condiciones de días que se acortan progresivamente en el hemisferio norte. Esto determina que las plantas reciban tempranamente el estímulo lumínico para entrar en la fase reproductiva, lo que causa un escaso crecimiento vegetativo y consecuentemente bajos rendimientos. Se podría concluir que es la duración del día y no la humedad de la época de siembra lo que afecta el comportamiento de la planta de triticale en el Valle de El Zamorano.

Por ser un cultivo en una nueva zona no se encontraron enfermedades. Sin embargo, se detectó daño causado por el barrenador del tallo *Diatraea saccharalis*.

Se determinó el peso hectolítrico de los cinco genotipos de triticale que presentaron el mayor rendimiento y el promedio fue de 75 kg. Este valor indica el potencial de rendimiento de harina y aunque es todavía inferior al de los mejores trigos señala un avance muy significativo con relación a los triticales de hace algunos años.

En la prueba de panificación que se realizó con 35 % de harina de triticale y 65 % de harina de trigo, el pan resultó de excelente calidad. El 80 % de las personas entrevistadas concluyó que la apariencia, textura y sabor del pan con triticale era superior a la del pan con sólo trigo.

Con base en los resultados obtenidos y la apariencia de las plantas en el campo, se seleccionaron los siguientes genotipos: Tesmo 1/mus 603, Bagal 3, Bat/rhino 3, y Bgl/cin//mus/te. Estos materiales entraron a pruebas de rendimiento que se sembraron a fines de 1992. De estos se seleccionarán uno o dos para siembras comerciales a fines de 1993. Se espera así disminuir significativamente las necesidades de harina de trigo del comedor de la EAP.

Cuadro 1. Genotipos y variables estudiadas en el 23 Vivero Internacional de Rendimiento de Triticale.

VARIABLES: 1= genotipos, 2= días a floración, 3= altura de planta en cm, 4= porcentaje de acame, 5= rendimiento de grano en kg/ha, 6= peso de 100 granos en gramos.

No.	1	2	3	4	5	6
1	TESMO 1/MUS 603	74	100	9	3355.4	4.33
2	GENARO 81 BW	77	75	1	3326.0	3.25
3	BAGAL 3	68	94	11	3321.1	4.33
4	BAT/RHINO 3	72	96	5	3260.1	4.26
5	ALAMOS 83	63	81	6	3233.2	3.48
6	BGL/CIN/MUS/TE	62	74	3	3174.2	3.39
7	YAV 79/3/SNP	74	93	6	3153.1	3.89
8	KER 1	70	81	5	3054.1	3.80
9	DGO 6/PONY	58	83	7	3043.7	3.52
10	Z9/ZEBRA 31/AS	64	92	7	3026.5	4.10
11	67B876/67B164//	59	75	8	3010.5	3.44
12	FAHAD 1	67	82	7	2953.5	4.82
13	GAUR 2	65	91	10	2952.4	3.67
14	BGL/CIN//MUS/DL	63	85	15	2777.1	3.72
15	BGL/ADX//JL086	63	90	15	2752.4	4.47
16	HARE 123/TESMO	64	91	7	2732.8	4.16
17	REH/HARE	67	100	10	2726.2	3.90
18	FAHAD 8	61	90	7	2694.2	4.77
19	PIKA 5/3/EDA 4/	62	87	8	2657.2	4.10
20	CANANEA 79	55	81	6	2651.8	3.40
21	KATZE//JUP	63	87	10	2640.6	3.77
22	NIMIR 4-1	65	85	4	2638.4	3.45
23	LYNX/YOGUI	74	97	15	2628.4	4.18
24	MERINO/JLO/REH	60	88	3	2624.4	4.36
25	ASAD/5/CML/PATO	57	86	10	2588.3	4.54
26	EMS 6TA. 313A	67	102	28	2541.9	4.59
27	TESMO 8/LIRA	65	83	13	2488.3	3.74
28	LECHON/TGE	67	80	8	2474.5	3.55
29	ASAD/CIVET/LINX	57	90	18	2458.7	4.43
30	PANCHE 424/YOGU	74	84	10	2446.4	4.67
31	LASKO//DLF	67	80	4	2429.1	3.81
32	BGL/CIN/MUS/BF	78	97	15	2415.2	3.93
33	ZEBRA 31/CIVET	51	77	5	2347.8	4.38
34	ERONGA 83	69	95	22	2272.1	4.98
35	MERINO/JLO//ZEB	67	94	6	2255.4	4.30
36	ZEBRA 32/3/BGL	75	85	7	2212.9	3.88
37	FAB/DWF RYE GS	60	93	17	2076.3	4.90
38	FAHAD 9-1	65	86	22	2035.3	4.30
39	BEAGLE	75	89	40	1562.8	4.74
	DMS (5%)	5	17	14	778.4	0.48
	COEF.VAR. (%)	4	12	85	17.8	7.27

Referencias

- Erickson, J. P. and F. C. Elliot. 1985. Triticale as a replacement for other grains in swine diets. In: Triticale, CSSA Special Publication No. 9, Madison, Wisconsin. p. 41-49.
- Moreira D. 1988. Evaluación de niveles de N y densidades de siembra en cuatro genotipos de triticale. Tesis, Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- National Research Council. 1987. Triticale: A promising addition to the world's cereal grains. National Academy Press, D.C.
- Skovmand, B., P.N. Fox and R.L. Villareal. 1984. Triticale in commercial agriculture: progress and promise. *Advances in Agronomy* 37: 1-45.
- Varughese, G. 1986. Triticale: a crop for marginal environments. In: CIMMYT Research Highlights 1985. CIMMYT, México. p. 72-80.
- Zillinsky, F.J. 1985. Triticale: an update on yield, adaptation and world production. In: Triticale, CSSA Special Publication No.9, Madison, Wisconsin. p. 1-7.

Evaluación de Germoplasma de Gandul (*Cajanus cajan*) en El Zamorano, Honduras

Silvio E. Viteri y Julio C. Fuentes¹

El gandul ha sido considerado con mucho interés entre los investigadores que se dedican a la generación de tecnologías apropiadas para el pequeño agricultor. La habilidad para fijar el nitrógeno atmosférico, junto con la profundidad de raíces y la posibilidad de uso múltiple que ofrece, confieren a esta planta potencial no sólo para la recuperación y mantenimiento de la productividad del suelo, sino también para proveer alimento y leña para el agricultor o forraje para los animales. Investigaciones confirman el potencial del gandul para mejorar la producción de arroz bajo el sistema agroforestal de cultivo en callejones en áreas tropicales (Delgadillo *et al.*, 1991; Palm y Sánchez, 1989). Se ha encontrado además que el gandul es un cultivo tolerante al aluminio (Palm y Sánchez, 1989) y puede agregar al suelo hasta 10.4 t/ha de materia seca y 229 kg de nitrógeno (Carsky, 1989). Su contribución al balance del N del suelo está obviamente asociada con su capacidad de fijación de N₂, la cual depende de varios factores bióticos y abióticos del suelo (Sidhu *et al.*, 1988) y que en el trópico aún está por estudiarse.

Materiales y Métodos

Treinta accesiones de germoplasma de gandul, procedentes del ICRISAT de India, fueron evaluadas en El Zamorano, Honduras, por características que son de importancia para agroforestería. El origen y los lugares donde estos materiales han mostrado potencial se reportan en el Cuadro 1. Nótese que los materiales correspondientes a las muestras No. 1, 7, 8, 11, 18, 20, 21, 24, 26, 27, 29 y 30 están reportados como promisorios para agroforestería. La siembra se efectuó en la terraza 26 del Departamento de Agronomía, el 15 de Junio de 1992. La distancia entre surcos fue de 65 cm y la distancia entre plantas de 20 cm. Al momento de la siembra se aplicó fertilizante 18-46-0, en banda, a una dosis de 45 kg por hectárea. El diseño experimental fue el de bloques completos al azar, con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de un surco de 6 m de largo. Las variables determinadas fueron días a floración (DF), altura de planta (AP), peso de la parte aérea (PPA), peso de la raíz (PR), número de nódulos (NN) y rendimiento (RM). Excepto el RM, el resto de variables se determinaron cuando el 50% de las plantas tenían flores abiertas. Todas las mediciones se hicieron sobre 5 plantas. El peso correspondiente al RM fue ajustado al 12% de humedad.

¹ Profesor Asociado y estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Resultados y Discusión

Los resultados de la evaluación de los 30 materiales de ICRISAT se encuentran resumidos en el Cuadro 2. Los materiales difirieron significativamente por DF, AP, PFFPA, PFR y RM ($P \leq 0.01$) y por NN ($P \leq 0.05$). De acuerdo con el orden establecido por la prueba de Duncan, los materiales dentro de cada variable se clasificaron arbitrariamente en tres categorías. El nombre de cada grupo dependió de la variable; por ejemplo, para DF: tardías, intermedias y precoces. Teniendo en cuenta las condiciones de nuestros suelos, la producción de biomasa es una característica muy deseable para los fines de agroforestería en esta región. De acuerdo con la variable PFFPA, los materiales se dividieron en tres grupos. El primer grupo incluye a los materiales con la producción de hojas y tallos más alta y correspondió a las muestras No. 13, 11, 7, 2, 4, 28, 22, 6 y 16, (producción de 973, 940, 896, 847, 842, 826, 796 y 772 g/planta, respectivamente). El segundo grupo incluye a los materiales correspondientes a las muestras 26, 21, 29, 1, 8, 27, 18 y 19, cuyo rango de producción de biomasa en orden descendente fluctuó entre 755 y 619 g/planta. El tercer grupo incluye el resto de variables con una producción que va desde 598 hasta 227 g/planta. Cabe anotar que de los materiales indicados como potencialmente aptos para agroforestería tres (muestras 11, 7 y 2) quedaron ubicados en el primer, seis (muestras 26, 21, 29, 1, 8, 22) en el segundo grupo y tres (muestras 30, 24 y 20) en el tercer grupo. La muestra 13 que no figura en la lista de las promisorias para agroforestería se destacó virtualmente en todas las variables evaluadas.

La matriz de correlaciones entre las variables consideradas en la evaluación de estos materiales se presenta en el Cuadro 2. Las únicas variables correlacionadas al 1% de significancia fueron la DF x AP y PFFPA x PFR, indicando que las plantas más tardías fueron las más altas y que los materiales con el mayor PFFPA produjeron también el mayor PFR. El PFFPA se correlacionó además al 5% con NN y RM. El NN se correlacionó al 5% con PFR y AP. El RM también se correlacionó al 5% con PFR, quizá debido a una mejor absorción de agua, pero no se correlacionó con ninguna de las otras variables.

Estos resultados nos permiten recomendar que de los materiales indicados como promisorios para agroforestería, se consideren en evaluaciones posteriores los correspondientes a las muestras 11, 7, 2, 21, 29 y 1. A este grupo se deben incluir los de las muestras 13, 4 y 28, los cuales sobresalieron en producción de biomasa y en otros aspectos de importancia. El material identificado como muestra 15 es también digno de tenerse en cuenta ya que aunque figura en un lugar intermedio en casi todas las variables, fue uno de los mejores nodulados (2do. lugar) junto con la muestra 13 (más alto) y 1 (3er lugar).

Cuadro 1. Identificación, pedigrí, origen y potencial de uso de 30 materiales promisorios de gandul.

Muestra No.	Código #	Pedigrí	Origen	Potencial de Uso
1	6443	NP(WR)-15	New Delhi, India	Agroforestería
2	6920	Code No.8	Trinidad y Tobago	Promisoria en Venezuela
3	7337	ANM-16	M.P., India	Promisoria en Kenya
4	7613	Field Collection	M.P., India	Promisoria en Venezuela
5	7974	ANM-348B	A.P., India	Promisoria en Kenya
6	8006	ANM-367	Orissa, India	Promisoria en Kenya
7	8094	ANM-449	Bihar, India	Agroforestería
8	10002	JM-3492	Kerala, India	Agroforestería y promi- soria en Venezuela
9	11168	IC-SMR-SEL-7942	Icrisat	Promisoria en Kenya
10	11281	IC-SMR-SEL-8122	Icrisat	Promisoria en Kenya
11	11289	ICWR-SEL-4769	Icrisat	Agroforestería
12	11916	PR-5193	Kerala, India	Promisoria en Venezuela y Promisoria en Kenya
13	11917	PR-5194	Kerala, India	Promisoria en Kenya
14	11934	PR-5251	Tamil Nadu, India	Promisoria en Kenya
15	11981	PR-5266	Philippines	Promisoria en Venezuela y Promisoria en Kenya
16	11988	PR-5282-2	Philippines	Promisoria en Kenya
17	12069	PR-5442	Tanzania	Promisoria en Venezuela
18	12114	PR-5495	Tanzania	Promisoria en Venezuela y Agroforestería
19	12143	PR-5537	Tanzania	Promisoria en Venezuela
20	12149	PR-5543	Tanzania	Agroforestería
21	12176	SAD-462	Malawi	Agroforestería
22	12734	IC-WR SEL-8798	Icrisat	Promisoria en Kenya
23	12763	PR-5300	Philippines	Promisoria en Kenya
24	12766	PR-5304-1	Philippines	Agroforestería
25	12842	RPM-120	Mozambique	Promisoria en Kenya
26	13096	PRN-122	Kenya	Agroforestería
27	13143	PRN-227	Kenya	Agroforestería
28	13265	PRN-183-3	Kenya	Promisoria en Venezuela
29	13343	PR-6176	Malawi	Agroforestería
30	13525	PR-6350	Malawi	Agroforestería

Cuadro 2. Resultados de la evaluación de 30 materiales promisorios de gandul en El Zamorano, Honduras.

Muestra No.	DF	AP (cm)	PFPA (g/pl)	PFR (g/pl)	NN	RM (g/pl)
1	160	300	725	99	53	25
2	156	290	847	93	52	33
3	161	302	540	60	32	10
4	160	301	847	109	48	20
5	160	287	454	88	26	18
6	126	233	796	91	49	29
7	142	258	896	109	45	73
8	160	310	648	91	43	13
9	165	260	370	74	21	10
10	93	148	463	75	37	16
11	156	270	940	112	52	30
12	157	256	566	60	26	23
13	142	252	973	107	66	35
14	161	267	598	78	43	16
15	160	278	598	80	63	29
16	163	288	772	99	31	41
17	166	229	549	67	21	49
18	152	300	632	66	26	28
19	156	268	619	62	42	20
20	93	149	227	29	17	14
21	160	296	245	104	33	15
22	165	294	826	108	31	24
23	162	276	494	59	13	17
24	116	203	486	47	51	5
25	154	275	540	58	20	40
26	129	251	755	85	40	29
27	166	267	642	68	32	13
28	166	304	842	108	37	13
29	161	312	738	101	40	24
30	93	175	535	79	28	53
Signif.5%	**	**	**	**	*	**
DMS	1.38	0.33	66.3	10.2	6.6	27.3

DF = Días a floración; AP = Altura planta, PFPA = Peso fresco parte aérea
PFR = Peso fresco raíz; NN = Número de nódulos, RM = rendimiento.

Cuadro 3. Matriz de correlaciones entre las variables DF, AP, PFPA, NN y RM, evaluadas en los 30 materiales promisorios de gandul.

	DF	AP	PFPA	PFR	NN	RM
DF	-	0.8**	0.2*	0.2*	ns	ns
AP	-	-	0.5*	0.47*	0.2*	ns
PFPA	-	-	-	0.8**	0.3*	0.4*
PFR	-	-	-	-	0.4*	0.3*
NN	-	-	-	-	-	ns

*, ** y ns Significativo al 5%, 1% y no significativo, respectivamente.

Referencias

- Delgadillo, R., J. Aldonate y A. Alvarado. 1991. Situación de la agroforestería en el subtrópico húmedo de la región del Chapare, Bolivia. In T. Hot Smith, W. R. Run y F. Bertsch (Eds.), Manejo de Suelos Tropicales en Latinoamérica. Raleigh, North Carolina, USA.
- Carsky, R. J. 1989. Estimating availability of nitrogen from green manure to subsequent maize crop using a buried bag technique. Ph.D. Thesis, Cornell University, Ithaca. New York.
- Palm, CH. y P. Sánchez, 1989. Mulch quality and nitrogen cycling. In Neil Calude (Ed.), TROPSOILS-Technical Report 1986-1987. Raleigh, North Carolina, USA.
- Sidhu, B. S., R. Baruah y V. Beri. 1988. Establishment and effectiveness of added pigeonpea (*Cajanus cajan*) rhizobia in different soils of narrow abiotic variability. Biol. Fertil. Soils 6:84-88.

Selección de Asociaciones Leucaena-Rhizobium Efectivas para Mejorar la Producción de Granos Básicos en Centroamérica¹

Silvio E. Viteri, Luis A. Caballero y Julio C. Fuentes²

La leucaena es un árbol tropical nativo de América Central. Después de la conquista, los españoles la introdujeron en Las Filipinas y otras islas bajo su dominio. Su capacidad para crecer rápido, producir buena leña y forraje y además promover un mejor desarrollo de otros cultivos fue pronto reconocida por los nativos de esa región. Debido a esta serie de beneficios, algunos investigadores reportan a la leucaena como el "árbol milagroso" (Hutton, 1983). Hoy en día la leucaena esta siendo utilizada de múltiples maneras con éxito en muchas regiones tropicales. Su potencial se debe a dos aspectos importantes: 1) Su habilidad para fijar N₂ (Trinick, 1968) y 2) Su raíz principal profunda, la cual le permite obtener agua y nutrimentos de horizontes del perfil del suelo generalmente inalcanzables por otros cultivos. Estos atributos confieren a la leucaena potencial para adaptarse bien a zonas marginales de ladera y resistir sequías prolongadas (AID, 1984). Sin embargo, el potencial de las leucaenas ha sido demostrado unicamente con la *L. leucocephala*, cuyo rango de éxito está restringido a zonas con alturas menores de 500 msnm (NAS, 1980), y suelos fértiles sin problemas de acidez (Salazar et al., 1989). Desafortunadamente, los terrenos generalmente utilizadas por el pequeño agricultor para la producción de granos básicos no tienen dichas características. Debido a la erosión, los suelos en estas áreas son superficiales, bajos en fertilidad y por lo general ácidos. Este estudio plantea la hipótesis que entre el germoplasma de leucaena existen materiales con un potencial similar al de la *L. leucocephala*, que puede ser expresado bajo las condiciones de altura, clima y suelo que predominan en las laderas. Los objetivos son: 1) Seleccionar germoplasma de leucaena que se adapte bien a zonas con suelos ácidos y cuya altura fluctúe entre 500 y 1650 msnm, 2) Identificar asociaciones leucaena-*Rhizobium* para cada zona que sean efectivas en nodulación y fijación de N₂ y 3) Probar las asociaciones leucaena-*Rhizobium* mas efectivas en cada zona, por su potencial para incrementar la producción de granos básicos en sistemas agroforestales de propósito múltiple. La estrategia de trabajo se desarrollará en tres etapas, durante un período de tres años. Este reporte contiene los resultados obtenidos durante el desarrollo de la primera etapa, durante el primer año.

¹ Trabajo financiado por el Proyecto PRIAG/CEE y el Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Profesor Asociado y Asistente, y estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

Materiales y métodos

Las leucaenas seleccionadas para este proyecto fueron las especies *L. diversifolia*, *L. esculenta*, *L. guatemalensis*, *L. pulverulenta*, *L. shannoni* y los híbridos interespecíficos KX2 y KX3. Las localidades seleccionadas fueron: 1) La finca experimental Las Laderas-EAP (San Antonio de Oriente), 850 msnm, 2) Liquidambar (Morocelí), 1125 msnm, 3) El Tablón (San Antonio de Oriente), 1250 msnm, 4) Quebrada Grande (Guinope), 1580 msnm y 5) El Rincón (Tatumbla), 1560 msnm. Además de altura, estos sitios difieren por las condiciones de suelo. De cada localidad se coleccionó una cantidad de suelo suficiente para el establecimiento del vivero en la EAP y una muestra representativa de suelo para análisis químico. El suelo proveniente de cada localidad fue mezclado con compost y arena en proporción 2:1:1 y utilizado para el llenado de 600 bolsas de polietileno de 6 3/4' x 12', 100 bolsas por cada especie o híbrido. Se sembraron dos semillas de la leucaena en cada bolsa. Antes de la siembra, la semilla fue escarificada con agua caliente a 80°C, durante 3-4 min (AID, 1984). Al momento de la siembra la semilla fue inoculada con 1 ml de medio de cultivo líquido (Brewbaker, 1983). El inoculante fue preparado con la cepa de *Rhizobium* EAP 4302 (TAL 1145 procedente de NIFTAL, Hawaii), en el laboratorio de Microbiología de Suelos de la EAP. Cuatro semanas después de la germinación, se seleccionó la mejor planta en cada bolsa y se eliminó la peor. Una vez establecido el vivero, se empezó a limpiar el terreno en cada localidad y a hacer los huecos para el trasplante. El trazado se hizo de acuerdo al diseño experimental de bloques completos al azar, con 4 repeticiones. Antes del trasplante, se descartó la especie *L. guatemalensis* por presentar muy baja germinación. Al momento del trasplante las plántulas fueron fertilizadas con 10 g de 18-46-0. El trasplante se realizó durante el período del 20 de Agosto al 24 de Septiembre. En Las Laderas y El Tablón, la mejor época de lluvia ya había pasado y por lo tanto ha sido necesario aplicar riego con cierta frecuencia. Por esta razón, el vigor de crecimiento de las plantas no es el que realmente se esperaba. En Quebrada Grande, Liquidambar y El Rincón, no ha habido problema con respecto a la disponibilidad de humedad para el crecimiento de las plantas.

Resultados y Discusión

Los resultados del análisis químico indican que entre los suelos utilizados se presentan tres rangos de pH: extremadamente ácido (Las Laderas, pH 4.8), fuertemente ácido (El Rincón, pH 5.0 y el Tablón, pH 5.3) y moderadamente ácido (Quebrada Grande, pH 5.5 y Liquidambar pH 5.6). El contenido de P aprovechable (promedio 5.4 ppm) y el porcentaje de saturación de bases son bajos. El contenido de Al^{+++} en los suelos con pH menor de 5.5 es bajo (promedio 0.33 meq/100 g suelo), indicando que la mayor fuente de acidez en estos suelos es la materia orgánica, cuyo contenido fluctúa entre medio y alto (promedio 6.3%) debido a que los lotes en todas las localidades, excepto El Rincón, fueron seleccionados en terrenos de

laderas que estaban en barbecho y no bajo producción.

Aunque estaba planeado hacer evaluaciones bimestrales de varios parámetros, estimamos que dicha frecuencia de evaluación no se justifica y por lo tanto hasta la presente solo se ha tomado altura de planta a los 104 y 170 días y diámetro basal a los 170 días después del trasplante. El resto de variables se evaluarán durante la época de lluvia de 1993. La altura de planta a los 104 y 170 días aparecen en el Cuadro 1. El análisis de los resultados revelan que a los 104 días hubieron diferencias entre los materiales, en cada localidad. La especie *L. diversifolia* fue la mejor en El Rincón y una de las mejores en Las Laderas, El Tablón y Quebrada Grande. En Liquidambar, donde el suelo es moderadamente ácido (pH 5.6), la *L. diversifolia* figuró en segundo lugar, después de la *L. shannoni*. La *L. pulverulenta* que ha sido reportada como tolerante a la sequía (AID, 1984), igualó solo a la *L. diversifolia* en Quebrada Grande y fue una de las mas bajas en El Rincón y la mas baja en Liquidambar. La *L. esculenta* que junto con la *L. diversifolia* ha sido reportada como promisorias a altitudes mayores de las indicadas para la *L. leucocephala*, igualó a la *L. diversifolia* en Las Laderas (850 msnm) y Quebrada Grande (1580 msnm). En el Rincón, la localidad con la mayor altura (1650 msnm), se destacó la *L. diversifolia*, seguida del híbrido KX3 y en tercer lugar de la *L. esculenta*. El híbrido KX2 igualó a la *L. diversifolia* sólo en Las Laderas. Los resultados sobre la misma variable y el diámetro basal (Cuadro 2) tomados a los 170 confirman virtualmente estas primeras observaciones. Entre los cambios mas sobresalientes de este muestreo con respecto al primero, a los 104 días, es que las diferencias entre los materiales en El Rincón tendieron a desaparecer. En esta localidad, ahora se observan solo dos grupos en lugar de los cuatro que resultaron en el primer muestreo. El otro cambio que merece mencionarse es el hecho que el híbrido KX3 ya no se diferenció de la *L. diversifolia* en Las Laderas, Liquidambar y el El Rincón. Las menores alturas de planta en el El Tablón del segundo muestreo con respecto al primero, se deben a que la parte superior de las plantas de algunas parcelas sufrieron daño por animales, siendo necesaria para evitar diferencias, igualar la altura de plantas con tijeras en todas las parcelas.

Hasta la presente, los resultados confirman los reportes de la literatura con respecto al potencial de la *L. diversifolia* para zonas con alturas mayores a los 500 msnm y con suelos ácidos (AID, 1984). Por lo tanto, la *L. diversifolia* se destaca como la especie con el mejor potencial para la rehabilitación de la productividad del suelo en las zonas marginales de laderas, generalmente utilizadas por el pequeño agricultor para la producción de granos básicos. Sin embargo, es necesario recalcar que hasta la presente solo se han evaluado dos variables y por lo tanto esta conclusión podría variar, de acuerdo con el análisis de las otras variables que aún están por determinarse.

Cuadro 2. Diámetro basal² (cm) de cuatro especies y dos híbridos de leucaena a los 170 días después del trasplante, en cinco localidades diferentes (en las columnas, valores con distinta letra difieren significativamente al 5%).

Leucaena	Las Laderas (850 msnm)	Liquidambar (1125 msnm)	El Tablón (1250 msnm)	Quebrada Grande (1580 msnm)	El Rincón (1650 msnm)
<i>L. diversifolia</i>	0.56ab	0.48	1.07	1.03a	1.08a
<i>L. pulverulenta</i>	0.36c	0.34	0.65	0.78b	0.57c
<i>L. esculenta</i>	0.59a	0.43	1.00	0.76b	0.94ab
<i>L. shannoni</i>	0.41bc	0.50	1.06	0.63b	0.55b
Híbrido KX2	0.48abc	0.35	0.78	0.64b	0.67bc
Híbrido KX3	0.53ab	0.50	0.89	0.74b	0.86abc
Significancia	**	ns	ns	**	**

² Promedio de cuatro repeticiones, 16 plantas por repetición.

*, **, ns Significativo al 5 y 1% y no significativo, respectivamente.

Evaluación del Potencial del Frijol Abono para Incrementar la Producción de Granos Básicos¹

Silvio E. Viteri y Luis A. Caballero²

Pese a que en 1991 la fuerte sequía no nos permitió cosechar resultados de los experimentos que sobre este proyecto fueron establecidos en pequeñas fincas, en 1992 continuamos con estos esfuerzos. El objetivo principal es evaluar el frijol abono con respecto a su potencial para incrementar la producción de granos básicos, en terrenos marginales de ladera. El diseño para este experimento fue descrito por Viteri y Andino (1991). Durante 1992, el experimento fue establecido en el mismo lote y por segunda vez en la localidad de Pacayas y por primera vez en la localidad de Casitas. Este reporte contiene los resultados que se obtuvieron en estas dos localidades.

Materiales y Métodos

El experimento fue repetido por segunda vez en una finca pequeña en la región de Pacayas y por primera vez en la región de Casitas. Pacayas está localizado a una altura de 1525 nsnm. El suelo del lote donde se llevó a efecto el experimento tenía la siguiente composición química: pH 4.7; M.O. 2.59%, N(total) 0.08 %, P 5.4 ppm, K 105 ppm, Ca 547 ppm, Mg 120 ppm y Al 0.64 meq/100 g suelo. Casitas está localizado a 1200 msnm. El suelo utilizado tenía la siguiente composición química: pH 5; M.O. 4.13%, N(total) 0.06%, P 1.6 ppm, K 131 ppm, Ca 552 ppm, Mg 107 ppm y Al 0.34 meq/100 g suelo. La fecha de siembra en Pacayas fue el 4 de Junio y en Casitas el 3 de Julio de 1992. El tamaño de las parcelas en ambas localidades fue de 5x6 m. Las distancias de siembra para el maíz fueron de 90 cm entre surcos y 40 cm entre plantas, dos semillas por postura. La semilla utilizada en Pacayas fue la del agricultor y en Casitas el híbrido HV104. En los tratamientos con asociación, el frijol se sembró en el mismo sitio del maíz y entre las calles a 40 cm entre plantas, una semilla por postura. El frijol abono fue inoculado a una dosis de 5 g/kg de semilla. El inoculante fue preparado en la EAP, a base de turba, con las cepas EAP 3001, para el canavalia, EAP 3201, para el dolichos, y EAP 3401, para el terciopelo (Viteri et al., 1992). Las parcelas de maíz asociado con frijol abono fueron fertilizadas con 64.5 kg/ha de 18-46-0. En Pacayas, el control comercial fue fertilizado con 31.3 Kg de N y 80 Kg de P₂O₅ por hectárea, a la siembra, y 88.7 kg/ha de N, a los 45 días y el control regional con 52 kg/ha de 18-46-0, a la siembra y 23.9 kg/ha de N, a los 45 días. En Casitas, el control comercial recibió 31.3 kg de N y 80 kg de P₂O₅ por hectárea, a la siembra, y

¹ Trabajo auspiciado por el Proyecto Escuela Agrícola Panamericana (EAP)-República Federal de Alemania y el Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

² Profesor Asociado y Asistente de Investigación, Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

88.7 kg/ha de N, a los 62 días y el control regional con 81 kg/ha de 18-46-0, a la siembra, y 70 kg/ha de N, a los 62 días.

A la cosecha el maíz fue evaluado por peso seco de planta, número de mazorcas, peso de las mazorcas y peso del grano. El frijol abono se dejó en las parcelas hasta madurez, para que luego sirva de mulch y proteja al suelo durante la época seca. Además, en cada zona, al finalizar la época de lluvias se sembró nuevamente semilla del frijol abono respectivo en cada parcela. Esto se hizo con el fin de establecer bien la cobertura, ya que durante la primera siembra, algunos de ellos además de mostrar poco vigor de crecimiento, debido a la sequía, fueron atacados seriamente por sompopos, como fue el caso del frijol terciopelo.

Resultados y Discusión

Los resultados sobre el crecimiento y rendimiento del maíz en asociación con tres genotipos de frijol de abono, durante el segundo año en la región de Pacayas, se encuentran resumidos en el cuadro 1. El análisis estadístico de los datos no reveló diferencias entre tratamientos en ninguna de las variables estudiadas. Sin embargo, es importante anotar que el maíz en asociación con cualquiera de los tres genotipos de frijol abono, con una sola aplicación de 11.6 kg de N y 29.4 kg de P_2O_5 por hectárea, alcanzó un rendimiento que no se diferenció del obtenido en el control comercial, en el cual se aplicaron 120 kg de N y 80 kg de P_2O_5 por hectárea, respectivamente. La cantidades de N (33 kg/ha) y P_2O_5 (24 kg/ha) aplicados en el control regional no fueron muy superiores a las aplicadas en los tratamientos con asociación; sin embargo, tampoco se presentaron diferencias entre el control regional y las asociaciones. Esto indica que pese a la sequía y daño por sompopos, especialmente en el terciopelo, el frijol abono de alguna manera suministró nitrógeno para elevar el crecimiento y rendimiento del maíz al nivel de los controles.

Los resultados de la primera repetición del experimento en la región de Casitas se encuentran resumidos en el Cuadro 2. El análisis de los datos reflejó diferencias entre tratamientos al 1% con respecto al peso seco de plantas y al 5% con respecto al número y peso de mazorcas y rendimiento en grano. Como era de esperarse, debido a la fertilización, el control comercial fue superior en todas las variables evaluadas, excepto en el número de mazorcas por parcela, en el cual figuró en segundo lugar, después del control regional. El control regional igualó al control comercial, con respecto a las otras tres variables. Entre los tratamientos con frijol abono, la asociación maíz-dolichos no se diferenció del control regional en cuanto a peso seco de plantas, peso de mazorcas y producción de grano. La asociación maíz-canavalia igualó al control regional solo en cuanto a peso seco de plantas. Esta observación es importante si se tiene en cuenta que en el control regional se aplicaron 84.6 kg/ha de N y en los tratamientos con frijol abono solamente 11.5 kg/ha de N. En general el establecimiento del frijol abono fue afectado por sequía. El terciopelo además fue seriamente afectado por sompopos, por tal

razón la asociación maíz-terciopelo resultó ser la más baja en todos las variables evaluadas.

Los resultados obtenidos en la localidad de Pacayas sugieren que pese a las limitantes mencionadas, el frijol abono suplió parte del N requerido por el cultivo de maíz para crecer y producir rendimientos que fueron similares a los obtenidos en los controles. En la localidad de Casitas, en la cual se realizó el experimento por primera vez, los resultados aún no demuestran en forma clara los efectos del frijol abono sobre el crecimiento y rendimiento del maíz. Esto en gran parte se debe a la poca disponibilidad de agua en el suelo, a consecuencia de la irregularidad de las lluvias que se presentó en 1992. La falta de humedad no permite que el cultivo responda a la incorporación del frijol abono en el suelo. Estos efectos fueron más claros en la región de Lizapa en 1991 (Viteri y Andino, 1991), debido a que no se presentaron problemas de sequía. Se espera que los efectos se hagan más notorios a medida que el experimento se repita en las mismas parcelas y la disponibilidad de agua no sea un factor limitante.

Cuadro 1. Evaluación del crecimiento y rendimiento del maíz (al 13.2% de humedad) en asociación con frijol abono terciopelo, dolichos y canavalia. Pacayas, Honduras, 1992 (Segundo año).

Tratamiento	Peso seco plantas (kg/18 m ²)	Número de mazorcas (18 m ²)	Peso mazorcas (kg/18 m ²)	Peso grano (kg/ha)
Maíz-Terciopelo	7.0	53	3.3	833
Maíz-Dolichos	4.2	35	1.7	1000
Maíz-Canavalia	8.8	54	3.6	1389
Maíz-Control comercial	10.1	65	4.3	1611
Maíz-Control regional	8.5	73	3.4	1055
Significancia	ns	ns	ns	ns

Cuadro 2. Evaluación del crecimiento y rendimiento de maíz (al 12.9% de humedad) en asociación con frijol abono terciopelo, dolichos y canavalia. Casitas, Honduras, 1992 (Primer año).

Tratamiento	Peso seco plantas (kg/18 m ²)	Número de mazorcas (/18 m ²)	Peso mazorcas (kg/18 m ²)	Peso grano (kg/ha)
Maíz - Terciopelo	6.8c	23.3e	0.9c	167c
Maíz - Dolichos	10.5bc	34.4c	2.2bc	461bc
Maíz - Canavalia	10.7bc	28.0d	1.3c	239c
Maíz - control comercial	22.7a	57.0b	5.8a	1317a
Maíz - control regional	15.4ab	60.3a	5.0ab	1183b
Significancia	**	*	*	*

Referencias

- Viteri, S. E. y J. R. Andino. 1991. Evaluación del potencial del frijol abono para incrementar la producción de granos básicos. p 43-46. In: J. C. Rosas (Ed.), Informe Anual de Investigación, Vol 3, Depto. de Agronomía. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- Viteri, S. E., O. E. Cosenza y J. C. Rosas. 1992. Catálogo de cepas de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*. Depto. de Agronomía. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Evaluación del Potencial de Tres Leguminosas para Agroforestería en Terrenos de Ladera¹

Julio C. Fuentes, Silvio E. Viteri y Luis A. Caballero²

En la mayoría de las regiones de Honduras, los sistemas de producción son de subsistencia. Generalmente, las áreas destinadas a este sistema de agricultura son las laderas, las cuales presentan un grado de productividad del suelo muy bajo debido al efecto constante de la erosión. Los sistemas agroforestales han sido identificados como una alternativa de gran potencial en las estrategias de manejo para el establecimiento de agricultura sostenida en suelos tropicales (Distéfano, 1991). Estos sistemas, además de la conservación del suelo, contribuyen a la producción de biomasa, leña y madera (Frederick y Pérez, 1986). El objetivo general de este estudio a largo plazo es incrementar la producción de granos básicos en terrenos de ladera, mediante el uso de prácticas agroforestales apropiadas para el pequeño agricultor. Los objetivos específicos son: 1) evaluar el potencial en producción de biomasa de tres leguminosas y 2) evaluar el efecto de la incorporación de la biomasa producida sobre las características que determinan la productividad del suelo y la producción de granos básicos. Este reporte contiene los resultados del primer año de cultivo, después de el establecimiento de las barreras vivas.

Materiales y Métodos.

El estudio se está desarrollando en un terreno de ladera en la región de Lizapa, Depto. de Francisco Morazán, Honduras. La determinación de las prácticas de conservación de suelo se hizo utilizando la clave dicótoma, desarrollada por la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras (Frederick y Pérez, 1986). Las obras mas apropiadas resultaron ser zanjias de ladera, las cuales fueron reforzadas con barreras vivas de las leguminosas leucaena (*Leucaena leucocephala*), madreño (*Gliricidia sepium*) y gandul (*Cajanus cajan*). Las barreras vivas se sembraron al tres-bolillo, en la época de lluvias de 1991, en tramos de 9 m, a lo largo de las zanjias de ladera, a una distancia entre plantas de 50 cm. El diseño experimental fue el de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: 1) Maíz-madreño, 2) Maíz-leucaena, 3) Maíz-gandul y 4) Maíz fertilizado por el agricultor (control regional). La parcela experimental es de 9x6 m, delimitada arriba y abajo por zanjias de ladera y la barrera viva de la leguminosa respectiva. En 1991 se sembró maíz en las parcelas, pero la fuerte sequía no permitió que el cultivo se desarrolle. Antes de

¹ Trabajo auspiciado por el Proyecto Escuela Agrícola Panamericana (EAP) - República Federal de Alemania, y el Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

² Estudiante de Ingeniería Agronómica, Profesor Asociado y Asistente de Investigación, respectivamente, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

la siembra de maíz, en 1992, se hicieron dos podas a las barreras vivas y la biomasa fue incorporada con piocha en las parcelas respectivas. La preparación del suelo se hizo utilizando el método de labranza mínima continua. La siembra se realizó el 8 de Junio, a una distancia de 90 cm entre surcos y 40 cm entre plantas, dos semillas de maíz (híbrido H-29) por postura. La fertilización para todos los tratamientos fue de 45 kg/ha de 18-46-0 al momento de la siembra. El control recibió una fertilización suplementaria de 45 kg/ha de urea, 30 días después de la siembra. Durante el desarrollo del maíz, se realizó la tercera poda de las barreras y la biomasa fue agregada a ambos lados de los surcos de maíz en forma de mulch. A la cosecha del maíz, se efectuó la cuarta poda de las barreras y la biomasa se incorporó durante la preparación del terreno, para la siembra de frijol (variedad Dorado) en la época de postrera. El frijol se sembró a 8 cm entre plantas, inoculado con la cepa de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* EAP 0002 (CIAT 899). El inoculante fue preparado en el Laboratorio de Microbiología de Suelos del Departamento de Agronomía. Todos los tratamientos fueron fertilizados con 20 kg/ha de N y 51 kg/ha de P_2O_5 , en base a 18-46-0, al momento de la siembra. El control fue suplementado con 45 kg/ha de urea, a los 50 días. Las variables evaluadas fueron producción de biomasa en las barreras vivas, peso fresco y seco de plantas en el maíz y número y peso seco nódulos, peso fresco planta y rendimiento en el frijol. La fertilidad del suelo se monitoreó al inicio del experimento y antes de la primera y segunda siembra.

Resultados y Discusión

Los resultados de la producción de biomasa en las barreras vivas, se encuentran resumidos en la Fig. 1. El análisis de los datos reveló una interacción significativa ($P < 0.01$) leguminosa X tiempo de poda, indicando que la cantidad de biomasa producida en un tiempo determinado depende del género de la leguminosa. El madreaje fue muy superior al gandul y leucaena, especialmente en la segunda y tercera poda. La máxima producción se obtuvo en la tercera poda (26.1 kg/18 m de barrera viva), justo en la época de lluvia. La diferencia entre el gandul y a la leucaena fue muy pequeña y ambos siguieron la misma tendencia en crecimiento. Hasta la cuarta poda, el madreaje produjo aproximadamente 3 veces más biomasa que el gandul y 5 veces más que la leucaena. Los efectos de la biomasa, incorporada y adicionada en forma de mulch al suelo, sobre el peso fresco y seco de las plantas de maíz, se encuentran resumidos en el Cuadro 1. No se encontraron diferencias en cuanto a estas dos variables entre tratamientos, ni entre tratamientos y el control, pese a que el control recibió una fertilización suplementaria de 45 kg/ha de urea. Las condiciones pobres del suelo, en cuanto a su capacidad de absorción y retención de agua, y la mala distribución de las lluvias no permitieron que el cultivo se desarrolle hasta la madurez fisiológica. Sin embargo, en este año su desarrollo fue mucho mejor que en 1991, año en el cual, el cultivo debido a la sequía alcanzó un nivel de desarrollo del cual no se pudo tomar ningún dato.

Los resultados obtenidos del frijol en la postrera, se encuentran resumidos en el Cuadro 2. Los efectos residuales y la incorporación de la biomasa producida en la cuarta poda, mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) solo en cuanto a peso seco de plantas y rendimiento. Los tratamientos con madreaje y leucaena igualaron al control regional. Los resultados más bajos se obtuvieron con el gandul.

El Cuadro 3 contiene los resultados del monitoreo de la fertilidad del suelo bajo este sistema agroforestal. Los cambios de pH y materia orgánica son muy leves. El N total y P muestran un aumento en todos los tratamientos, incluyendo el control. El incremento del N es ligero, pero el del P es considerable. El incremento del P representa una acumulación del fertilizante 18-46-0, aplicado en las siembras anteriores. Debido a la sequía, el desarrollo de los cultivos fue pobre y por lo tanto los nutrimentos del fertilizante, especialmente el P, se acumularon en el suelo en lugar de ser utilizados. En el caso del N, es posible que su incremento no se deba enteramente a este fenómeno y que parte de éste provenga de la biomasa incorporada o aplicada en forma de mulch en los tratamientos. El incremento de N en el control, el cual fue suplementado con 45 kg/ha de urea en cada siembra, es similar al observado en los tratamientos. Por otro lado, los contenidos de K, Ca y Mg muestran una reducción con relación a su contenido inicial. Sin embargo, el tercer análisis, indica que dichos valores tienden a mejorar o al menos a mantenerse constantes. Estos resultados nos permiten concluir que entre las leguminosas estudiadas, el madreaje muestra el mejor potencial para el establecimiento de sistemas agroforestales de propósito múltiple.

Según observaciones visuales realizadas en Febrero 1993, pese a la sequía, el madreaje sigue siendo el mejor y la leucaena está mejor establecida que el gandul. El efecto de la biomasa sobre las características del suelo y la producción de granos básicos aún no se ha podido dilucidar en forma clara, especialmente debido a la sequía, que no permitió un buen desarrollo de los cultivos. Sin embargo, es bien notorio que las condiciones del suelo si están mejorando. Por lo tanto, los efectos de las leguminosas utilizadas en este sistema agroforestal sobre la producción de los granos básicos pronto podrán ser aún más evidentes.

Referencias

- Distéfano, J. 1991. Resumen de artículos presentados sobre sistemas agroforestales. In Manejo de suelos tropicales en Latinoamérica. T.J. Smith, W.R. Raun y F. Bertsch (Eds.). Raleigh, N.C. USA. 310 p.
- Frederick, T.; R. Pérez Munguía. 1986. Manual de prácticas de conservación de suelos. Tegucigalpa, Honduras, Secretaría de Recursos Naturales, Honduras. 153 p.

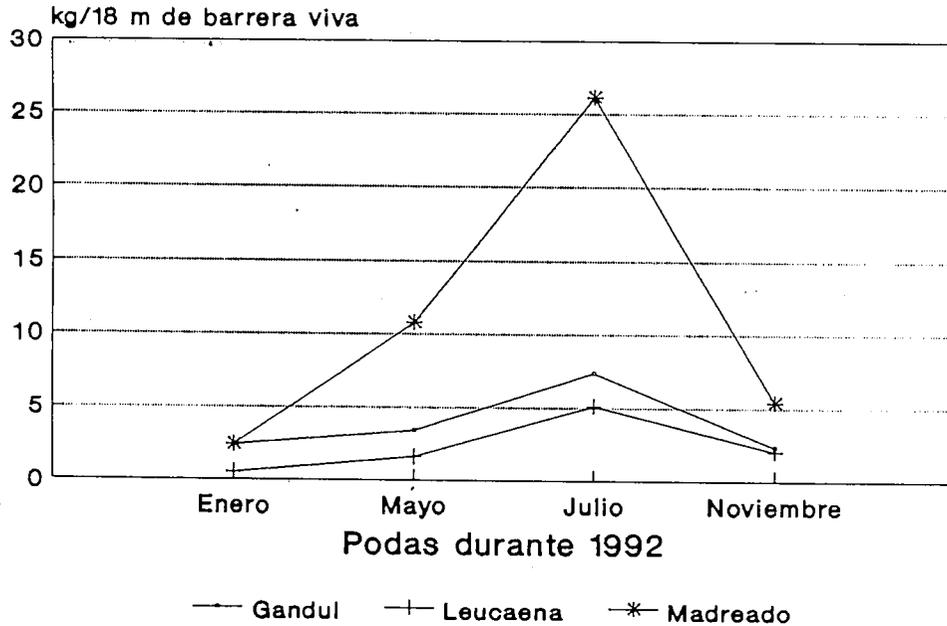


Figura 1. Producción de biomasa por leguminosas establecidas como barreras vivas. Lizapa, Honduras.

Cuadro 1. Efecto de la incorporación al suelo de la biomasa producida por tres leguminosas sobre el crecimiento de maíz. Lizapa, Honduras, 1992.

Tratamientos	Biomasa agregada (kg)	Peso fresco planta/parcela (kg)	Peso seco planta/parcela (kg)
Maíz-Madreado	39.3	14.5	3.7
Maíz-Leucaena	7.2	13.0	3.4
Maíz-Gandul	13.2	7.7	1.9
Control	-	11.4	4.3
Significación		ns	ns

ns No significativo.

Cuadro 2. Efectos de la incorporación al suelo de la biomasa de tres leguminosas sobre nodulación, crecimiento y rendimiento de frijol común. Lizapa, Honduras, 1992.

Tratamientos	Biomasa agregada (kg)	Nº de Nódulos por planta	Peso seco		Rendimiento (g/parcela)
			Nódulos (mg)	planta (g)	
Frijol-Madreado	5.4	15.5	93	33.7a	150.1a
Frijol-Leucaena	2.0	9.0	79	33.6a	116.8ab
Frijol-Gandul	2.3	8.3	40	20.9 b	60.7 b
Control	-	4.2	25	28.7ab	92.7ab
Significación		ns	ns	*	*

* y ns Significativo al 5% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 3. Efectos de la incorporación de biomasa de tres leguminosas sobre algunas características químicas del suelo. Lizapa, Honduras, 1992.

Tratamientos	Tiempo	pH (H ₂ O)	M.O. (%)	N total (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Madreado	Inicial ^z	5.4	2.4	0.065	2.1	305	1285	274
	APS	5.5	2.6	0.065	41.6	185	789	196
	ASS	5.0	2.6	0.097	43.7	240	777	216
Leucaena	Inicial	5.4	2.4	0.065	2.1	305	1285	274
	APS	5.5	2.2	0.055	25.7	220	714	239
	ASS	5.1	2.3	0.072	33.4	208	908	258
Gandul	Inicial	5.4	2.4	0.065	2.1	305	1285	274
	APS	5.5	2.3	0.060	28.3	90	769	212
	ASS	5.3	2.5	0.087	59.5	203	725	227
Control	Inicial	5.4	2.4	0.065	2.1	305	1285	274
	APS	5.5	2.3	0.080	28.9	212	847	245
	ASS	5.1	2.5	0.087	27.1	202	863	239

^z Antes de la Primera Siembra en 1991.

APS = Antes de la Primera Siembra en 1992.

ASS = Antes de la Segunda Siembra en 1992.

Pérdidas del Suelo y su Fertilidad Bajo dos Prácticas de Conservación de Suelos

Robert J. Walle y Silvio E. Viteri²

En Centroamérica la agricultura de ladera contribuye con una parte significativa a la producción agrícola. Para ayudar a los productores, se necesita estudiar los factores de los suelos de ladera que no permiten incrementar y mantener la producción. La erosión es indudablemente el factor más crítico para la degradación de los suelos de ladera. El proceso es selectivo y remueve primero las partículas más finas y más fértiles del suelo. Este efecto se conoce como la relación de erosión (R.E.), la cual se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$R.E. = \frac{\text{Concentración de nutrimentos en el sedimento erosionado}}{\text{Concentración de nutrimentos en el suelo original}}$$

Las prácticas de conservación de suelo que generalmente se utilizan para controlar la erosión, por ejemplo barreras vivas y cultivos de cobertura, necesitan ser evaluadas por su capacidad para controlar la erosión y mantener la fertilidad del suelo.

Materiales y Métodos

El experimento se efectuó en Lizapa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, con el objeto de estudiar el efecto de la erosión sobre la fertilidad del suelo bajo dos prácticas de conservación. El diseño experimental empleado fue bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos incluidos fueron barrera viva (*Gliricidia sepium*), cultivo de cobertura (*Canavalia ensiformis*), y un testigo. La preparación de las parcelas se realizó utilizando el sistema de labranza mínima continua. El suelo erosionado de las parcelas experimentales fue recolectado siguiendo la descripción de Dunne (1977) y analizado por su contenido de P, K, Ca y Mg disponibles, carbón orgánico total (COT) y nitrógeno total. Para el P, K, Ca y Mg se utilizó la solución extractora Mehlich-I, para el COT el método Walkey y Black y para el N el método de micro-Kjeldahl. El suelo original fue analizado utilizando los mismos métodos.

¹ Trabajo realizado como parte de la tesis de Maestría del primer autor, en colaboración con el Centro de Agricultura Tropical de la Universidad de Florida, Gainesville, Florida.

² Estudiante de Maestría, Universidad de Florida, y Profesor Asociado, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se muestran las pérdidas del suelo bajo los tres tratamientos. Hubo una diferencia significativa entre las prácticas de conservación de suelo y el control. La cantidad de suelo erosionado fue significativamente mayor en el control que en los tratamientos. No hubo diferencia entre las dos prácticas. La pérdida de suelo no fue muy alta debido a que las recolecciones de sedimento se hicieron durante solo seis semanas. Además el suelo presentaba ya un estado de degradación muy severo. Prueba de esta evidencia es la alta cantidad de grava que se encuentra en la superficie. La labranza mínima ayudó obviamente a controlar la erosión, lo cual está de acuerdo con los resultados reportados por Gumbs y Lindsay (1982).

En el Cuadro 2 se presenta la relación de erosión entre el contenido de nutrimentos y COT en el sedimento y el del suelo original. En general, la concentración de nutrimentos y COT en el sedimento fue más alta que en el suelo original. En cuanto al N y COT, hubo diferencias entre los tratamientos y el control. Una de las causas de esta diferencia fue la aplicación de la biomasa de la barrera viva y del cultivo de cobertura en forma de mulch. En las parcelas, el suelo aún formó una capa impermeable y la escorrentía arrastró parte de la biomasa de *Gliricidia sepium* y *Canavalia ensiformis* que fue agregada a la superficie del suelo. El material vegetal es más rico en nutrimentos que el suelo y la inclusión de esta biomasa en el sedimento causó la diferencia altamente significativa entre las prácticas de conservación de suelo y el control.

En cuanto a la R.E., la relación lineal entre la R.E. y la cantidad de erosión fue calculada resultando la ecuación $Y = 2.79 - 0.44X$ ($r=0.61^{**}$), donde Y = la R.E. y X = la cantidad de erosión. Según el análisis, 36% de la variación en la R.E., para todos los nutrimentos, se debe a la cantidad de erosión. El otro 64% de la variación se debe posiblemente a las propiedades de los nutrimentos y al efecto de los tratamientos.

El establecimiento de barreras vivas de *Gliricidia sepium* o *Canavalia ensiformis* como cultivo de cobertura es una práctica de conservación efectiva para reducir la erosión. Bajo las condiciones del suelo utilizado, al igual que en los resultados de Maas et al. (1988), la aplicación de biomasa en forma de mulch ayudó al control de erosión; aunque parte de su contenido de nutrimentos se perdió por el efecto de la escorrentía. Este efecto irá disminuyendo a medida que el sistema se establezca con éxito en el campo.

Cuadro 1. Cantidad (Mg ha⁻¹) de sedimento proveniente de las parcelas experimentales.

Práctica de conservación de suelo	Cantidad de sedimento erosionado
Barrera viva (<i>Gliricidia sepium</i>)	1.17 ^a
Cultivo de cobertura (<i>Canavalia ensiformis</i>)	1.94 ^a
Control	3.42 ^b

Promedios con las mismas letras no difieren estadísticamente según la prueba de separación de medias de D.M.S. ($P \leq 0.05$).

Cuadro 2. Relación de erosión para el contenido de nutrimentos y de carbono orgánico total (COT).

Nutrimento	Barrera viva (<i>Gliricidia sepium</i>)	Cultivo de cobertura (<i>Canavalia ensiformis</i>)	Control
N	2.04 ^a	1.91 ^a	0.96 ^b
P	3.01 ^{ns}	2.17 ^{ns}	1.49 ^{ns}
K	2.02 ^{ns}	1.18 ^{ns}	1.06 ^{ns}
Ca	2.45 ^{ns}	2.42 ^{ns}	1.26 ^{ns}
Mg	2.47 ^{ns}	2.22 ^{ns}	1.20 ^{ns}
COT	2.01 ^a	1.76 ^a	0.94 ^b

Promedios seguidos de las mismas letras en una línea no difieren estadísticamente según la prueba de separación de medias de DMS ($P \leq 0.05$).

Referencias

- Dunne, T. 1977. Evaluation of erosion conditions and trends. pp 53-83. Guidelines for watershed management. FAO Conservation Guide 1. FAO, Rome.
- Gumbs, F.A. and J.I. Lindsay. 1982. Runoff and soil loss in Trinidad under different crops and soil management. Soil Sci. Soc. Am. J. 46:1264-1266.
- Mass. J.M., Jordan, C.F., and J. Sarukhan. 1988. Soil erosion and nutrient losses in seasonal tropical agroecosystems under various management techniques. Journ. Appl. Ecol. 25:595-607.

Análisis Preliminar de los Ensayos de Fertilización Llevados a Cabo en el Departamento de Agronomía durante 1987-1991

Ana Margoth Andrews y Walter Barahona¹

El Zamorano ha extendido su posesión de tierras en los últimos años; debido a ésto en la actualidad no se conoce el estado de fertilidad de algunos de estos suelos. El conocimiento de la fertilidad junto a otras características de suelo y del ambiente son muy importantes para conocer el potencial de producción de cultivos de estos suelos.

Durante los últimos cinco años se ha documentado en forma formal la investigación realizada en el Departamento de Agronomía. En este documento se analiza la información de 26 trabajos de investigación sobre fertilización que comprenden un total de 32 ensayos. La mayoría son trabajos de tesis de estudiantes del Programa de Ingeniero Agrónomo (PIA), como también otros trabajos incluidos en el Informe Anual de Investigación (IAI) del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana. Dichos informes se comenzaron a publicar en 1989.

La distribución de los terrenos se muestra en el Cuadro 1. El 65.6% de los ensayos de fertilización se han llevado a cabo en las Terrazas de Agronomía, seguidos por la Vega 1 (9.4%). Los demás fueron realizados en otras áreas como San Nicolás (las Chorreras), Colindres y Zorrales. Uno de los ensayos fue realizado en Santa Inés, una área relativamente nueva a la Escuela. El 12.5% de los trabajos de investigación no reportan donde fueron llevados a cabo.

Cuadro 1. Localización de los ensayos de fertilización conducidos en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, durante el período de 1988-91. Número de ensayos entre paréntesis.

Terraza 1(2), Terraza 4(1), Terraza 7(3), Terraza 9(3), Terraza 10(1), Terraza 12(3), Terraza 15(7), Terraza 27(1), Vega 1(3), Zorrales, Colindres, Las Chorreras y Santa Inés(1), sin localización (4).

En cuanto a los análisis de suelos de estos ensayos de campo, 28 de los 32 (87.5%) reportan análisis de suelo. Los suelos dentro del valle varían de textura entre franco a franco arcillo-arenoso. La mayoría de las terrazas de Agronomía fueron reportadas de textura franco a franco-arenoso. Solamente la terraza 1 fue reportada una vez como franco arcillo-arenoso. Colindres fue reportada con textura franco-arcillosa y la zona de Zorrales como franca. En Santa Inés no se reportó análisis de textura.

En cuanto a la acidez del suelo, el 32.1% de los suelos son fuertemente ácidos, el 14.3% son ligeramente ácidos y el 42.9% son moderadamente ácidos.

¹ Profesor Asociado y estudiante del Programa de Ingeniero Agrónomo, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Tres trabajos (10.7%) no reportaron análisis de acidez (Cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación de los suelos donde se han realizado ensayos de fertilización del Departamento de Agronomía según resultados de acidez.

Acidez			
Fuerte (5.1-5.5)	Ligera (5.6-5.9)	Moderada (6.0-6.5)	No reporta
9 (32.1%)	4 (14.3%)	12 (42.9%)	3 (10.5%)

En el Cuadro 3 se observan que en la mayoría de los casos el N se reportó a niveles medios (71.4%). Solamente en dos casos (7.2%) se reportó alto y en cuatro casos (14.2%) se reportó bajo. Similarmente, los niveles de materia orgánica de estos terrenos se reportaron principalmente como medios (60.7%). Solamente cinco suelos (17.9%) fueron reportados bajos en materia orgánica.

Los niveles de P fueron reportados en un amplio rango que va desde extremadamente bajo (Santa Inés) hasta alto. Se ha podido observar que el nivel natural (sin disturbar) de P de los suelos en el Valle de Zamorano son bajos en P. Los niveles medios y altos observados en los resultados de análisis de suelos se debe a la acumulación del P aplicado por varios años. La variabilidad de los contenidos de P aún dentro de una misma terraza fue reportada en tres trabajos. Los resultados muestran que el 39.3% de los suelos son bajos, 25% son medios y 21.4% son altos en P.

El K de los suelos de estos ensayos fue reportado alto en su mayoría (60.7%), excepto en dos casos en que fue reportado medio (32%) y otro caso que salió extremadamente alto. Este valor último se cree que se debe a aplicaciones de potasio hechas en años anteriores.

El Ca no fue reportado en la mayoría de los análisis. Por otro lado, solamente tres trabajos reportan análisis de micronutrientes.

Cuadro 3. Clasificación de suelos donde se han realizado ensayos de fertilización según los resultados de análisis de nitrógeno, materia orgánica, fósforo, potasio y calcio.

Determinación	Nivel				
	Ext.bajo	Bajo	Medio	Alto	No reporta
Nitrógeno		4	20	2	2
Materia orgánica		5	17	1	5
Fósforo	1	11	7	6	2
Potasio		1	2	17	9
Calcio			2	1	25

En cuanto a la distribución del número de ensayos, la mayoría de trabajos (65.6%) reportados son el resultado de un solo ensayo en el campo. Solamente cuatro de los trabajos (12.5%) reportan haber realizado el ensayo dos veces, por lo general en primera y postrera. Un trabajo fue repetido tres veces con algunas variantes cada vez (Cuadro 4).

Los ensayos de fertilidad fueron enfocados mayormente a frijol (37.5%), maíz (25%), sorgo (12.5%) y soya (12.5%). Entre los tópicos de los trabajos de fertilidad, un 25% de los trabajos fueron realizados sobre la interacción de N por P en varios cultivos. Todos los demás tópicos fueron estudiados una vez, excepto cuando se estudió la interacción de N con inoculación y regímenes de humedad en frijol que se reportan tres ensayos (9.4%). Cuando se estudió la interacción de N con P e inoculación y la interacción de P con Ca y fertilización, se realizaron dos veces cada uno (6.3%).

Cuadro 4. Tópicos estudiados por cultivo y número de ensayos.

Tópico	Cultivo (número de ensayos)
Nitrógeno con genotipos	Sorgo (2)
Nitrógeno con P	Maíz (2), frijol (2), sorgo (1), arroz (1), soya (2)
Nitrógeno con P e inoculación	Frijol (2)
Nitrógeno con inoc. y genotipos	Frijol (1)
N, inocul., genotipo y humedad	Frijol (3)
Nitrógeno y sequía	Frijol (1)
Nitrógeno sintético vs orgánico	Maíz (1)
Fuentes de N	Maíz (1)
Fósforo y Ca	Sorgo (1), soya (1)
Fósforo con Ca y Mo	Frijol (2)
Fertilizante líquido Biofix-gro	Arroz (1)
Forma aplicación P	Maíz (1)
Densidad con Ca y fertilización	Maíz (1), leguminosas (1)
Dosis y fraccionamiento N	Maíz (1)
Dosis y fuentes de N	Maíz (1)
Dosis N con densidades de siembra	Triticale (1)
Dosis N, mét., Ca y fertilización	Maíz (1)
Epocas, fert., inoc., trat. sem.	Soya (1)
Genotipos y manejo del cultivo	Frijol (1)

En cuanto a la respuesta a la fertilización, la mayoría de ensayos (59.4%) muestran respuestas no significativas a los tratamientos con fertilizantes. Una de las explicaciones de esta falta de respuesta expresadas más comúnmente por los investigadores (18.8%), es que la fertilidad de los suelos en donde se realizaron los ensayos no fue limitante en los elementos en estudio. Tres trabajos fueron presentados sin análisis estadístico, mostrándose solo las tendencias de respuesta, lo cual los hace más difíciles de interpretar (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resultados de los ensayos de fertilidad

Cultivo	Significativo	N.S.	Sin análisis estadístico
Frijol	5	7	0
Leguminosas (4)	0	1	-
Maíz	3	5	-
Sorgo	1	1	2
Arroz	1	1	-
Soya	0	3	1
Triticale	0	1	-

Conclusiones

Los ensayos de fertilidad del Departamento de Agronomía se han llevado a cabo más que todo en la terrazas de Agronomía. Los suelos estudiados tienen un pH (acidez) que oscila entre 5.1 a 6.5. Los suelos en su mayoría presentan niveles medios de N y materia orgánica. Son bajos en P y presentan niveles altos de K. Los otros elementos fueron escasamente reportados. En general, los análisis fueron más enfocados en N, pH, materia orgánica, P y K.

Los ensayos fueron mayormente enfocados hacia maíz y frijol. Varios de estos trabajos fueron sobre la interacción de N por P en los granos básicos (maíz, frijol, soya, arroz y sorgo).

La mayoría de los ensayos no obtuvieron respuesta a los tratamientos de fertilizantes. A pesar de haberse reportado los análisis de suelo en 28 de los 32 ensayos, aparentemente, no se tomaron en cuenta los resultados de análisis para determinar los niveles de los elementos a estudiar, ni se seleccionó el terreno adecuado para ensayos de fertilidad de suelos. En seis de los ensayos se menciona que la fertilidad del suelo no era limitante para el cultivo.

La falta de respuesta a los fertilizantes puede ser debida a varias causas, entre ellas se mencionan dos, las cuales pueden ser las más probables:

La primera se refiere a los análisis de suelos. Después de revisar los libros de datos de laboratorio y en comunicación con personal del laboratorio se llegaron a algunas conclusiones. Se ha observado que muchos de estos ensayos se basaron en análisis realizados anteriormente y que muchas veces no reflejaban los niveles de los nutrimentos durante la época del ensayo. Es decir, en algunos casos no se hacían análisis específicos para cada ensayo. Por otro lado, en un ensayo realizado en arroz con el fertilizante Biogrow, los análisis se hicieron por parcela. Hasta agosto de 1992 los análisis de pH, N, materia orgánica y textura eran realizados por los estudiantes del módulo. Esto podría dar lugar a frecuentes equivocaciones de cálculo, tal como lo pudimos comprobar en una tesis que tenía datos muy altos de materia orgánica.

La segunda es en relación a la selección del lugar para el ensayo. En varios de estos ensayos se hicieron los análisis de

suelo después de haber sembrado el ensayo. Es decir, después de haber decidido los niveles, no tomándose en cuenta si había suficiente o no de los elementos estudiados en el suelo.

Recomendaciones

Al hacer un ensayo de fertilidad, se debe seleccionar terrenos en donde no se hayan llevado a cabo otros ensayos de fertilidad, ya que estos deben de estar en terrenos que sean lo más uniformes posibles. Adicionalmente, al montar un ensayo debe de hacerse un análisis de suelo por parcela antes de la siembra y basarse en éste, ya que los niveles en el suelo afectan los ensayos de fertilización así como también cualquier otro ensayo posterior si le agregan cantidades altas de fertilizante.

Referencias

- Auhing S., J.I. 1989. Evaluación de diferentes dosis y épocas de aplicación de nitrógeno y métodos de colocación de fósforo sobre el rendimiento de maíz en El Zamorano. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 58 pp.
- Batres, J. 1988. Evaluación del efecto de la dosis de nitrógeno utilizando urea y sulfato de amonio sobre el rendimiento del maíz en El Zamorano. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 41 pp.
- Díaz R., O.G. 1991. Efecto del fertilizante Biofix-gro en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) y en las características químicas y microbiológicas del suelo. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 47 pp.
- Guerrero, E., J.H. 1988. Estudio de potencial de rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Honduras. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 44 pp.
- Hernández, R., R.A. 1992. Efectos de los fertilizantes nitrogenados sintéticos y naturales en las características y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, 51 pp.
- Moreira, D. 1987. Evaluación de niveles de nitrógeno y densidades de siembra en cuatro genotipos de triticale. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 41 pp.
- Olivera Z, O.L. 1990. Efecto de la fertilización fosforada y el enclamiento en la nodulación y el rendimiento de la soya. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 42 pp.

- Quillupangui G., G. 1989. Efecto de la sequía y aplicación de nitrógeno inorgánico en la fijación biológica de nitrógeno y rendimiento en dos especies de *Phaseolus*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 62 pp.
- Robleto, E. 1988. Efecto de la fertilización de calcio, fósforo y molibdeno en la fijación de nitrógeno y rendimiento en el frijol común. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 52 pp.
- Rosas, J.C. (ed.) 1989. Reporte Anual de Investigación, Volumen 1. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 78 pp.
- Rosas, J.C. (ed.) 1990. Informe Anual de Investigación, Volumen 2. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 102 pp.
- Rosas, J.C. (ed.) 1991. Informe Anual de Investigación, Volumen 3. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 69 pp.
- Rosas, J.C. (ed.) 1992. Informe Anual de Investigación, Volumen 4. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 128 pp.
- Suárez, G.P. 1990. Evaluación de niveles de fertilización, densidades de siembra y uso de herbicidas en dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) 73 pp.
- Talavera F., M.A. 1991. Eficiencia de los sorgos Sureño e Isiap Dorado en el uso de nitrógeno durante la primera y postrera. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 28 pp.
- Vargas R. G. D. 1990. Efecto de época de siembra, fertilización, inoculación y tratamiento de la semilla en el comportamiento de dos líneas de soya. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 68 pp.
- Wong Chang, I.A. 1992. Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre la fijación de nitrógeno y rendimiento en frijol común. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 73 pp.

Potencial del Compost para la Preparación de Inoculantes para Leguminosas

Silvio E. Viteri y Oscar E. Cosenza¹

Los primeros inoculantes artificiales fueron preparados en base a medio de cultivo líquido y pese a los resultados frecuentemente insatisfactorios su uso se propagó con el correr del tiempo. Sin embargo, estudios posteriores pronto demostraron que inoculantes preparados a base de turba eran muy superiores a los medios de cultivo líquido (Burton y Curley, 1965). Desde entonces, aunque muchos materiales han sido probados, la turba siempre ha dado los mejores resultados. El problema es que es difícil encontrar turba en las regiones tropicales. Por tal razón, siempre ha existido entre los investigadores la curiosidad de buscar otras alternativas para la producción de inoculantes. Este reporte contiene los resultados de un estudio que se efectuó en el Laboratorio de Microbiología de Suelos, con el fin de probar si el compost que se prepara en el Departamento de Agronomía podría ser también utilizado para la producción de inoculantes para leguminosas.

Materiales y Métodos

Una muestra representativa del compost, preparado en el Departamento de Agronomía, fue utilizada para este estudio. Según el análisis, el compost tenía la composición química siguiente: pH 6.63, M.O. 15.8%, N (total) 0.86%, P 875 ppm, K 4772 ppm, Ca 7524 ppm y Mg 1396 ppm. El material utilizado como patrón de comparación fue la turba del Monte Uyuca, la cual ha sido utilizada para este fin. Los tratamientos establecidos fueron: 1) Compost, 2) Turba, 3) Compost: turba 1:1, 4) Compost:turba 2:1 y 5) Compost:turba 3:1. Las cepas incluidas fueron la de *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* EAP 0002 (CIAT 899) y la de *Bradyrhizobium japonicum* EAP 1001 (USDA 110). Tres bolsas de polietileno con 250 g del material respectivo fueron preparadas para cada tratamiento. El material para cada tratamiento primero fue tratado con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 2%, luego llevado a 35% de humedad con agua destilada estéril y finalmente incubado a temperatura ambiente por 4 semanas. El diseño experimental fue completamente al azar con 3 repeticiones. Las variables determinadas fueron: 1) pH (1:1), durante el período de incubación y desarrollo del experimento y 2) el número de células por gramo de inoculante por medio de los métodos de la gota en platos (Somasegaran y Hoben, 1985) y el número mas probable (NMP) (Weaver y Frederick, 1972). Para el conteo de células se tomó mensualmente una muestra representativa y se preparó una serie de diluciones desde 10^{-1} hasta 10^{-8} . Para el método de la gota se utilizaron cajas petri con medio a base de agar, levadura, manitol y congo rojo y las diluciones 10^{-5} hasta 10^{-8} , y para el NMP plantas de frijol y soya inoculadas con las diluciones 10^{-6} hasta 10^{-8} . La

¹ Profesor Asociado y Asistente de Investigación, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

población inicial se determinó en los medios de cultivo líquido utilizando el método de la gota.

Resultados y Discusión

El pH inicial del compost (8.3) fue relativamente alto, pero durante los seis meses del experimento bajó aproximadamente una unidad. El pH inicial de la turba (6.6) fue el más bajo, pero su descenso hasta el sexto mes fue solo de 0.4 unidades. En general el pH en todos los tratamientos se mantuvo dentro de los niveles ideales para el crecimiento y sobrevivencia de ambas cepas. Las Figuras 1 y 2 muestran los resultados de la sobrevivencia de la cepa EAP-0002, durante 6 meses, después de su introducción en los diferentes tratamientos, a una población inicial de 6.33×10^8 células/g de inoculante, obtenidos con el método de la gota y el NMP, respectivamente. El Cuadro 1 resume los datos sobre la sobrevivencia de la cepa EAP-1001, en los mismos tratamientos. Estos resultados indican que la sobrevivencia de las dos cepas en todos los tratamientos fue muy buena. El método de la gota en ambos casos reveló poblaciones más altas que el método del NMP. El hecho que los dos materiales de transporte utilizados no fueron esterilizados, conlleva a la posibilidad de que con el método de la gota se cuenten colonias de bacterias que no son rhizobios y por lo tanto resulte con poblaciones más altas de las que en realidad existen. Por tal razón, se utilizó también el método del NMP (7), el cual además de identificar al rhizobio entre otras bacterias, por su habilidad para formar nódulos con su hospedero específico (Brockwell, 1963), permite estimar la densidad de su población viable. Este método también tiene sus desventajas ya que se basa en dos suposiciones que, en la realidad, generalmente no se cumplen (Woomer et al., 1988). Sin embargo, éstos son los métodos que generalmente se utilizan en este tipo de estudios y el uno sirve de complemento del otro.

Por medio de estos dos métodos, encontramos que el compost es un material que bien puede ser usado como agente transportador del rhizobio en la preparación de inoculantes. Durante los seis meses, la densidad de población en todos los tratamientos fluctuó entre 10^7 y 10^8 células/g, según los dos métodos. Los resultados que se muestran en las Fig. 3 y 4 ilustran esta observación. Estas densidades de población están por encima de las mínimas exigidas para la producción comercial de inoculantes ($> 10^6$ células por g) (Paczkowski y Berryhill, 1979). Además, el análisis estadístico de los resultados obtenidos a los seis meses no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. Esto indica que cualquiera de los tratamientos utilizados puede ser empleado para la producción de inoculantes. En base a lo anterior se concluye que el compost si es una buena alternativa para la turba en la producción de inoculantes. Sólo queda por probar su facilidad de adherencia a la semilla, lo cual es de mucha importancia para su uso práctico.

Referencias

- Burton , J.C. y R.L. Curley. 1965. Comparative efficiency of liquid and peat-base inoculants on field-grown soybeans (*Glycine max*). *Agronomy Journal*, 57:379-81.
- Brockwell, J. 1963. Accuracy of a plant-infection technique for counting populations of *Rhizobium trifolii*. *Appl. Microbiol* 11:377-383.
- Paczkowski, M.W. y D.L. Berryhill. 1979. Survival of *Rhizobium phaseoli* in coal-based legume inoculants. *Appl. Environ. Microbiol.* 38:612-615.
- Somasegaran, P y H.J. Hoben. 1985. *Methods in Legume-Rhizobium technology*. University of Hawaii NIFTAL Project and MIRCEN. Hawaii.
- Weaver, R.W. y L.R. Frederick. 1972. A new technique for most-probable number counts of rhizobia. *Plant Soil* 36:219-222.
- Woomer, P.L., P.W. Singleton y B.B. Bohlool. 1988. Reliability of the Most-Probable-Number technique for enumerating rhizobia in tropical soils. *Appl. Environ. Microbiol.* 54:1494-1497

Cuadro 1. Sobrevivencia (células/g x 10⁷) de la cepa EAP 1001 (USDA 110) en los tratamientos con compost y/o turba utilizados para la producción de inoculantes^z

Tratamiento	Población Inicial	Mes					
		1	2	3	4	5	6
<u>Método de la gota</u>							
Compost	56.7	15	52	ND	33	ND	14
Turba	56.7	23	10	ND	15	ND	7
C:T (1:1)	56.7	26	18	ND	26	ND	13
C:T (2:1)	56.7	102	17	ND	16	ND	18
C:T (3:1)	56.7	20	47	ND	28	ND	17
<u>Número más probable</u>							
Compost	56.7	ND	2.6	ND	2.1	ND	1.6
Turba	56.7	ND	12.3	ND	8.7	ND	5.1
C:T (1:1)	56.7	ND	11.8	ND	8.0	ND	4.2
C:T (2:1)	56.7	ND	1.1	ND	0.7	ND	0.5
C:T (3:1)	56.7	ND	2.2	ND	1.2	ND	0.3

^z Promedio de tres repeticiones

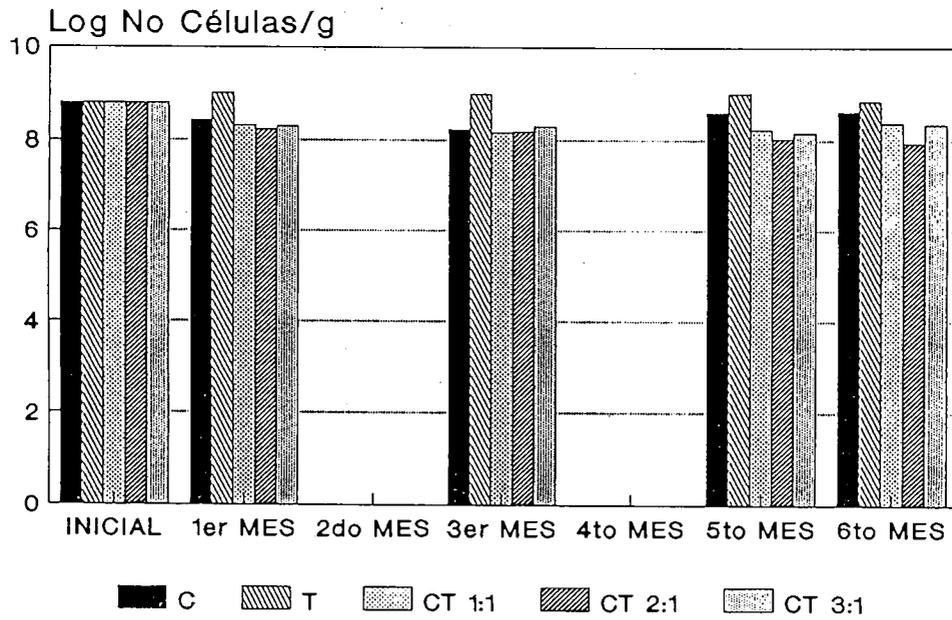


Figura 1. Sobrevivencia de la cepa EAP-0002 (CIAT 899) en compost y/o turba determinada por el método de la gota. Tratamientos: C, compost; T, turba; CT, mezcla compost turba.

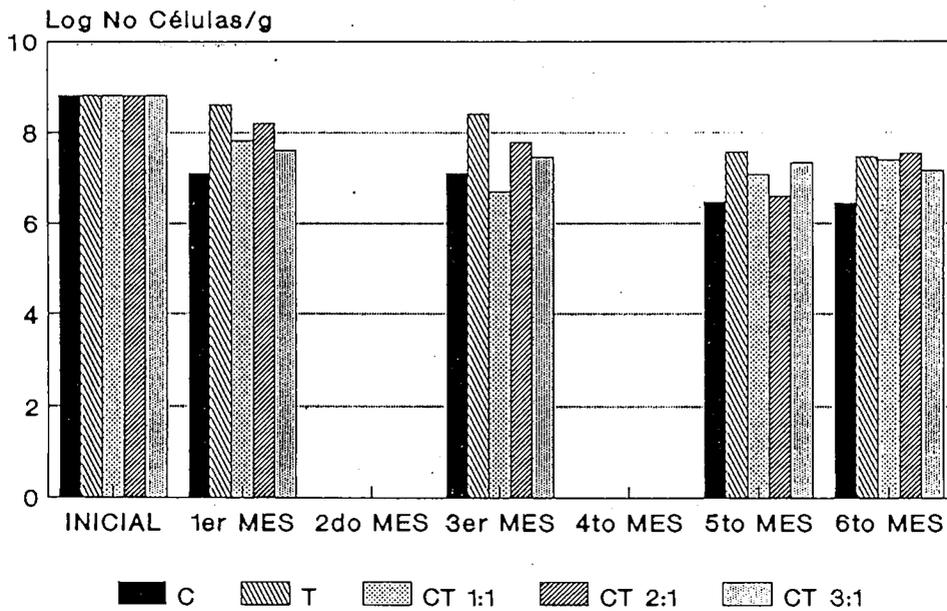


Figura 2. Sobrevivencia de la cepa EAP-0002 (CIAT 899) en compost y/o turba determinada por el método del Número Más Probable.

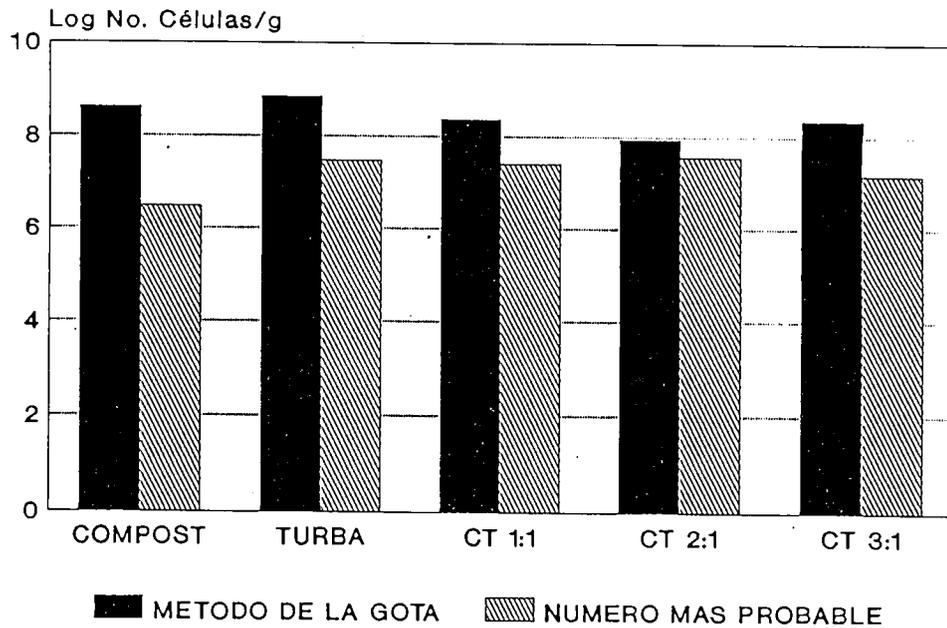


Figura 3. Supervivencia de la cepa EAP-0002 (CIAT 899), seis meses después de su introducción en los tratamientos, determinada por dos métodos diferentes.

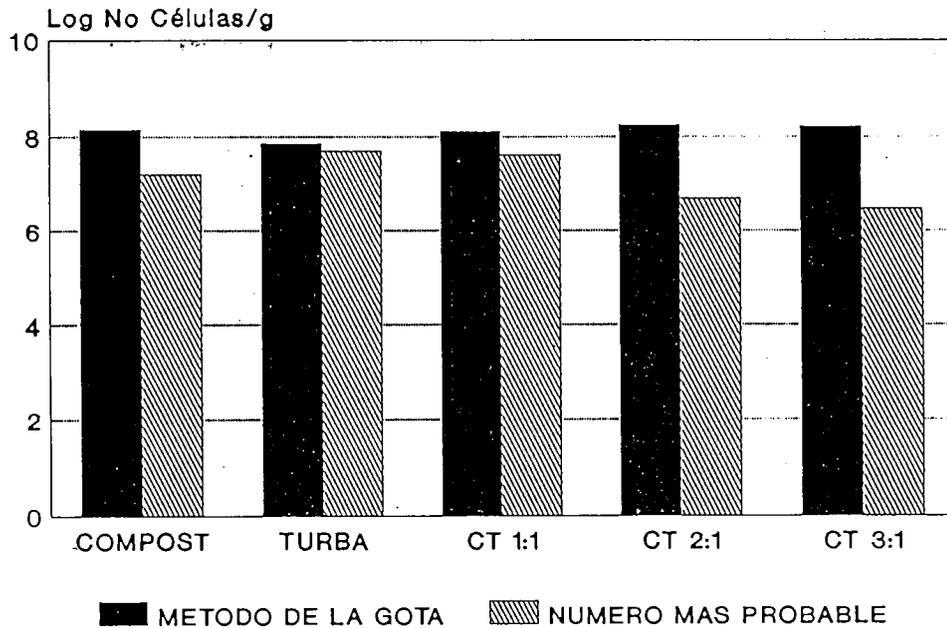


Figura 4. Supervivencia de la cepa EAP-1001 (USDA 110), seis meses después de su introducción en los tratamientos, determinada por dos métodos diferentes.

Germinación Asimbiótica de Embriones de Algunas Especies e Híbridos de Orquídeas

José L. Linares y Juan José Alán¹

La reproducción comercial de orquídeas es difícil, ya que sus semillas no pueden germinar cuando se usan métodos de siembra tradicionales. Las semillas (embriones) son muy pequeñas y contienen poco o ningún endosperma o reserva alimenticia, por lo que necesitan la acción de un hongo que digiera la cubierta seminal y proporcione carbohidratos, por lo menos en la etapa inicial, hasta que la planta se convierta en autótrofa. A esta germinación con auxilio de hongos, principalmente del género *Rizoctonia*, se le llama germinación simbiótica. El reducido tamaño de los embriones, algunos apenas están compuestos de unas 100 células no diferenciadas, hace muy posible que las semillas se pierdan si se siembran *in vivo*. Sus limitadas reservas alimenticias hacen improbable su supervivencia. La germinación tiene muchas más posibilidades de éxito *in vitro*. En el caso de algunos géneros se puede obtener hasta un 100% de germinación, usando el medio de cultivo adecuado (Pierik, 1990).

La germinación y el desarrollo tienen lugar mucho más rápidamente *in vitro*, ya que se realiza en un ambiente acondicionado y sin competencias de hongos o bacterias (Pierik, 1990). Además, el cultivo de semillas inmaduras (embriones) supone un acortamiento considerable en el ciclo de producción comercial de orquídeas.

Dadas las dificultades existentes en la multiplicación de éstas, los descubrimientos hechos por Knudson en 1922 produjeron una verdadera revolución. Knudson trabajó con semillas de varios híbridos de *Cattleya* y encontró que germinaban fácilmente en frascos de cristal con medios nutritivos compuestos de agar, macro y micronutrientes. Esta germinación tenía lugar en ausencia del hongo, por lo que se llamó germinación asimbiótica o germinación no-simbiótica. A partir de este descubrimiento se pudieron cultivar miles de plantas de una sola cápsula o fruto, en lugar de las 10 ó 15 que se podían obtener de la siembra *in vivo* (Knudson, 1922).

Los descubrimientos de Knudson abrieron una amplia gama de posibilidades a los orquídeófilos y cultivadores. Esto hizo que las plantas fueran más accesibles a más gente y que se pudiera explorar el prometedor campo de la hibridización. Hay en la literatura especializada muchos informes sobre la propagación de híbridos y especies a través del cultivo *in vitro* de embriones (Houck, 1979; Flameé, 1978; Saulea, 1976; Ichihashi, 1990; Nagashima, 1989).

En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Escuela Agrícola Panamericana se cultivaron *in vitro* embriones de seis especies y siete híbridos de orquídeas (Cuadro 1), de acuerdo con las recomendaciones que se hacen en la literatura.

¹ Estudiante de Ingeniería Agronómica y Profesor Asociado, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Materiales y Métodos

Para la producción de semillas, tanto de híbridos como de especies, se hicieron polinizaciones manuales, se usó una aguja para remover los polinios del progenitor masculino y colocarlos en el estigma del femenino. La obtención de los embriones viables varió entre dos y once meses. Los frutos o cápsulas fueron cosechadas cuando alcanzaron el 80% de su madurez. Las cápsulas se lavaron con jabón comercial y abundante agua de la llave para quitar el polvo y otros residuos. Se esterilizaron en etanol al 95% durante un minuto, luego en hipoclorito de calcio al 1% durante 20 minutos e inmediatamente después en hipoclorito de sodio al 2% durante 20 minutos. A ambas soluciones se les agregó cinco gotas del dispersante Tween 80.

Después, en la cámara de flujo laminar, se enjuagaron tres veces con agua bidestilada estéril. Las cápsulas fueron cortadas en cuatro o cinco secciones longitudinales con la ayuda de pinzas y bisturíes. Se extrajeron numerosas semillas de cada sección y se sembraron en frascos de Mason con 100 ml de medio. Se usaron dos medios de cultivo (Cuadro 2), el de Murashige y Skoog (MS) (1962) y el de Knudson C modificado (1946). No se usaron reguladores de crecimiento. El pH de los medios fue ajustado a 5.8 para MS y a 5.5 para Knudson C modificado. Se esterilizaron en un autoclave a 1.06 kg de presión por cm^2 durante 20 minutos. Los cultivos se trasladaron inmediatamente después de realizados a una cámara de crecimiento a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, a una intensidad lumínica de 2000 lux con un fotoperíodo de 16 horas.

Resultados

Todos los cultivos en ambos medios tuvieron una germinación cercana al 100%. La germinación se definió como la formación de protocormos con un primordio foliar. En el proceso de germinación se observó un enverdecimiento de los embriones dos semanas después de la siembra. Aproximadamente un mes después del cultivo, hubo un aumento progresivo de tamaño que culminó con la formación de protocormos perfectamente distinguibles a simple vista. A partir del primer mes los protocormos se subcultivaron varias veces dependiendo del tamaño, el que varió dependiendo de la especie o híbrido. En promedio fueron subcultivados cada dos meses. Después de un año de cultivo, las plántulas tenían el tamaño adecuado para ser transplantadas a los maceteros comunitarios en invernadero. Se observó en los protocormos de *Oncidium ampliatum*, *Cattleya guatemalensis* e híbridos de *Encyclia*, la formación de callos que después producían gran cantidad de protocormos los cuales desarrollaban plántulas.

Discusión

Los resultados indican que las técnicas de rescate de embriones o la germinación asimbiótica de semillas, es un método exitoso para la propagación sexual de orquídeas y la obtención de gran cantidad

de material híbrido, que puede ser utilizado como base de un proceso de selección de clones de gran valor comercial. En Tailandia, todas las orquídeas para exportación son obtenidas a través de la siembra de embriones de híbridos (Fitch, 1992). Este país exporta gran cantidad de flores de corte a Europa y Japón. Las plantas son producidas localmente usando técnicas artesanales de siembra de embriones (Arthayukti, 1992).

Estas técnicas se pueden usar para la conservación de especies que se encuentren en peligro de extinción, así como para preservar la variabilidad genética de éstas. Rubluo et al. (1989) informan haber conseguido la reintroducción de *Bletia urbana* en su hábitat natural, en México, usando plántulas provenientes de la germinación de embriones *in vitro*. Indudablemente, uno de los casos más famosos de reintroducción es el de *Epidendrum ilense*, especie ecuatoriana extremadamente rara y con un hábitat casi totalmente destruido. Después de varios intentos de autopolinización se pudo obtener una cápsula con semillas viables que fueron cultivadas *in vitro* produciendo algo de diversidad genética. Una población de *E. ilense* ha sido reintroducida en el ambiente silvestre en Ecuador (Christenson, 1989)

Cuadro 1. Especies e híbridos de orquídeas cultivadas *in vitro*.
Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras (1991-1993).

Especies

Cattleya skinneri Batem
Cattleya aurantiaca (Batem. ex Lindl.) P.N. Don.
C. aurantiaca var. *flava*
Oncidium ampliatum Lindl.
Rhyncholaelia digbyana (Lindl.) Schltr.
R. glauca Schltr.

Híbridos

Dendrobium "Madame Bipa" self
Cattleya guatemalensis Moore *
Cattleya "Herbert Oesterich"
Encyclia cordigera x *Encyclia selligera*
Laelia superbiens x *Cattleya skinneri*
Schomburgkia wendlandy x *Cattleya skinneri*
Trichopilia suavis x *Trichopilia emarginata*

* *Cattleya guatemalensis* es un híbrido natural entre *C. aurantiaca* y *C. skinneri*.

Cuadro 2. Composición del medio básico de Murashige y Skoog (1962) modificado y de Knudson C(1946) modificado, utilizado para la germinación *in vitro* de especies e híbridos de orquídeas. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras (1991-1993).

Macroelementos	MS (mg/l)	Knudson C (mg/l)
NH ₄ NO ₃	1.650	
KNO ₃	1.900	
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O		1.000
(NH ₄) ₂ SO ₄		500
CaCl ₂ ·2H ₂ O	440	
MgSO ₄ ·7H ₂ O	370	250
KH ₂ PO ₄	170	250
FeNa-EDTA	37,5	37,5
Microelementos		
KI	0,83	0,63
H ₃ BO ₃	6,2	6,2
MnSO ₄ ·4H ₂ O	22,3	22,3
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	8,6	8,6
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0,25	0,25
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,025	0,025
CoCl ₂ ·6H ₂ O	0,025	0,025
Inositol	100	
Acido nicotínico	0,01	
Piridoxina	0,01	
Pantotenato	0,01	
Tiamina	0,1	
Biotina	0,0001	
Caseína hidrolizada	1	
Sulfato de adenina	5	
Cisteína	10	
Agua de coco		10%
Sacarosa	30.000	20.000
Agar	7.500	7.500
pH	5,8	5,5

Referencias

- Arthayukti, Woraphat. 1992. The birth of the thai orchid industry: a personal experience. *Networks News* 6(5):2-23.
- Fitch, C.M. 1992. Thailand. *American Orchid Society Bulletin* 61(5): 434-441.
- Flamee, M. 1978. Influence of selected media and supplements on the germination and growth of *Phaphiopedilum* seedlings. *American Orchid Society Bulletin* 47:419-423.

- Houck, J.R. 1979. A simple procedure for orchid seed. American Orchid Society Bulletin 48 (10): 1019-1021.
- Ichihashi, S. 1990. Effects of light on root formation of *Bletilla striata* seedlings. Lindleyana 5(2): 140-143. In: Horticultural Abstracts 60 (12):1077.
- Knudson, L. 1922. Nonsymbiotic germination of orchid seeds. The Botanical Gazette 73(1):1-25.
- _____, L. 1946. A New nutrient solution for the germination of orchid seed. American Orchid Society Bulletin. 15:214-217.
- Murashige, T.; Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 15:473-497.
- Nagashima, T. 1989. Embriogenesis, seed formation and seed germination *in vitro* in *Ponerorchis graminifolia* Reichb. f. Journal of Japanese Society for Horticultural Science 58(1): 187-194. In: Horticultural Abstracts 60(12):1157.
- Pierik, R.L.M. 1990. Cultivo *in vitro* de las plantas superiores. (Trad. por Luis Ayerbe Mateo-Sagasta). Ed. por Mundi Prensa. Madrid. p. 149-158.
- Rao, A.N. 1977. Tissue culture in the orchid industry. In: Applied and fundamental aspects of plant cell, tissue, and cell culture. J. Reinert y P.S. Bajaj (Eds.). Berlín, Springer-Verlag. pp. 44-69.
- Rubluo, A.; Chávez, V.; Martínez, A. 1989. *In vitro* seed germination and re-introduction of *Bletia urbana* (Orchidaceae) in its natural habitat. Lindleyana 4(2): 68-73.
- Sauleda, R.P. 1976. Harvesting times of orchid seed capsules for green pod culture process. American Orchid Society 45:305-308.

Método Alternativo para el Análisis de Experimentos con Diseños Reversibles Dobles

Leonardo Corral¹

En cierto tipo de investigaciones el mayor inconveniente que se encuentra es el de no disponer de suficiente número de unidades experimentales. En estos casos se usan diseños que permiten la aplicación en secuencia de varios tratamientos a la misma unidad experimental, que puede ser una vaca, un árbol, una parcela, etc. Los diseños que comúnmente se emplean cuando se dispone de pocas unidades experimentales son: cuadrado latino, diseños cruzados o reversibles simples y diseños reversibles dobles.

Cuando se aplican varios tratamientos en secuencia a una misma unidad experimental, el efecto de los tratamientos puede confundirse con fluctuaciones inherentes a la unidad experimental y al ambiente. Cochran y Cox (1968) ponen como ejemplo la fluctuación en el período de lactancia de ganado lechero. El rendimiento de leche de una vaca aumenta al principio, pero disminuye posteriormente. Sin embargo, la velocidad de disminución varía considerablemente de vaca a vaca y esto contribuye al error experimental. Para contrarrestar esta fuente de error se recomienda el uso de un diseño reversible. En este diseño, si se consideran dos tratamientos A y B, un grupo de animales seleccionado al azar pasa por la secuencia de tratamientos "ABA", mientras que otro grupo pasa por la secuencia "BAB". De esta forma, se estima con mayor precisión el efecto individual de los tratamientos.

De acuerdo con Lucas (1956), y más recientemente Petersen (1984), los diseños reversibles proveen un alto grado de sensibilidad porque permiten la eliminación del error que puede resultar de las siguientes fuentes: a) el efecto de los períodos por causa de cambios en el ambiente, b) la variación en el nivel de producción entre unidades experimentales y c) la mayor parte de la variación entre las curvas de rendimiento de las unidades experimentales.

Según Federer (1963), el origen de los diseños reversibles se debe a Brandt. Sin embargo, fue Lucas en la década de 1950 quien presentó la forma de análisis de un reversible doble con dos tratamientos y desarrolló el método de análisis de experimentos con más de dos tratamientos (Lucas, 1956 y 1974). Los análisis, en todo caso, son más bien complicados y se prestan principalmente a computación manual.

Aunque se conoce de la metodología para analizar diseños reversibles con el programa de computación SAS (Martínez, 1983), en este trabajo se presenta un método posiblemente más simple con el apoyo del programa para microcomputadoras MSTAT (1988).

¹ Profesor, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Método

Para ilustrar el análisis de diseños reversibles dobles con el empleo de MSTAT se considera el caso de un reversible doble con dos tratamientos.

Los datos corresponden a una parte del trabajo realizado por Zaldivar (1992). El objetivo fue evaluar el efecto de dos tratamientos (dietas) en la producción de leche. Los tratamientos fueron: A = rastrojo amonificado y B = rastrojo no amonificado. Se asignaron al azar cuatro vacas para que reciban la secuencia de dietas ABA y otras cuatro para la secuencia BAB.

Resultados y Discusión

Los datos encontrados por Zaldivar (1992) se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Producción semanal de leche de ocho vacas sometidas a dos dietas distintas durante tres períodos (libras).

Período	secuencia	vaca 1	vaca 2	vaca 3	vaca 4	suma
1	A	32.00	26.25	33.00	27.75	119.00
2	B	21.38	18.75	32.50	15.75	78.38
3	A	31.50	26.25	32.25	26.25	116.25
D_{i1}		20.74	15.00	20.25	22.50	78.49
Período	secuencia	vaca 5	vaca 6	vaca 7	vaca 8	suma
1	B	9.93	9.00	12.00	10.50	41.43
2	A	32.90	31.13	34.28	34.05	132.36
3	B	9.40	9.80	12.00	10.50	41.70
D_{i2}		-46.47	-43.46	-44.56	-47.10	-181.59

Los valores D_i del cuadro anterior se encuentran sumando para cada vaca la producción durante los períodos 1 y 3 y restando dos veces la producción del período 2. Es decir, como ejemplo para la vaca 1:

$$D_{11} = Y_{A1} - 2 Y_{B2} + Y_{A3} = 32.00 - (2*21.38) + 31.50 = 20.74,$$

fórmula en la que Y_{A1} es la producción de leche de la vaca 1, con el tratamiento A en el período 1, etc.

Note en la fórmula anterior que al restar dos veces la producción cuando la vaca recibe la dieta B en el segundo período, en verdad se hace un ajuste cuadrático con la idea de igualar la tendencia decreciente en la curva de producción. Los coeficientes c_i que se usan para este ajuste son 1, -2, 1, que elevados al cuadrado y

sumados dan 6 ($\sum c_i^2=6$). Este valor es parte del divisor de las sumas de cuadrados, como se señalará más adelante.

Para el análisis con el programa MSTAT se crea un archivo como el que se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Archivo de datos creado con el programa MSTAT a partir de los datos del Cuadro 1.

VARIABLES: 1. Vaca, 2. Tratamiento, 3. Secuencia, 4. Producción en el 1er período, 5. Producción en el 2do período, 6. Producción en el 3er período, 7. Diferencias entre períodos.

No.	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	ABA	32.00	21.38	31.50	20.74
2	2	1	ABA	26.25	18.75	26.25	15.00
3	3	1	ABA	33.00	22.50	32.25	20.25
4	4	1	ABA	27.75	15.75	26.25	22.50
5	5	2	BAB	9.93	32.90	9.40	-46.47
6	6	2	BAB	9.00	31.13	9.80	-43.46
7	7	2	BAB	12.00	34.28	12.00	-44.56
8	8	2	BAB	10.50	34.05	10.00	-47.10

Note que la variable 2 es una variable numérica que identifica a las secuencias "ABA" = 1 y "BAB" = 2. La variable 7 corresponde a las diferencias D_i . Estas diferencias se las encuentra con el subprograma CALC; en este caso la fórmula que se empleó fue $V(7) = V(4) - 2*V(5) + V(6)$.

Una vez que se dispone del archivo se entra al subprograma ANOVA-1. Una vez en él, se indica como variable grupal la variable 2 con los niveles 1 y 2 y como variable de respuesta la variable 7. Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de varianza con MSTAT, en el subprograma ANOVA-1, de los datos de producción de leche bajo el efecto de los tratamientos A y B.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Trat	1	8455.201	8455.201	1274.841	0.0000
Error	6	39.794	6.632		
Total	7	8494.995			

Las sumas de cuadrados y los cuadrados medios son seis veces más altos que los que se obtienen si se sigue el procedimiento que presenta Lucas (1974). Esto se debe a que con MSTAT no se tomó en cuenta el divisor 6 que resulta de elevar al cuadrado y sumar los coeficientes 1, -2, 1 ($\sum c_i^2=6$). Sin embargo, el valor F que

resulta con los dos métodos es obviamente igual.

Las medias ajustadas se calculan fácilmente con el método que presenta Lucas (1974). Para encontrar el coeficiente de variación, error estándar e intervalos de confianza debe usarse el valor CME/6.

Si no se dispone de una computadora y del programa MSTAT, el análisis de varianza puede realizarse más fácilmente que con el método de Lucas (1974) mediante el uso de las fórmulas convencionales para el análisis de experimentos con el diseño completamente al azar (DCA):

$$SCT = \sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}, \quad SCTrat = \sum \frac{T_i^2}{n_i} - FC \quad y \quad SCE = SCT - SCTrat$$

Para este caso, las fórmulas de arriba pueden reescribirse así:

$$SCT = \sum D_i^2 - \frac{(\sum D_i)^2}{n}, \quad SCTrat = \sum \frac{T_i^2}{n_i} - FC \quad y \quad SCE = SCT - SCTrat$$

en las que D_i son las diferencias 20.74, 15.00, . . . -47.10,

los valores T_i son iguales a $\sum D_i$, es decir 78.49 y -181.59

y el FC igual a $(78.49 + (-181.59))^2 / 8 = 1328.70$

La forma de análisis con MSTAT de experimentos con diseños reversibles dobles con más de dos tratamientos se extiende fácilmente a partir de esta información.

A pesar de que en las opciones de MSTAT no se encuentra específicamente un subprograma para analizar diseños reversibles dobles, este trabajo ha intentado demostrar la versatilidad del programa MSTAT.

Referencias

- Cochran, W. G. y G. M. Cox. 1968. Experimental designs. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY. 617 p.
- Federer, W. T. 1963. Experimental designs: theory and application. The Mcmillan Co. New York, NY. 544 p.
- Lucas, H. L. 1956. Switchback trails for more than two treatments. Journal of Dairy Science, 39: 146-154.
- Lucas, H. L. 1974. Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle. Institute of Statistics, Mimeo Series # 18, North Carolina State University, Raleigh, NC. 484 p.
- Martínez, A. 1983. Diseño de experimentos con animales. Monografías y manuales en estadística y cómputo, Chapingo, México. Vol. 1, Núm. 2, 34 p.

- MSTAT. 1988. Microcomputer Statistical Program: user's guide to MSTAT-C. Betsy Bricker (Ed.). Michigan State University, East Lansing, MI.
- Petersen, R. G. 1984. Design and analysis of experiments. Marcel Dekker, Inc. New York, NY. 429 p.
- Zaldivar, A. 1992. Efecto de la amoniatación de rastrojo de maíz o sorgo en la producción y productividad de explotaciones de doble propósito. Tesis Ing. Agr. (en preparación), Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras.

Prueba Regional de Cultivares de Amaranto (*Amaranthus spp*)¹

Edgar Fajardo y Juan José Alán²

El amaranto es una de las especies que, entre los granos americanos, muestra tener un gran potencial para la alimentación de las poblaciones de diversas regiones en el mundo. Esto se debe a su elevado valor nutritivo, en particular por su proteína con alto contenido de lisina, y a su adaptabilidad para regiones áridas y semiáridas. También se ha observado, según Mujica (1992), un incremento significativo en la productividad del cultivo que alcanza los 2000 kg/ha.

La Red de Cooperación Técnica en Producción de Cultivos Alimenticios de la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, da gran importancia a las actividades de intercambio de germoplasma de amaranto (*A. caudatus*, *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*) y de otras especies, que puedan adaptarse a las diversas regiones de América. Diseñó una prueba regional de cultivares de amaranto de distintos orígenes, en coordinación con el Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), del Perú, y de otras instituciones de investigación de varios países de Sur y Centroamérica. Permitirá identificar y evaluar genotipos promisorios y de alto rendimiento, así como desarrollar paquetes tecnológicos para la producción de amaranto, que serán de utilidad para aquellos programas nacionales que todavía no disponen de resultados adecuados de investigación y producción de semilla mejorada.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras en 1992. La EAP está ubicada a una altitud de 805 m a 14°00' Norte y 87°02'Oeste. Los promedios anuales de temperatura y precipitación son 22°C y 1100 mm, respectivamente. El análisis de suelo indicó una textura franco arcillo-arenosa, un porcentaje de materia orgánica de 2.87, pH de 5.11 y contenidos medios de N y P, y alto de K.

En el estudio se utilizaron once variedades de diferente procedencia: de Perú (5), de Bolivia y Ecuador (2), de Chile y México (1). Todas las variedades tienen grano de color crema.

¹ Trabajo realizado en cooperación con la Red de Cooperación Técnica en Producción de Cultivos Alimenticios, Oficina Regional de FAO para América Latina.

² Estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica y Profesor Asociado, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Para efectos de comparación se evaluaron los rendimientos de las variedades en las condiciones presentes en la EAP, y se hizo una evaluación de las características morfológicas. El diseño experimental usado fue el de Bloques Completamente al Azar, se hizo un análisis de covarianza para ajustar el número de plantas por parcela.

Resultados y Discusión

Los resultados de las evaluaciones morfológicas muestran que el comportamiento de las variedades fue muy variable. Características como altura de planta, color de la inflorescencia, peso de la semilla, rendimiento, etc., presentan gran variabilidad.

En el Cuadro 1 se presenta el análisis de covarianza para determinar las diferencias entre los rendimientos. Se empleó como covariable el número de plantas por parcela.

Cuadro 1. Análisis de covarianza de los rendimientos de once variedades de amaranto (datos transformados por raíz cuadrada). El Zamorano, Honduras, 1992.

Fuente de Variación	S.C.	g.l.	C.M.	F
Repeticiones	226.50	3	75.50	4.17*
Rendimientos	459.12	10	45.91	2.54*
Covariable	356.10	1	356.10	19.69
Error	524.40	29	18.08	-

* Significación estadística al 5% de probabilidad. La covariable es el número de plantas, y la variable es el rendimiento por parcela.

Debido a la falta de uniformidad entre los diversos tratamientos se hizo una transformación de los datos de rendimiento por raíz cuadrada, que es como se presentan los resultados (Cuadro 2). Al hacer la prueba del rango múltiple de Duncan al 5% se determinó que la diferencia mínima significativa fue de 6.15 (Cuadro 2).

Las dos variedades más productoras tienen un alto grado de acame (entre moderado y moderadamente alto), aunque la línea CAC-2074-BA87 tiene un grado bajo en comparación con las otras que están en el mismo grupo estadístico. Rico (1988) menciona que las variedades tienden a ser diferentes ya que pertenecen a diferentes especies y a que provienen de diferentes lugares, por lo cual es necesario hacer este tipo de evaluaciones en diferentes ambientes para conocer la interacción que existe entre el genotipo y el ambiente. En contraste a lo que dice Rico (1988), las variedades que presentaron mayor acame son las variedades de mayor rendimiento, aún siendo las más bajas, mientras que las variedades que en general tuvieron menor grado de acame fueron las altas. Esto, probablemente, se deba a que éstas tienen un sistema radical más profundo, y que a la vez figuran entre las variedades que menos rendimiento obtuvieron.

Cuadro 2. Procedencia, valores transformados y acame de las variedades de amaranto evaluadas. El Zamorano, Honduras, 1992.

Variedad	Procedencia	Valor transformado ^z	Acame ^y
<i>A. cruentus</i>	Chile	33.11 a	7
INIAP Ataco	Ecuador	30.39 ab	6
INIAP Alegría	Ecuador	29.09 abc	4
UTAB Cahuayuma	Bolivia	28.00 abcd	5
Línea CAC-2074-BA87	Perú	27.13 abcd	2
ICTA 01-0012-0	Bolivia	26.60 abcd	6
Selección DEO-HI	México	25.98 bcd	7
Noel Vietmeyer	Perú	25.87 bcd	1
Línea 10-E	Perú	23.25 cd	3
Línea 41-F	Perú	22.86 cd	1
Oscar Blanco	Perú	21.49 d	6

^z Valor de rendimiento (g/12m²) transformado por raíz cuadrada en orden descendente, con una diferencia mínima significativa de 6.15; las letras iguales son de un mismo grupo estadístico.

^y 1, nada; 3, poco; 5, moderado; 7, alto.

En conclusión, es necesario conocer el comportamiento de las especies o variedades de amaranto en diferentes condiciones de clima, para poder, de esta manera, recomendar una especie o variedad para cada ambiente en particular.

Referencias

- Mujica, A. 1992. Prueba Regional de Cultivares de Amaranto (*Amaranthus caudatus* L., *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*), libro de campo. INIAA-FAO. Santiago, Chile, FAO/RLAC. 40 p.
- Rico, M. J. 1988, Caracterización y evaluación de 22 variedades de amaranto (*Amaranthus* spp.) de grano, Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 65 p.