

E.A.P.
193(27)
C.2



ZAMORANO

escuela
agrícola
panamericana

ya
0886
IAI-93

Departamento de Agronomía

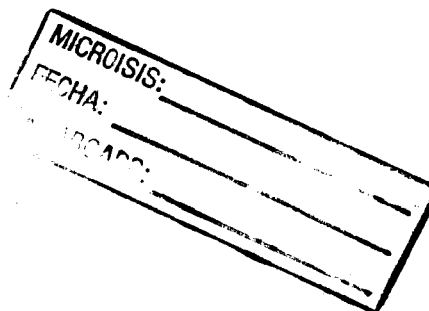
INFORME ANUAL DE
INVESTIGACION - 1993

Volumen 6

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

El Zamorano, Honduras, abril de 1994.

INFORME ANUAL DE INVESTIGACION - 1993
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA



Editor:

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

208483

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
El Zamorano, Honduras, Abril de 1994

El presente Informe Anual de Investigación de 1993 (IAI-93), es un documento que intenta resumir las actividades de investigación conducidas durante 1993 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-93, representa el sexto 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 Departamento de Desarrollo Rural, Escuela Agrícola Panamericana, por el diseño y elaboración de la portada.

TABLA DE CONTENIDO

<u>Títulos y autores</u>	<u>No. página</u>
Evaluación del germoplasma hondureño de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) por su resistencia a la roya (<i>Uromyces appendiculatus</i> (Pers.) Unger.). E.R. Varela, C. Sandlin y J.C. Rosas.....	1
Recolección de germoplasma criollo y silvestre de frijol y maíz en Honduras. O.I. Varela, R.A. Young y J.C. Rosas.....	4
Colección de roya del frijol <i>Uromyces appendiculatus</i> en Honduras. C. Sandlin, J. Steadman, J.C. Rosas y O.I. Varela.....	8
Incremento de la productividad del frijol a nivel de finca mediante la inoculación con cepas de <i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>phaseoli</i> . A. Castro, J.C. Rosas y O. Cosenza.....	11
Evaluación de cepas de <i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>phaseoli</i> en Honduras. A. Castro, J.C. Rosas y O. Cosenza.....	20
Evaluación de la fijación biológica de Nitrógeno y rendimiento de grano de un Vivero Local de Líneas Avanzadas de frijol. A. Castro, J.C. Rosas y O. Cosenza.....	24
Respuesta a la inoculación de <i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>Phaseoli</i> a nivel de finca. A. Castro, J.C. Rosas y O. Cosenza.....	29
Evaluación de la rentabilidad de frijol común con diferentes arreglos espaciales de barreras de sorgo. J. Vélez y J.C. Rosas.....	36
Estabilidad de rendimiento en genotipos de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>) en Honduras. J. Vélez, A. Castro, J.C. Rosas y F. Rodríguez.....	40
Comparación de métodos de control de <i>Acanthoscelides obtectus</i> en frijol almacenado en sacos. R.A. Cisneros, L.A. Pinel, J.E. Guillén y J.C. Rosas.....	44
Comparación económica de sistemas de control de <i>Acanthoscelides obtectus</i> en frijol almacenado en silos metálicos y sacos de nylon. A. Cisneros, L.A. Pinel y J.C. Rosas.....	47

Títulos y autores

No. página

Pérdidas monetarias asociadas con infestaciones de <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh.) y <i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say) (Coleoptera: Bruchidae) en frijoles almacenados por pequeños agricultores en el sureste de Honduras. J.R. Espinal, R. Higgins y V.W. de Malo.....	52
Determinación de la curva de oviposición de <i>Acanthoscelides obtectus</i> bajo tratamientos con calor. R.A. Cisneros, J.E. Guillén, L.A. Pinel y J.C. Rosas.....	56
Conservación de suelos para la producción sostenible de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>). S.E. Viteri, F.A. Reyes y J.C. Rosas.....	60
Efecto del compost y frijol de abono sobre las características del suelo y rendimiento de maíz (<i>Zea mays</i> L.). M. Vásquez, S. Viteri, A.M. Andrews y D. Moreira.....	64
Producción de granos básicos bajo el sistema de labranza cero en el valle de El Zamorano, Honduras. D. Moreira, D. Rodríguez, R. Muñoz, y O. Díaz.....	71
Evaluación de métodos de siembra en la producción de semilla híbrida de maíz y sorgo. J. Andino y D. Moreira.....	76
Caracterización preliminar de 17 genotipos de <i>Vigna</i> spp. en el valle del Zamorano. D. Rodríguez y J.J. Alán.....	81
Características del manejo postproducción de granos de pequeños productores del municipio de Morocelí, El Paraíso, Honduras, 1993. L.A. Pinel, J.E. Guillén y J.E. Argeñal.....	85
Caracterización de la producción de granos básicos de pequeños productores de Morocelí, El Paraíso, Honduras. L.A. Pinel, E. Chirinos y J.H. Izaguirre.....	91
Estudio de mercadeo y alternativas de comercialización de pequeños productores del municipio de Güinope, El Paraíso, Honduras. L.A. Pinel, W.A. Martínez y J.E. Guillén.....	97
Evaluación de siete genotipos de arroz con cinco niveles de fertilización en El Zamorano, Honduras. O. Díaz, J.C. Rodríguez y R. Pineda.....	104

Títulos y autores

No. página

Crecimiento y nodulación de *Leucaena diversifolia* en simbiosis con *Rhizobium* en cinco localidades de Honduras.
S.E. Viteri y F.A. Reyes..... 109

La asepsia en la micropropagación in vitro de plantas ornamentales.
E. Fajardo y J.J. Alán..... 114

Efecto de la manipulación del fotoperíodo en la inducción floral de la flor de pascua.
F. Fernández, W. Colón, C. Zepeda y A. Montes..... 117

Conservación in situ y mejoramiento del maicillo (*Sorghum bicolor*, L. Moench).
F. Gómez, D. Meckenstock, H. Sierra y A. Morán..... 123

El sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) en la industria de escobas biodegradables en Centro América.
G. Cerritos y F. Gómez..... 131

Evaluación preliminar de líneas de maíz tropicales y subtropicales de CIMMYT.
R. Reconco, F. Bueso, G. Cerritos y F. Gómez..... 134

Evaluación de un curso de principios y prácticas de mejoramiento de maíz (*Zea mays*, L.) impartido a pequeños agricultores.
F. Bueso, R. Reconco, F. Gómez, J.C. Rosas y M. Smith..... 138

EVALUACION DEL GERMOPLASMA HONDUREÑO DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.) POR SU RESISTENCIA A LA ROYA (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger.)¹

E.R. Varela², C. Sandlin³ y J.C. Rosas²

En el cultivo de frijol común podemos encontrar un gran número de enfermedades que afectan el rendimiento de los diferentes cultivares en las distintas zonas frijoleras de Honduras. Para conocer la variabilidad y disponer de materiales con características deseables, para su uso en programas de mejoramiento genético, se evaluó la colección de germoplasma hondureño de frijol por su grado de resistencia a la roya. La roya del frijol causada por *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger., es considerada como una de las enfermedades más limitantes de la producción del frijol y ésta distribuida mundialmente (Laundon y Waterston, 1965). Cuando las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la enfermedad, ésta puede atacar desde los primeros estados de desarrollo de la planta provocando defoliación prematura y pérdidas en el rendimiento, que pueden ser del 50% o más, de acuerdo con el grado de susceptibilidad de la variedad (Castaño *et al.*, 1985). El hongo *Uromyces appendiculatus* es un parásito obligado, esto significa que todo su ciclo de vida transcurre en un solo hospedero. El hongo es autoico, es decir que es capaz de completar todo su ciclo en el frijol (Andrus, 1931). Los períodos prolongados (10-18 horas) de humedad relativa mayor de 95% , y las temperaturas moderadas de 17-27°C , son condiciones favorables para la infección (Augustin, 1972).

En el presente estudio se evaluaron un total de 409 genotipos de la colección hondureña. La evaluación de la enfermedad se efectuó basándose en la escala que recomienda CIAT para la evaluación de germoplasma de frijol (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987). Para garantizar una fuente adecuada de inóculo de roya, 10 días antes de la siembra de los genotipos en estudio, se sembró una mezcla de cuatro variedades esparcidores de dicha enfermedad (Brunca, Talamanca, Centa Izalco y Danlí 46 en una proporción de 1:1:1:1); así mismo, se efectuaron aspersiones con uredosporas a los 10 y 15 días después de la siembra.

El ensayo se condujo en un sistema de camas de infección, utilizándose un sistema de riego por neblina para proporcionar condiciones adecuadas para la infección. Consistió de una sola repetición, en donde cada genotipo ocupó un surco de 1 m de largo.

¹ Trabajo realizado con el apoyo del Programa del Título XII Bean/Cowpea CRSP (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 y Jefe del Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

³ Asociado de Investigación, Universidad de Nebraska, Lincoln, EE.UU.

La colección se dividió en dos grupos: materiales precoces (menos de 75 días a la madurez fisiológica) y los materiales tardíos (más de 75 días a madurez fisiológica). Los genotipos fueron sembrados el 10 noviembre 93 y fueron cosechados el 11 enero 94. Durante este período la precipitación fue de 43.4 mm y las temperaturas mínima y máxima promedios fueron de 9.6 y 30.4°C, respectivamente. Las plantas fueron regadas inundando las camas de infección por gravedad.

Los resultados mostraron una gran variabilidad existente en el germoplasma hondureño de acuerdo a su grado de resistencia a la enfermedad (Cuadro 1). Se lograron identificar 19 genotipos altamente resistentes (Cuadro 2), los cuales pueden ser considerados como padres en un programa de mejoramiento para la enfermedad.

Se recomienda seguir evaluando el germoplasma hondureño para otras enfermedades, características morfológicas y agronómicas y rendimiento; también continuar con la evaluación de los genotipos resistentes a la roya en diferentes localidades y épocas, condiciones climáticas y presión de la enfermedad.

Cuadro 1. Variación de la reacción de los genotipos del germoplasma hondureño de frijol a la roya (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger.), durante la época de postrera. El Zamorano, Honduras. 1993-94.

Escala de evaluación ^y	Genotipos		Total genotipos
	Precoces	Tardíos	
1	5	14	19
3	4	4	8
5	22	23	45
7	44	110	154
9	50	133	183
Total genotipos	125	284	409

^y Escala (1= altamente resistente, 3= resistente, 5= intermedia, 7= susceptible y 9= altamente susceptible).

Cuadro 2. Germoplasma hondureño con alta resistencia a la roya del de frijol. El Zamorano, Honduras. 1993-94.

Genotipos	Grado de resistencia	Características de grano ^z	
		Tamaño	Color
F-0138	1	Mediano	rojo claro opaco
F-0177	1	Mediano	rojo claro opaco
F-0196	1	Pequeño	negro brillante
F-0241	1	Mediano	rojo claro opaco
F-0245	1	Mediano	rojo claro opaco
F-0265	1	Pequeño	negro brillante
F-0268	1	Mediano	rosado
F-0275	1	Grande	moteado con rojo
F-0279	1	Grande	rojo oscuro opaco
F-0461	1	Pequeño	negro opaco
F-0463	1	Pequeño	negro brillante
F-0466	1	Mediano	negro brillante
F-0467	1	Mediano	rayado
F-0470	1	Pequeño	negro brillante
F-0474	1	Pequeño	negro opaco
F-0480	1	Pequeño	negro brillante
F-0481	1	Pequeño	rojo claro opaco
F-0484	1	Pequeño	negro brillante
F-0490	1	Pequeño	negro brillante
Danlí 46 (testigo)	7	Pequeño	rojo oscuro brillante
Talamanca (testigo)	7	Pequeño	negro opaco

^z Según Voysest (1983).

Referencias

- Andrus, C.F. 1931. The mechanism of sex in *Uromyces appendiculatus* and *U. vignae*. J. Agr. Res. 42:559-587.
- Augustin, E. 1972. Inheritance of resistance in *Phaseolus vulgaris* to *Uromyces phaseoli typica* brazilian rust race B11 and of plant habit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:526-529.
- Castaña-Zapata, J., C.A. Montoya y M.A. Pastor-Corrales 1985. Influencia del tipo de pústula de roya *Uromyces appendiculatus* (Perts) Unger sobre el rendimiento de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Ceiba (27):321-335.
- Laundon, G.F. and Waterston 1965. *Uromyces appendiculatus*. C. M.I. Description of pathogenic fungi and bacteria. No. 57. 2p.
- Schoonhoven, A. y Pastor-Corrales, M. A. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. CIAT, Cali, Colombia. 56 p.
- Voysest, O. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. CIAT, Cali, Colombia, 87p.

RECOLECCION DE GERMOPLASMA CRIOLLO Y SILVESTRE DE FRIJOL Y MAIZ EN HONDURAS¹

O.I. Varela, R.A. Young y J.C. Rosas²

La expansión de la frontera agrícola con la incorporación de nuevas áreas de vegetación nativa a la producción de cultivos como granos básicos en las zonas bajas, café y frutales varios en zonas intermedias, la deforestación y quema de los bosques, y la sustitución de los cultivares criollos de alta variabilidad genética por la uniformidad genética de las variedades comerciales, constituyen los principales agentes erosivos de la diversidad genética de las especies cultivadas en Honduras.

Existen zonas en el país en donde el proceso irreversible de extinción de materiales criollos de frijol y maíz, se encuentra en niveles avanzados, tales son el caso de los departamentos de El Paraíso, Choluteca, Francisco Morazán y Olancho. La necesidad de rescatar la variabilidad genética aún existente de estos dos cultivos constituye una prioridad regional.

Este proyecto fue financiado por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, siglas en inglés) y la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). El proyecto fue planificado para trabajar en las regiones Centro-Sur, Sur-Oriental y Occidental (Young y Núñez, 1986) de Honduras, cubriendo específicamente los departamentos de Olancho, Yoro, Santa Bárbara, Copán, Ocotepeque y Lempira. El nivel de erosión genética y la variabilidad existentes, fueron los criterios utilizados en la selección de las zonas de recolección (Rosas y Young, 1991). Los objetivos primordiales para la realización de este proyecto fueron:

1. Rescatar la variabilidad genética aún existente de materiales criollos y silvestres de *Phaseolus* y *Zea mays* en Honduras.
2. Realizar una evaluación agronómica de los materiales colectados.
3. Poner a disposición de las instituciones nacionales e internacionales la diversidad genética hondureña de estas especies para que puedan ser utilizados en programas de mejoramiento.

Misiones de Exploración y Colección

Las actividades se iniciaron en Julio de 1990, realizándose hasta Febrero de 1994, 20 misiones oficiales entre exploraciones y colecciones de germoplasma (Cuadro 1). Además se han visitado otros

¹ Trabajo realizado con el apoyo del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), y el Departamentos de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Investigador Asistente, Ex-Profesor Asistente y Jefe del Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

departamentos del país aparte de los planificados, tales como Choluteca, Francisco Morazán, Valle, El Paraíso, Comayagua, Intibucá, La Paz, Colón y Atlántida.

Las muestras encontradas son representativas de la variabilidad existente de materiales criollos y silvestres de frijol y maíz. Se han colectado un total de 453 accesiones de frijol criollo, 319 de maíz criollo, y 79 de otras especies de leguminosas incluyendo otros *Phaseolus* (Cuadros 2 y 3).

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 IPGRI, y toda la información se encuentra archivada en el sistema computarizado del Programa de Frijol del mismo Departamento.

La colección de germoplasma de *Phaseolus vulgaris* ha sido enviada al CIAT, Colombia, y al USDA/TARS, Mayagüez, Puerto Rico. Duplicados del germoplasma de maíz se enviarán al CIMMYT. Al mismo tiempo, el material quedará disponible para cualquier programa de mejoramiento o instituciones interesadas en obtenerlas.

Evaluación de Germoplasma

Parte de la colección de *Phaseolus vulgaris* ha venido caracterizándose agronómicamente y se han hecho evaluaciones de enfermedades como la bacteriosis común causada por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, el virus del mosaico dorado del frijol y la roya del frijol (*Uromyces appendiculatus*). Los resultados de estas evaluaciones se encuentran en el informe IAI-91 y en el presente informe IAI-93 (Young et al., 1992; Varela et al., 1994).

Conclusiones y Recomendaciones

La recolección de germoplasma fue muy exitosa ya que se pudo recolectar una gran variabilidad de materiales criollos y silvestres de frijol y maíz. Así mismo se observó que el proceso irreversible de extinción de los materiales criollos se encuentra en niveles avanzados.

Es recomendable continuar la recolección en otras regiones especialmente las áreas de bosques nublados en donde posiblemente se encuentren frijoles silvestres. Así mismo se debe continuar las evaluaciones agronómicas del germoplasma y recomendar su uso en mejoramiento.

Cuadro 1. Misiones de exploración y recolección de *Phaseolus* y maíz realizada en Honduras, 1990-94.

Mes	Año	Departamento
Enero	91	Olancho*
Ene-Feb	91	Yoro*
Abril	91	Zona Sur
Junio	91	Comayagua
Julio	91	Copán
Sep-Oct	91	Intibucá*
		Santa Bárbara*
Febrero	92	Copán
		Santa Bárbara
Marzo	92	Lempira
Junio	92	Copán
		Ocotepeque
Ago-Sep	92	Santa Bárbara
Octubre	92	El Paraíso
Diciembre	92	Choluteca
Enero	93	Atlántida
Febrero	93	Colón, Yoro
		Olancho
Abril	93	La Paz
Mayo	93	Lempira
Enero	94	Fco. Morazán

* Misiones con exploración previa.

Cuadro 2. Accesiones de germoplasma colectadas en 15 departamentos de Honduras, 1990-94.

Departamento	<i>Z. mays</i>	<i>P. vulgaris</i>	Otras especies
Yoro	31	69	9
Olancho	16	18	2
Santa Bárbara	13	63	0
Copán	24	37	4
Ocotepeque	51	42	2
Lempira	46	44	10
Intibucá	15	10	3
Fco. Morazán	31	44	24
Comayagua	14	16	1
Choluteca	21	30	9
Valle	1	7	1
El Paraíso	11	19	1
Atlántida	15	28	4
Colón	2	1	0
La Paz	28	25	9
Total	319	453	79

Cuadro 3. Especies de *Phaseolus* y otras leguminosas colectadas en Honduras, 1990-94.

<i>P. acutifolius</i>	5
<i>P. anisotrichus</i>	1
<i>P. coccineus</i>	19
<i>P. lunatus</i>	9
<i>P. tuerckheimii</i>	1
<i>P. oligospermus</i>	1
Otras leguminosas ²	43
Total	79

² *Centrosema pubescens*, *C. segittata*, *Pachyrhisus 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.
- Varela, E.R., C. Sandlin y J.C. Rosas. 1994. Evaluación de germoplasma hondureño de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) por su resistencia a la roya (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger). (Ver páginas 1-3 de este volumen).
- Young, R.A. y M.A. Núñez. 1986. Los recursos fitogenéticos en Honduras. Secretaría de Recursos Naturales. Tegucigalpa, Honduras, C.A. 23 p.
- 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.

COLECCION DE ROYA DEL FRIJOL *Uromyces appendiculatus* EN HONDURAS¹

C. Sandlin², J. Steadman², J.C. Rosas³ y O.I. Varela³

La roya del frijol causada por *Uromyces appendiculatus* (Per.) Unger., es considerada como una de las enfermedades más limitantes de la producción del frijol y está distribuida mundialmente (Laundon y Waterston, 1965). Según Zaumeyer y Thomas (1957) esta enfermedad puede atacar desde los primeros estados de desarrollo de la planta, provocando defoliación prematura y efectos severos en el rendimiento del cultivo. Las pérdidas en rendimiento pueden ser del 50% o más, según el grado de susceptibilidad de la variedad (Castaño *et al.*, 1985).

Caracterizaciones previas de un número limitado de muestras colectadas en el Valle de El Zamorano y en Danlí han indicado que las poblaciones del hongo de la roya del frijol *Uromyces appendiculatus* en Honduras es extremadamente diversa. El objetivo de realizar colecciones adicionales fue el obtener patotipos del hongo de varias localidades y ambientes en Honduras, así como el obtener frijoles hospederos. Estas colecciones representan más adecuadamente la variabilidad del hongo en Honduras y en la región centroamericana.

Lugares de Colección

Las colecciones fueron realizadas durante los meses de Noviembre 93 a Enero 94, colectándose en 61 localidades de los departamentos de El Paraíso, Francisco Morazán, Olancho, Santa Bárbara, Copán, Lempira y Ocotepeque. La mayoría de los lugares muestreados fueron parcelas de producción de variedades locales de frijol. Varios lugares tenían ensayos de germoplasma de frijol sembrados por la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Colecciones también fueron hechas en El Zamorano, y en los ensayos de germoplasma sembrados por la Secretaría de Recursos Naturales en El Barro, El Paraíso y San Francisco del Valle, Ocotepeque. Dos siembras comerciales de mediana escala fueron visitadas en Olancho y en El Paraíso.

¹ Trabajo realizado con apoyo del Programa Bean/Cowpea CRPS (Donación USAID No. DAN-1310-G-SS-6008-00), y el Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Asociado de Investigación y Profesor Asociado, Departamento de Fitopatología, Universidad de Nebraska, USA.

³ Asistente de Investigación y Jefe del Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

Germoplasma Muestreado

La mayoría de colecciones fueron hechas de variedades criollas o material cultivado de *Phaseolus vulgaris*, la mayoría de los cuales fueron frijoles tipos rojos hondureños. Varias muestras de los departamentos de Santa Bárbara, Copán y Lempira fueron tomadas en variedades de frijol negro. Tres colecciones fueron realizadas en *Phaseolus coccineus* silvestre o tipo maleza en Francisco Morazán y Ocotepeque. Una colección adicional fue hecha en una especie silvestre de frijol no identificado en Tatumbla, Francisco Morazán.

Métodos de Colección

En el campo, las hojas con pústulas fueron colocadas en sobres pequeños. Al final del día, los sobres conteniendo las muestras fueron esparcidos en una mesa o escritorio y dejados a secar por 3 días. Una vez seco, las muestras fueron mantenidas en refrigeración hasta su inoculación en hojas. Las muestras preparadas y almacenadas de esta manera han permanecido viables por lo menos 3 meses.

Las muestras que fueron pústulas frescas cuando se colectaron en la primera semana permanecieron aún viables cuando fueron inoculadas en plantas de frijol 9 semanas más tarde. Las colecciones que eran viejas o en pobres condiciones en el campo fueron menos viables, ya sea que fueron colectadas al inicio o al final del período de colección de 7 semanas. La colección de la muestra al momento de realizarse, parece ser el factor más importante en términos de viabilidad, asumiendo una preparación y almacenamiento adecuado de las muestras.

La localidad (lugar, pueblo más cercano, municipio y departamento), los nombres de los agricultores, la fecha, el cultivar, la altitud, los nombres de los participantes en la colección y cualquier información pertinente fue registrada en el sobre conteniendo la muestra. Cuando fue posible, semilla del cultivar de frijol hospedero fue colectada en el campo. Las semillas fueron usadas para la amplificación inicial de las colecciones de campo.

Amplificación inicial de los aislamientos del campo

En la Universidad de Nebraska, las colecciones de campo son ampliadas inoculando las hojas primarias de un cultivar susceptible o en el hospedero original crecido de semillas colectadas en el campo. Esto es hecho mediante el lavado de urediniosporas de las hojas secas usando una brocha y una solución surfactante suave (Tween 20, 40 ul/L). La suspensión de esporas es esparcida en las hojas primarias. La planta inoculada es incubada en una cámara húmeda por lo menos 16 horas, y luego colocada en jaulas aisladas de tela en el invernadero. Las esporas son colectadas de las pústulas resultantes 14 días más tarde. Si la amplificación inicial produce muy pocas esporas, la colección es amplificada por una segunda vez.

Purificación de los aislamientos de roya

Un juego de 20 cultivares diferenciales de roya estándares y una variedad susceptible local son inoculados con esporas provenientes de la amplificación inicial de las colecciones. Dos miligramos de esporas son suspendidas en una solución surfactante Tween 20 (40 ul/L) e inoculada por aspersion sobre hojas primarias de las plantas de frijol. Las pústulas se dejan desarrollar en las hojas primarias por 8-9 días. Pústulas jóvenes son recortadas de las hojas, envueltas en papel cera y dejadas a desarrollarse por 2-3 días más. Luego las pústulas son abiertas en una pequeña cantidad de la solución de Tween 20, las esporas son suspendidas y luego transferidas con brocha a las hojas primarias de plantas del mismo cultivar del que se recortaron las pústulas. Las plantas inoculadas son incubadas en una cámara húmeda por lo menos 16 horas y luego pasadas a una jaula de tela aislada en el invernadero. Las esporas del aislamiento son colectadas en las pústulas resultantes a los 14 días más tarde.

Proyecciones Futuras

Los aislamientos y la información obtenida de estas colecciones serán usados en estudios que se relacionen directamente con los programas de mejoramiento de Honduras, y para estudios diseñados a entender mejor la diversidad de *Uromyces appendiculatus* a nivel mundial. Los aislamientos están siendo caracterizados usándose diferenciales de virulencia en cultivares comunes de frijol, y análisis de ADN polimórfico amplificado al azar (RAPD). La definición de los patotipos de *Uromyces appendiculatus* de Honduras permitirá que se faciliten las evaluaciones de germoplasma de frijol para resistencia a la roya. La caracterización de aislamientos de Mesoamérica y la región andina de Suramérica se espera que demuestre la existencia de poblaciones distintas del hongo.

Referencias

- Castaño-Zapata, J., C.A. Montoya y M.A. Pastor-Corrales 1985. Influencia del tipo de pústula de roya *Uromyces appendiculatus* (Perts) Unger. Sobre el rendimiento de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Ceiba (27):321-335.
- Laundon, G.F. and J. M. Waterston 1965. *Uromyces appendiculatus*. C. M.I. Description of Pathogenic fungi and bacteria. No. 57. 2p.
- Zaumeyer, W.J. and H.R. Thomas. 1957. A monographic study of bean diseases and methods for their control. U.S.D.A. Agr. Tech. Bull No. 868. pp 34-42.

INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL FRIJOL A NIVEL DE FINCA MEDIANTE LA INOCULACION CON CEPAS DE *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*¹

A. Castro, J.C. Rosas y O. Cosenza²

Con el objeto de evaluar la respuesta del cultivo del frijol a la inoculación con cepas seleccionadas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* en combinación con diferentes variedades, y de analizar la rentabilidad de la aplicación de esta tecnología, se condujeron dos ensayos a nivel de finca en la región Centro-Oriental de Honduras, durante la época de postrera de 1993.

Materiales y Métodos

Los ensayos se llevaron a cabo en las localidades de Morocelí y San Francisco, del 27 Septiembre (primera siembra) al 20 Diciembre 93 (última cosecha). Las características de los suelos utilizados fueron textura franco arenosa, pH 4.8, 3.0% de M.O., 0.08% de N total, 6.8 ppm de P y 125 ppm de K, en Morocelí; y textura franco arenosa, pH 4.9, 2.3% de M.O., 0.09% de N total, 121 ppm de P y 337 ppm de K, en San Francisco.

El diseño experimental empleado fue parcelas divididas con cuatro repeticiones por localidad. Cada repetición constaba de 10 tratamientos que consistían en aplicar a dos variedades, una mejorada recomendada y una tradicionalmente usada por el agricultor (parcela principal), cinco tipos de fertilización nitrogenada (subparcela). La variedad mejorada utilizada fue 'Dorado', y las variedades tradicionales fueron Chile (Morocelí) y Catrachita (San Francisco). Los tipos de fertilización nitrogenada eran inoculación con las cepas KIM 5, CIAT 613 y CR 477, sin inoculación con aplicación de baja cantidad de N (llamado bajo N y refiriéndose a la fertilización del agricultor, equivalente a 11.7 kg de N/ha) y sin inoculación con aplicación de alta cantidad de N (llamado alto N y equivalente a 100 kg de N/ha).

La parcela experimental consistió en seis surcos de 4.0 m de largo y 0.5 m de ancho, con un distanciamiento de 0.1 m entre plantas. Las parcelas estuvieron separadas por un surco de maíz variedad HPB, para disminuir la contaminación entre tratamientos.

Antes de la siembra se hizo una aplicación general de 1 qq/mz (65 kg/ha) de 18-46-0, que es la dosis acostumbrada por el agricultor, quedando así establecido el tratamiento de bajo N. En las parcelas con alto N, se aplicó un suplemento de 38.3 kg de N/ha a la siembra y 50 kg de N/ha en la etapa V4 (tercera hoja trifoliada), utilizando urea.

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

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

La inoculación con las cepas fue realizada al momento de la siembra aplicándolas en forma de inóculo líquido, con el fin de procurar una mayor uniformidad en su distribución.

Con el objeto de evaluar la respuesta de las variedades a los tratamientos aplicados, se realizaron tres muestreos de plantas.

En la etapa V4 (tercera hoja trifoliada), se evaluó la habilidad noduladora de las variedades bajo los tratamientos de fertilización. Para ello se extrajeron las raíces de seis plantas por parcela, de las que fueron separados los nódulos; los cuales fueron secados a una temperatura de 70°C durante 48 horas para determinar su número y peso seco (NN y PSN). En las etapas R6 (floración) y R8 (llenado de grano) se determinó el peso seco de la parte aérea (PSPA), analizándose además el porcentaje y contenido de N de la parte aérea en R8. Finalmente, en la etapa R9 (madurez fisiológica), se determinó el rendimiento de 50 plantas por parcela.

Así mismo, se realizó un análisis económico sobre la rentabilidad del uso de inoculantes en la producción de frijol, en comparación a la técnica de fertilización tradicionalmente empleada por los agricultores y el testigo con alto N. Los costos diferenciales por tratamiento (Cuadro 1) utilizados para realizar el análisis marginal comparativo, incluyeron la variedad (semilla utilizada) y el tipo de fertilización empleada. Por ser similar el costo diferencial de aplicación para todas las cepas, los datos de rendimiento con inoculación utilizados en el análisis marginal comparativo de cada localidad (cuadros 4 y 5), fueron los de la cepa que obtuvo el mayor rendimiento de grano con cada variedad.

Resultados y Discusión

En la localidad de Morocelí, se observó diferencias significativas entre la nodulación de las variedades, alcanzando la variedad local frijol Chile un mayor NN y PSN en la etapa V4 (Cuadro 2). El PSN en esta etapa fue muy inferior en las parcelas con alto N con respecto a las cepas y bajo N, las cuales no fueron diferentes entre ellas. Para el rendimiento de grano únicamente se encontró diferencias entre variedades, resultando superior la producción de la variedad Chile.

Pese a que tampoco existió interacción significativa entre la variedad y el tipo de fertilización (VxF), los mayores rendimientos se observaron en los tratamientos de la variedad Chile en condiciones de bajo y alto N y con la cepa CR 477.

El análisis marginal comparativo indicó que cinco de los seis tratamientos evaluados resultaron dominados (Cuadro 4), resultando dominante la tecnología tradicional del agricultor.

Debido a que en 1993 la incidencia del VMDF no fue importante, la variedad Dorado no mostró su mayor potencial como en años anteriores; más bien por ser una variedad más tardía que la variedad local Chile, fue afectada por la disminución de las lluvias en esta localidad. El ciclo de lluvias coincidió con las etapas de madurez fisiológica de Chile, mientras que la variedad Dorado se encontraba aún en la etapa de llenado de grano.

En la localidad de San Francisco, ninguna de las variables de nodulación fueron afectadas por los factores evaluados, exceptuando el PSN-V4, donde las cepas y la aplicación de bajo N fueron superiores al tratamiento con alto N (Cuadro 3).

Los valores de PSPA-R6 de la variedad Catrachita fueron significativamente superiores; sin embargo, no hubo diferencias para las variables PSPA, porcentaje y contenido de N en la etapa R8. El rendimiento de grano fue significativo únicamente para el factor variedad, con una producción de 1483 kg/ha de Catrachita versus 1302 kg/ha de Dorado.

Aunque la interacción VxF no fue significativa en rendimiento, las mayores producciones de grano se obtuvieron al inocular la variedad Catrachita con cepas de Rlp. El menor rendimiento fue obtenido con la aplicación de alto N en ambas variedades, aparentemente debido al exceso de este elemento durante las etapas tempranas de crecimiento del cultivo.

Según el análisis marginal realizado para esta localidad (Cuadro 5), con la práctica de inoculación en la variedad Catrachita se obtuvo una tasa de retorno marginal de 3790% sobre la aplicación de bajo N en la misma variedad, que es la tecnología del agricultor. Todos los demás tratamientos resultaron dominados por los dos anteriores.

En el análisis combinado de ambas localidades, los mayores valores de NN y PSN en la etapa V4 fueron alcanzados en San Francisco, con las variedades locales, y los tratamientos de inoculación y fertilización con bajo N (Cuadro 6).

El promedio de PSPA-R6 de Morocelí fue significativamente superior; también lo fueron la variedad local y la aplicación de alto N.

Solamente el factor localidad afectó el porcentaje de N en la etapa R8, que fue superior en San Francisco. El rendimiento de grano fue influenciado significativamente por la localidad y por la variedad utilizada, siendo superior en Morocelí y con el uso de la variedad local. No existió interacción significativa entre los factores VxF ni LxVxF.

Las diferencias observadas entre localidades corresponden a situaciones ambientales diferentes. En Morocelí, la cantidad y distribución de la precipitación fue óptima durante casi todo el ciclo del cultivo, lo que permitió un excelente desarrollo y acumulación de materia seca finalmente reflejada en el rendimiento de grano. En San Francisco, las condiciones incluyen una alta población de Rlp nativo (1.0×10^5 cel/g) y un nivel medio de N en el suelo; sin embargo, el rendimiento del cultivo fue afectado por una precipitación pobre y errática durante la mayor parte de su ciclo de crecimiento. Nuevamente, las diferencias en rendimiento observadas entre las variedades se explica, parcialmente, debido a que las condiciones ambientales prevalentes durante el transcurso de los ensayos fueron más favorables para el desarrollo de las variedades locales de mayor precocidad que para la variedad mejorada recomendada.

Conclusiones y Recomendaciones

Pese a que en las localidades donde se condujeron los experimentos, la producción obtenida al inocular el cultivo del frijol con cepas seleccionadas de *Rlp* no fue estadísticamente diferente a la alcanzada con la aplicación de la tecnología tradicional del agricultor y, a que en una de ellas la rentabilidad de la aplicación de inoculantes con la cepa CR 477 fue superior a la misma, aún no es factible definir el potencial de la aplicación de inoculantes para solventar la problemática de los productores de frijol en cuanto a la obtención de mejores rendimientos.

Se recomienda la repetición de estos ensayos a través de varios ciclos de cultivo y bajo la influencia de diferentes ambientes y condiciones edáficas, con el fin de ampliar el dominio de recomendación para la difusión de esta práctica como una tecnología complementaria a la tradicional del agricultor.

Cuadro 1. Costos diferenciales por tratamiento en evaluaciones de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca. Honduras, 1993.

	Costo/unidad ² (US\$/kg)	Cantidad (kg/ha)	Valor (US\$/ha)
A. Variedad			
1. Mejorada (Dorado)	0.86	45	38.7
2. Productor (Var. local)	0.63	45	28.7
B. Fertilización			
1. Bajo N + Inoculación			
a. 18-46-0	0.24	64	15.5
b. Inoculante	7.97	0.22	1.8
c. Mano de obra	2.18 US\$/día	0.5 (día)	1.1
2. Bajo N (Productor)			
a. 18-46-0	0.24	64	15.5
3. Alto N			
a. 18-46-0	0.24	64	15.5
b. Urea	0.21	191	40.4

	Tratamientos					
	1-3	4	5	6-8	9	10
A. Variedad	38.7	38.7	38.7	28.7	28.7	28.7
B. Fertilización						
18-46-0	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
Inoculante	1.8			1.8		
Mano de obra	1.1			1.1		
Urea			40.4			40.4
Total (A+B)	57.1	54.2	94.6	47.1	44.2	84.6

² Tasa de cambio al 31/9/93: US\$ 1.00 = Lps. 6.96

Cuadro 2. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano de dos variedades de frijol en evaluaciones de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca. Morocelí, Honduras, 1993.

Factor	NN-V4 (pl)	PSN-V4 (mg/pl)	PSPA-R6 (g/pl)	PSPA-R8 (g/pl)	N-R8 (%)	N-R8 (mg/pl)	Rdto-R9 (kg/ha)
<u>Variedad (V)</u>							
Dorado	18.6	26	8.7	13.8	1.9	269	2,097
Chile	39.8	47	9.8	17.6	1.9	326	2,556
ANDEVA	**	*	ns	ns	ns	ns	*
<u>Fertilización (F)</u>							
KIM 5	30.2	40	8.4	15.7	1.9	299	2,196
CIAT 613	37.8	44	8.1	14.3	2.1	289	2,152
CR 477	26.8	39	9.2	16.8	1.8	310	2,326
Bajo N	31.0	49	9.2	13.8	2.0	267	2,324
Alto N	20.1	11	11.2	18.2	1.7	323	2,634
ANDEVA	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (0.05)	--	32	--	--	--	--	--
<u>V x F</u>							
Dorado							
KIM 5	23.1	34	7.7	13.3	2.0	280	1,865
CIAT 613	19.7	33	7.6	13.2	2.1	291	2,230
CR 477	18.7	19	8.6	13.9	1.7	241	2,003
Bajo N	20.9	38	8.4	12.2	2.1	250	1,816
Alto N	10.4	6	11.1	16.7	1.7	286	2,572
Chile							
KIM 5	37.3	46	9.2	18.1	1.7	318	2,528
CIAT 613	56.0	55	8.6	15.3	2.0	287	2,074
CR 477	35.0	58	9.7	19.7	1.9	380	2,648
Bajo N	41.1	61	10.0	15.4	1.9	285	2,832
Alto N	29.8	17	11.3	19.6	1.8	360	2,695
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	29.3	5.4	22.8	24.4	10.1	7.6	21.1

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

Cuadro 3. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano de dos variedades de frijol en evaluaciones de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca. San Francisco, Honduras, 1993.

Factor	NN-V4 (pl)	PSN-V4 (mg/pl)	PSPA-R6 (g/pl)	PSPA-R8 (g/pl)	N-R8 (%)	N-R8 (mg/pl)	Rdto-R9 (kg/ha)
<u>Variedad (V)</u>							
Dorado	55.3	89	5.8	14.6	2.2	338	1,302
Catrachita	51.4	109	6.5	15.3	2.1	330	1,483
ANDEVA	ns	ns	*	ns	ns	ns	*
<u>Fertilización (F)</u>							
KIM 5	49.7	101	6.2	15.4	2.1	330	1,500
CIAT 613	51.2	103	5.8	15.2	2.1	334	1,419
CR 477	57.5	119	5.9	13.9	2.2	314	1,468
Bajo N	58.7	101	5.7	14.8	2.3	346	1,430
Alto N	49.7	72	7.1	15.7	2.2	347	1,147
ANDEVA	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (0.05)	--	32	--	--	--	--	--
<u>V x F</u>							
Dorado							
KIM 5	55.7	93	5.8	14.5	2.0	296	1,432
CIAT 613	53.9	104	5.1	14.7	2.2	328	1,324
CR 477	60.0	105	5.8	13.0	2.3	315	1,375
Bajo N	59.4	77	5.2	13.9	2.5	369	1,410
Alto N	47.8	68	7.1	17.1	2.2	384	970
Catrachita							
KIM 5	43.7	109	6.6	16.2	2.2	364	1,568
CIAT 613	48.6	102	6.5	15.8	2.1	339	1,514
CR 477	55.0	133	6.1	14.8	2.1	313	1,562
Bajo N	58.0	125	6.2	15.6	2.0	322	1,450
Alto N	51.6	76	7.1	14.2	2.1	309	1,324
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	15.1	3.5	19.2	19.0	4.9	6.9	24.7

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

Cuadro 4. Análisis marginal comparativo en evaluaciones de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca. Morocelí, Honduras, 1993.

Tratamiento	Rdto. (kg/ha)	Ing. br. (US \$) ^z	Co Dif	Be Dif	ΔCo	ΔBe	TRM%
9) Chile+Bajo N	2,832	2,719	44.2	2,674	--	--	--
10) Chile+Alto N	2,695	2,588	84.6	2,503 D			
6-8) Chile+Inoc. ^y	2,648	2,543	47.1	2,495 D			
5) Dorado+Alto N	2,572	2,470	94.6	2,375 D			
1-3) Dorado+Inoc. ^x	2,230	2,141	57.1	2,083 D			
4) Dorado+Bajo N	1,816	1,744	54.2	1,689 D			

^z Tasa de cambio al 20/1/94: US\$ 1.00 = Lps. 7.33

^y Se utilizó el rendimiento promedio de la cepa CR 477

^x Se utilizó el rendimiento promedio de la cepa CIAT 613

Cuadro 5. Análisis marginal comparativo en evaluaciones de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca. San Francisco, Honduras, 1993.

Tratamiento	Rdto. (kg/ha)	Ing. br. (US \$) ^z	Co Dif	Be Dif	ΔCo	ΔBe	TRM%
9) Catrachita+Bajo N	1,450	1,392	44.2	1,347			
6-8) Catrachita+Inoc. ^y	1,568	1,505	47.1	1,457	} 2.9	110	3790
1-3) Dorado+Inoc. ^y	1,432	1,375	57.1	1,317 D			
4) Dorado+Bajo N	1,410	1,354	54.2	1,299 D			
10) Catrachita+Alto N	1,324	1,271	84.6	1,186 D			
5) Dorado+Alto N	970	931	94.6	836 D			

^z Tasa de cambio al 20/1/94: US\$ 1.00 = Lps. 7.33

^y Se utilizó el rendimiento promedio de la cepa KIM 5

Cuadro 6. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano de dos variedades de frijol en evaluaciones de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca. Honduras, 1993.

Factor	NN-V4 (pl)	PSN-V4 (mg/pl)	PSPA-R6 (g/pl)	PSPA-R8 (g/pl)	N-R8 (%)	N-R8 (mg/pl)	Rdto-R9 (kg/ha)
<u>Localidad (L)</u>							
Morocelí	29.2	37	9.2	15.7	1.9	0.29	2,326
San Francisco	53.4	99	6.1	15.0	2.2	0.33	1,393
ANDEVA	**	**	**	ns	**	ns	**
<u>Variedad (V)</u>							
Dorado	29.6	44	7.2	14.2	2.1	0.30	1,700
Var. local	34.3	61	8.1	16.5	2.0	0.32	2,019
ANDEVA	*	**	*	ns	ns	ns	**
<u>L x V</u>							
ANDEVA	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DMS (0.05)	10.0	--	--	--	--	--	--
<u>Fertilización (F)</u>							
KIM 5	31.1	57	7.3	15.5	2.0	0.31	1,848
CIAT 613	34.3	55	7.0	14.8	2.1	0.31	1,785
CR 477	33.4	62	7.6	15.3	2.0	0.31	1,897
Bajo N	35.6	61	7.5	14.3	2.1	0.30	1,877
Alto N	25.4	30	9.2	16.9	2.0	0.33	1,890
ANDEVA	*	**	**	ns	ns	ns	ns
DMS (0.05)	9.1	18	1.2	--	--	--	--
V x F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
L x V x F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	49.6	44.5	22.2	22.0	7.8	7.2	22.8

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

EVALUACION DE CEPAS DE *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* EN HONDURAS¹

A. Castro, J.C. Rosas y O. Cosenza²

Con el objeto de identificar cepas sobresalientes por su efectividad potencial de fijación biológica de nitrógeno (FBN) y rendimiento de grano, para su evaluación posterior a nivel de finca, se condujeron tres ensayos de evaluación de diez cepas del subprograma FBN de ProFrijol bajo condiciones de campo en El Zamorano, Honduras, en la época de postrera de 1993.

Materiales y Métodos

El material experimental usado fue la variedad "Dorado". Las características de los suelos usados se muestran en el Cuadro 1. El diseño experimental empleado fue bloques completos al azar con cinco repeticiones. Cada repetición constaba de las 10 cepas en evaluación, un testigo con fertilización (100 kg de N/ha) y un testigo control (sin inoculación ni fertilización nitrogenada).

La parcela experimental consistió en un surco de 5.0 m de largo y 0.6 m de ancho, con un distanciamiento de 0.1 m entre plantas. Las parcelas estuvieron separadas por surcos individuales de maíz variedad HPB, para disminuir la contaminación entre tratamientos. Antes de la siembra se hizo una fertilización general con 0-46-0 (150 kg/ha) y NaMoO₄ (0.3 kg/ha). La inoculación con las cepas fue realizada al momento de la siembra aplicándolas en forma de inóculo líquido, con el fin de procurar una mayor uniformidad en su distribución. La fertilización del testigo con 100 kg de N/ha se distribuyó en dos aplicaciones (50 kg de N/ha en cada una), al momento de la siembra y a los 15 días después de la siembra (DDS).

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

Con el objeto de evaluar la habilidad noduladora de la variedad Dorado bajo la influencia de cada cepa, se hizo un muestreo de plantas en la etapa R6 (floración). Para ello se extrajeron las raíces de seis plantas por parcela, de las que fueron separados los nódulos; los cuales fueron secados a una temperatura de 70°C durante 48 horas para determinar su número y peso seco (NN y PSN).

En las etapas R6 y R8 (llenado de grano) se determinó el peso seco de la parte aérea (PSPA) de seis plantas por parcela, analizándose además el porcentaje y contenido de N de la parte aérea en R8.

¹ Trabajo realizado con fondos proporcionados por COSUDE a través del 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 Asistente de Investigación, Jefe de Departamento y Asistente de Laboratorio, respectivamente, Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

En la etapa R9 (madurez fisiológica), se determinó el rendimiento de 10 plantas por parcela.

Las relaciones entre el efecto de la inoculación con *Rlp* versus el testigo control y el testigo con 100 kg de N/ha sobre la nodulación (NN y PSN) y el rendimiento de grano, fueron estimadas mediante el índice de respuesta a inoculación (IRI). Las fórmulas empleadas fueron: $IRI_C = NN_I / NN_C$ e $IRI_N = NN_I / NN_N$, donde NN_I igual al número de nódulos de cada cepa, NN_C igual a número de nódulos del testigo control y NN_N igual a número de nódulos del testigo con N; $IRI_C = PSN_I / PSN_C$ e $IRI_N = PSN_I / PSN_N$, donde PSN_I igual al peso seco de nódulos de cada cepa, PSN_C igual a peso seco de nódulos del testigo control y PSN_N igual a peso seco de nódulos del testigo con N. Para estimar el IRI del rendimiento se emplearon las fórmulas $IRI_C = R_I / R_C$ e $IRI_N = R_I / R_N$, donde R_I igual a rendimiento de grano bajo inoculación, R_C igual a rendimiento del testigo control y R_N igual a rendimiento del testigo N.

Resultados y Discusión

No hubo diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas en la etapa R6 (Cuadro 2). Los mayores promedios de NN fueron obtenidos por las cepas BAT 761, 2.1 y CIAT 613, y los de PSN por las cepas 2.1, CR 477 y BAT 761. En ambas variables, todas las cepas fueron superiores a los testigos.

Se encontró respuesta significativa en el PSPA de la etapa R8, siendo mayores los pesos del testigo control, la cepa BAT 761 y la 2.1, aunque estos únicamente fueron superiores al de la cepa 2.8.

Los valores de N fueron afectados por los tratamientos, alcanzándose los porcentajes más altos con las cepas 2.8, 4025 y 4050, aunque estas no fueron superiores a KIM 5 ni MUS 181, pero sí a las otras cepas y los testigos; y los mayores contenidos de N con el testigo control y la cepa 2.1, cuyos pesos superaron al resto de los tratamientos.

Aunque los valores de rendimiento no fueron significativamente diferentes, las mayores producciones fueron alcanzados por las cepas 4050, KIM 5 y CIAT 613. A excepción del IRI_N de la cepa MUS 181, todas las cepas alcanzaron un $IRI \geq 1$ para las variables de nodulación en la etapa R6, lo cual indica una buena respuesta a la inoculación (Cuadro 3). Las tres cepas que alcanzaron la mayor producción, obtuvieron un $IRI_R \geq 1$ con respecto al testigo control, y seis cepas un IRI mayor que 1 con respecto al testigo con N.

Conclusiones y Recomendaciones

Los rendimientos obtenidos con las cepas KIM 5, CIAT 613 y CR 477, demuestran que hubo una buena metodología de selección durante el anterior período de evaluación de cepas a nivel de campo (Rosas *et al.*, 1990; 1991) y de finca (Rosas *et al.*, 1992). Debido a la variabilidad e inconsistencia observados en los resultados, sugerimos se realicen modificaciones en las metodologías de establecimiento y evaluación de los ensayos, como ser un mayor

número de repeticiones y de plantas utilizadas en cada muestreo, realizando una menor cantidad de muestreos.

Referencias

Rosas, J.C., Mendoza, C.F. y Robleto, E.A. 1990. Evaluación de cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* en el Zamorano, Honduras. pp 15-18. Informe Anual de Investigación, Volumen 3. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

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.

Rosas, J.C. y Castro, J.A. 1992. Evaluación de cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca. pp 4-9. Informe Anual de Investigación, Volumen 5. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Cuadro 1. Características de los suelos utilizados en los ensayos de evaluación de cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de campo. El Zamorano, Honduras, 1993.

Localidad	Textura	pH (H ₂ O)	M.O. (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	NMP ^z (cel/g)
La Vega 3	Fco.ar.	5.27	2.07	0.10	41.9	199	5.8x10 ³
San Francisco	Fco.ar.	4.90	2.39	0.09	121.0	337	1.0x10 ⁵
La Vega 7	Fco.arc.ar.	5.32	2.40	0.11	81.0	295	1.7x10 ⁵

^z Número más probable de rizobios en el suelo.

Cuadro 2. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano de la variedad Dorado, inoculada con 10 cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*. El Zamorano, Honduras. 1993.

Tratamiento	NN-R6	PSN-R6	PSPA-R6	PSPA-R8	N-R8	N-R8	Rdto-R9
	(pl)	(mg/pl)	(g/pl)	(g/pl)	(%)	(mg/pl)	(kg/ha)
BAT 761	20	28	4.1	11.7	0.37	445	1,156
CR 477	16	31	5.0	10.9	0.42	463	1,252
CIAT 613	18	27	4.7	9.5	0.39	381	1,260
KIM 5	15	27	5.1	11.6	0.39	468	1,263
MUS 181	14	25	5.0	9.5	0.39	376	1,219
2.1	19	51	4.5	11.7	0.41	486	1,121
2.7	18	23	5.1	10.3	0.41	420	1,237
2.8	15	25	5.3	8.8	0.43	386	1,095
4025	17	23	4.6	9.3	0.43	398	1,038
4050	16	23	5.2	10.2	0.42	438	1,359
N (100 kg/ha)	15	22	4.5	9.9	0.38	382	1,195
Control (-N,-I)	11	19	5.8	13.8	0.39	560	1,253
ANDEVA	ns	ns	ns	**	**	**	ns
DMS (0.05)	--	--	--	4.5	0.02	8	--
C.V. (%)	20.1	4.1	27.3	26.3	8.2	27.5	28.4

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

Cuadro 3. Indices de respuesta de la variedad "Dorado" a la inoculación con 10 cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* del número y peso seco de nódulos y el rendimiento de grano con respecto a los testigos control (IRI_C) y fertilización con N (IRI_N). El Zamorano, Honduras. 1993.

Cepas	NN-R6 (pl)		PSN-R6 (mg/pl)		Rendimiento (kg/ha)	
	IRI_C	IRI_N	IRI_C	IRI_N	IRI_C	IRI_N
BAT 761	1.81	1.33	1.47	1.27	0.92	0.96
CR 477	1.45	1.06	1.63	1.40	0.99	1.04
CIAT 613	1.63	1.20	1.42	1.22	1.00	1.05
KIM 5	1.36	1.00	1.42	1.22	1.00	1.05
MUS 181	1.27	0.93	1.31	1.13	0.97	1.02
2.1	1.72	1.26	2.68	2.31	0.89	0.93
2.7	1.63	1.20	1.21	1.04	0.98	1.03
2.8	1.36	1.00	1.31	1.13	0.87	0.91
4025	1.54	1.13	1.21	1.04	0.82	0.86
4050	1.45	1.06	1.21	1.04	1.08	1.13
Promedio	1.52	1.11	1.48	1.28	0.95	0.99

EVALUACION DE LA FIJACION BIOLOGICA DE NITROGENO Y RENDIMIENTO DE GRANO DE UN VIVERO LOCAL DE LINEAS AVANZADAS DE FRIJOL¹

A. Castro, J.C. Rosas y O. Cosenza²

Se evaluó el comportamiento, la estabilidad agronómica y la respuesta a la inoculación con cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* (Rlp) de las líneas mejoradas incluidas en la Red de Ensayos de Líneas Avanzadas de Frijol (RELAF 93) del Programa de Investigaciones en Frijol de la Escuela Agrícola Panamericana. Los ensayos se realizaron bajo condiciones de finca en tres localidades de la región Centro Oriental de Honduras, durante la época de postrera de 1993.

Materiales y Métodos

Los ensayos se llevaron a cabo en las localidades de Morocelí (Departamento de El Paraíso), San Francisco y El Zamorano (Departamento de Francisco Morazán). Las características de los suelos utilizados se muestran en el Cuadro 1.

El diseño experimental empleado fue parcelas divididas con dos repeticiones por localidad. Cada repetición constaba de 20 tratamientos que consistían en aplicar dos tipos de fertilización (parcela principal) a 10 genotipos de frijol (subparcela). Los tipos de fertilización eran aplicación de un inoculante compuesto por las cepas de Rlp CR 477, CIAT 613 y KIM 5, y fertilización nitrogenada equivalente a 2 qq/mz (130 kg/ha) de 18-46-0, que es la dosis recomendada para la producción de frijol en esta región.

La parcela experimental consistió en cuatro surcos de 5.0 m de largo y 0.5 m de ancho, con una distancia de 0.1 m entre plantas. Las parcelas principales estuvieron separadas por surcos individuales de maíz variedad HPB, para disminuir la contaminación entre tratamientos de fertilización.

Antes de la siembra se hizo una aplicación general de 2 qq/mz de 0-46-0, aplicando un suplemento de 23 kg de N/ha en forma de urea, a las parcelas con el tratamiento de fertilización nitrogenada.

El tratamiento de inoculación fue realizado al momento de la siembra mediante la aplicación de inoculante líquido, con el fin de procurar una mayor uniformidad en su distribución.

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

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

Con el objeto de evaluar la respuesta de las líneas a los tratamientos aplicados, se realizaron dos muestreos de plantas. En la etapa R6 (floración) se evaluó la habilidad noduladora. Para ello, se extrajeron las raíces de 6 plantas por parcela, de las que fueron separados los nódulos; los cuales fueron secados a una temperatura de 70°C durante 48 horas para determinar su número y peso seco (NN y PSN). En las etapas R6 y R8 (llenado de grano) se determinó el peso seco de la parte aérea (PSPA) de seis plantas por parcela, analizándose además el porcentaje y contenido de N de la parte aérea en la R8.

Finalmente, en la etapa R9 (madurez fisiológica), se determinó el rendimiento de 15 plantas por parcela.

La relación entre el efecto de la inoculación con *Rlp* versus la fertilización nitrogenada sobre la nodulación (NN y PSN) y el rendimiento de grano, fue estimada 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 con N.

Resultados y Discusión

En la localidad de Morocelí, el tipo de fertilización no influyó significativamente sobre los resultados, observándose los mayores valores de nodulación con la inoculación de *Rlp*, y los de PSPA con la fertilización nitrogenada. Solamente el rendimiento fue afectado por este factor, alcanzándose la mayor producción con la aplicación de N. No hubo diferencias significativas debido a las variedades, obteniendo los mayores rendimientos Don Silvio, el testigo local (frijol Chile) y Yeguaré, y los mayores valores de IRI_R Desarrural, DICTA 107 y Don Victor ($IRI > 0.8$).

En la localidad de San Francisco no hubo efecto del tipo de fertilización sobre ninguna variable, aunque todos los promedios fueron superiores con la aplicación de fertilizante nitrogenado. Los mayores rendimientos fueron alcanzados por Desarrural, DICTA 107 y DICTA 118, pero estos resultados no fueron significativos. Aunque los promedios de producción alcanzados con la inoculación fueron en general muy inferiores a los obtenidos con la fertilización nitrogenada ($IRI = 0.7$), las variedades Yeguaré, Dorado y SRCO 14-31 alcanzaron un $IRI \geq 0.9$.

En El Zamorano únicamente el PSPA de la etapa R6 fue afectado por los tratamientos, alcanzándose los pesos más altos con la fertilización nitrogenada y las variedades Desarrural, Don Victor y DICTA 107. No existió diferencias significativas para el rendimiento de grano, obteniéndose las mayores producciones con Desarrural, DICTA 107 y SRCO 14-31. Los mejores índices IRI para el rendimiento fueron alcanzados por Don Silvio ($IRI > 1$), SRCO 14-31 y el testigo local, la variedad Catrachita ($IRI > 0.8$).

Como se observa en el análisis combinado (Cuadro 2), las dos variables de nodulación fueron afectadas por las localidades, siendo significativamente superiores los promedios obtenidos en Morocelí. Los valores de PSPA en las etapas R6 y R8 fueron afectados por la

localidad y el tipo de fertilización, obteniéndose mayores pesos en Morocelí y con la aplicación de fertilizante nitrogenado.

Se encontró diferencias significativas del porcentaje de N entre localidades, que fue superior en San Francisco; y del contenido de N entre los tipos de fertilización, que fue mayor con la adición de nitrógeno. El rendimiento fue afectado por la localidad y el tipo de fertilización, alcanzándose las mayores producciones en Morocelí y con la aplicación de fertilizante.

Las diferencias de rendimiento entre variedades no fueron significativas, obteniéndose los mayores rendimientos con Desarrural, DICTA 118 y DICTA 107. Ninguna interacción afectó los resultados obtenidos.

Solamente cuatro genotipos obtuvieron mayores valores de nodulación (NN y PSN) cuando fueron inoculados (Cuadro 3). Ningún genotipo obtuvo un valor de $IRI_R \geq 1$, alcanzando el mayor IRI_R la variedad Don Víctor (0.81).

Conclusiones y Recomendaciones

Se observa cierto potencial de FBN en los genotipos Don Víctor, Yeguary y SRCO 14-31, por lo que se sugiere nuevas evaluaciones de los mismos bajo condiciones de campo. Por tener los dos primeros hábito semitrepador y adaptarse bien a zonas con alturas superiores a los 1200 msnm, donde el ciclo vegetativo del frijol se ve ligeramente prolongado y los agricultores deben esperar hasta 10 meses para cosechar el maíz, se recomienda su evaluación en asocio (primera) y en relevo (postrera) con ese cultivo.

Se sugiere una mayor agilización en el proceso de producción y distribución de la semilla de los viveros ECAR y VIDAC durante 1994, con el objeto evaluar una mayor diversidad de genotipos y analizar la tendencia de los resultados a nivel regional.

Cuadro 1. Características de los suelos utilizados en los ensayos de evaluación del RELAF 93, por su respuesta a la inoculación con cepas de *Rizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*. Honduras, 1993.

Localidad	Textura	pH (H ₂ O)	M.O. (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	NMP ^z (cel/g)
Morocelí	Fco.ar.	4.88	3.05	0.08	6.8	125	---
San Francisco	Fco.ar.	4.90	2.39	0.09	121.0	337	1.0x10 ⁵
La Vega 7	Fco.arc.ar.	5.32	2.40	0.11	81.0	295	1.7x10 ⁵

^z Número más probable de rizobios en el suelo.

Cuadro 2. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano en la evaluación del RELAF 93 por su respuesta a la inoculación con cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* en tres localidades. Honduras, 1993.

Factor	NN-R6 (pl)	PSN-R6 (mg/pl)	PSPA-R6 (g/pl)	PSPA-R8 (g/pl)	N-R8 (%)	N-R8 (mg/pl)	Rdto-R9 (kg/ha)
<u>Localidad (L)</u>							
Morocelí	42	96	12.7	22.4	0.35	79	3,076
San Francisco	29	43	5.7	16.0	0.45	73	1,862
El Zamorano	9	7	7.3	15.5	0.46	73	2,716
ANDEVA	**	**	**	**	**	ns	**
DMS (0.05)	8	28	0.8	1.9	0.01	--	252
<u>Fertilización (F)</u>							
Inoculación	28	57	6.9	15.0	0.41	61	2,138
Fertilización	25	40	10.2	20.9	0.42	88	2,964
ANDEVA	ns	ns	**	**	ns	**	**
<u>Variedad (V)</u>							
Dorado	21	44	9.1	16.2	0.41	68	2,256
Don Silvio	20	55	8.3	15.9	0.40	61	2,509
Yeguaré 1	32	37	8.2	19.5	0.41	79	2,690
Don Víctor	28	69	9.2	16.5	0.41	69	2,529
SRCO 14-31	21	34	8.6	18.7	0.42	75	2,410
9177-214-1	32	54	7.7	16.9	0.41	70	2,307
DICTA 107	28	49	8.7	18.5	0.42	78	2,739
DICTA 118	34	53	7.8	17.4	0.41	71	2,761
Desarrural	21	54	9.6	20.1	0.44	88	2,772
Test. Local	29	40	8.4	20.0	0.45	89	2,541
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
DMS (0.05)	--	--	--	--	--	8	--
L x F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
L x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
L x F x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	33.1	2.8	22.1	24.2	8.5	25.5	22.1

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

Cuadro 3. Efecto de la inoculación versus la fertilización nitrogenada sobre la nodulación (número y peso seco de nódulos) y el rendimiento de grano de 9 líneas y un testigo del RELAF 93, en tres localidades de Honduras. 1993.

Genotipos	NN-R6 (pl)		PSN-R6 (mg/pl)		Rdto-R9 (kg/ha) ^y		IRI ^x
	I ^z	N	I	N	I	N	
Dorado	25	17	33	55	1836	2675	0.68
Don Silvio	21	19	75	34	2123	2896	0.73
Yeguaré 1	38	26	30	44	2362	3017	0.78
Don Víctor	25	31	67	71	2270	2788	0.81
SRCO 14-31	27	16	42	26	2122	2698	0.78
9177-214-1	29	34	72	36	1945	2669	0.72
DICTA 107	32	24	71	27	2308	3169	0.72
DICTA 118	40	29	68	37	2067	3465	0.59
Desarrural	19	24	76	32	2250	3294	0.68
Test. Local	25	33	41	40	2100	2982	0.70
Promedio	28	25	57	40	2138	2964	0.72
Significancia	ns		ns		**		

^z I = Inoculado; N = fertilizado con N.

^y Rendimiento al 14% de humedad.

^x Índice de respuesta a inoculación.

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

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

A. Castro, J.C. Rosas y O. Cosenza²

Con el fin de evaluar el efecto de la inoculación con cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* (Rlp) sobre el rendimiento del frijol común a nivel de finca, y de comparar la respuesta al empleo de prácticas agronómicas recomendadas con la obtenida por los agricultores al usar su tecnología tradicional, en lotes con y sin inoculación con Rlp, se condujeron dos ensayos bajo condiciones de finca en la región centro oriental de Honduras, durante la época de postrera de 1993.

Materiales y Métodos

Los ensayos se llevaron a cabo en las localidades de Morocelí y San Francisco, del 27 Septiembre (primera siembra) al 20 Diciembre 93 (última cosecha). Las características de los suelos utilizados fueron textura franco arenosa, pH 4.8, 3.0% de M.O., 0.08 % de N total, 6.8 ppm de P y 125 ppm de K, en Morocelí; y textura franco arenosa, pH 4.9, 2.3% de M.O., 0.09 % de N total, 121.0 ppm de P y 337 ppm de K, en San Francisco.

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

La parcela experimental consistió en 10 surcos de 10.0 m de largo y 0.5 m de ancho, con un distanciamiento de 0.1 m entre plantas. Las parcelas estuvieron separadas por surcos individuales de maíz variedad HPB, para disminuir la contaminación entre tratamientos.

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

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

Los tratamientos de inoculación con *Rlp* y variedad de semilla fueron establecidos al momento de la siembra, aplicando un inoculante compuesto por tres cepas (CR 477, CIAT 613 y KIM 5) junto con la semilla, en las parcelas correspondientes. Durante todo el ciclo del cultivo se procuró un control adecuado de plagas, enfermedades y malezas, con el fin de disminuir su efecto sobre los resultados.

Con el objeto de evaluar la respuesta de las variedades a los tratamientos aplicados, se realizaron dos muestreos de plantas. En la etapa R6 (floración), se evaluó el efecto de la inoculación sobre la habilidad noduladora de las variedades. Para ello se extrajeron las raíces de 10 plantas por parcela, de las que fueron separados los nódulos; los cuales fueron secados a una temperatura de 70°C durante 48 horas para determinar su número y peso seco (NN y PSN). En las etapas R6 y R8 (llenado de grano) se determinó el peso seco de la parte aérea (PSPA), analizándose además el porcentaje y contenido de N de la parte aérea en R8. Finalmente, en la etapa R9 (madurez fisiológica), se determinó el rendimiento de 100 plantas por parcela.

Se hizo un análisis económico sobre la rentabilidad del uso de cada tratamiento en la producción de frijol por localidad. Los costos diferenciales por tratamiento fueron calculados utilizando la inoculación y la tecnología de producción (Cuadro 1).

Resultados y Discusión

No se encontró diferencias significativas para ninguna variable en la localidad de Morocelí (Cuadro 2). Pese a que en todas las variables se obtuvieron los valores más altos con la inoculación de *Rlp* y con el uso de la tecnología del agricultor, los mayores rendimientos se obtuvieron cuando no hubo inoculación y se utilizó la tecnología recomendada. Se observan resultados similares en la interacción de ambos factores, aunque estas diferencias no fueron significativas. Según el análisis marginal comparativo (Cuadro 3), todos los tratamientos fueron dominados por el empleo de la tecnología recomendada sin la inoculación con cepas de *Rlp*.

En la localidad de San Francisco únicamente se encontró diferencia significativa para el PSPA en la etapa R6, que fue mayor cuando no se aplicó inoculante a la semilla (Cuadro 4). En todas las variables se obtuvieron promedios más altos cuando no hubo inoculación y al utilizar la tecnología recomendada, pero el rendimiento de grano fue superior con la aplicación de los otros dos tratamientos. No existió interacción significativa entre los factores evaluados, lográndose la mayor producción al aplicar inoculante en parcelas con la tecnología tradicional del agricultor. Este tratamiento resultó también económicamente dominante, según el análisis marginal comparativo (Cuadro 5).

En el análisis combinado de ambas localidades se observa que todos los promedios obtenidos en Morocelí resultaron superiores, aunque solamente el NN y el PSPA en la etapa R6 fueron significativamente diferentes (Cuadro 6). Los mayores rendimientos fueron obtenidos cuando no hubo inoculación con *Rlp*, y al utilizar

la tecnología del agricultor, pero estos resultados no fueron estadísticamente significativos. Se observó interacción significativa para el PSPA en R6 entre los factores localidad por inoculación (LxI), y para las variables de nodulación en R6 y el PSPA en R8 entre la localidad por la tecnología aplicada (LxT).

Conclusiones y Recomendaciones

No se observa una clara relación de los resultados con las tecnologías y características edáficas que podrían afectar la efectividad de la FBN. Sugerimos una nueva evaluación con algunas modificaciones, como ser el incremento del área de la unidad experimental (de 50 a 150 m²), mayor número de repeticiones (por lo menos tres por ensayo), agregar Molibdeno (Mo) al inoculante y peletizar este con la semilla utilizando CaCO₃.

En el caso del Mo, se recomienda una evaluación preliminar a nivel de invernadero con el fin de determinar la forma más efectiva de agregar este elemento al inoculante, sin afectar la sobrevivencia del rizobio.

Cuadro 1. Costos diferenciales por tratamiento en evaluaciones de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca. Honduras, 1993.

	Costo/unidad ² (US\$/kg)	Cantidad (kg/ha)	Valor (US\$/ha)
A. <u>Inoculación</u>			
1. Inoculante	7.97	0.22	1.8
2. Mano de obra	2.18 US\$/día	0.5 (día)	1.1
B. <u>Tecnología</u>			
1. Agricultor			
a. Semilla	0.63	45	28.7
b. Fertilizante	0.24	64	15.5
2. Recomendada			
a. Semilla	0.86	45	38.7
b. Fertilizante	0.24	128	31.0
c. Insecticida	2.37	10	23.7

continuación cuadro 1..

	Tratamientos			
	1	2	3	4
A. Inoculación				
1. Inoculante	1.8	1.8	--	--
2. Mano de obra	1.1	1.1	--	--
B. Tecnología				
1. Semilla	38.7	28.7	38.7	28.7
2. Fertilizante	31.0	15.5	31.0	15.5
3. Insecticida	23.7	--	23.7	--
Total (A+B)	96.3	47.1	93.4	44.2

^z Tasa de cambio al 31/9/93: US\$ 1.00 = Lps. 6.96

Cuadro 2. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano en la evaluación de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca. Morocelí, Honduras, 1993.

Factor	NN-R6 (pl)	PSN-R6 (mg/pl)	PSPA-R6 (g/pl)	PSPA-R8 (g/pl)	N-R8 (%)	N-R8 (mg/pl)	Rdto-R9 (kg/ha)
<u>Inoculación (I)</u>							
Con (+I)	40	51	8.8	24.4	0.41	101	3,197
Sin (-I)	30	39	8.4	22.0	0.35	80	3,489
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<u>Tecnología (T)</u>							
Recomendada	20	36	9.8	21.1	0.37	79	3,386
Agricultor	50	54	7.5	25.3	0.39	102	3,300
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<u>I x T</u>							
+I, T.Recom.	19	42	10.1	20.5	0.39	80	3,007
+I, T.Agric.	62	60	7.5	28.3	0.42	121	3,386
-I, T.Recom.	21	30	9.4	21.8	0.35	77	3,765
-I, T.Agric.	39	48	7.5	22.3	0.36	82	3,214
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	48.0	25.0	30.2	15.5	11.2	20.0	27.3

^{ns} No significativo.

Cuadro 3. Análisis marginal comparativo en la evaluación de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca. Morocelí, Honduras, 1993.

Tratamiento	Rdto. (kg/ha)	Ing. br. (US \$) ^z	Co Dif	Be Dif	ΔCo	ΔBe	TRM%
4) - I, Tecn. Agric.	3,214	3,086	44.2	3,041	} 2.9	163	5620
2) + I, Tecn. Agric.	3,386	3,252	47.1	3,204			
3) - I, Tecn. Recom.	3,765	3,616	93.4	3,522	} 46.3	318	686
1) + I, Tecn. Recom.	3,007	2,888	96.3	2,791 D			

^z Tasa de cambio al 20/1/94: US\$ 1.00 = Lps. 7.33

Cuadro 4. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano en la evaluación de la respuesta a la inoculación de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca. San Francisco, Honduras, 1993.

Factor	NN-R6 (pl)	PSN-R6 (mg/pl)	PSPA-R6 (g/pl)	PSPA-R8 (g/pl)	N-R8 (%)	N-R8 (mg/pl)	Rdto-R9 (kg/ha)
<u>Inoculación (I)</u>							
Con (+I)	17	30	4.1	18.6	0.38	72	2,082
Sin (-I)	19	37	4.8	19.6	0.39	78	2,070
ANDEVA	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
<u>Tecnología (T)</u>							
Recomendada	19	39	4.3	21.3	0.38	82	2,010
Agricultor	17	28	4.6	17.0	0.39	68	2,142
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<u>I x T</u>							
+I, T.Recom.	14	29	4.0	21.8	0.37	81	2,004
+I, T.Agric.	19	30	4.2	15.5	0.40	63	2,161
-I, T.Recom.	24	49	4.7	20.8	0.39	84	2,017
-I, T.Agric.	14	26	5.0	18.4	0.39	72	2,123
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	22.8	20.0	26.0	9.4	7.0	9.2	17.1

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

Cuadro 5. Análisis marginal comparativo en la evaluación de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca. San Francisco, Honduras, 1993.

Tratamiento	Rdto. (kg/ha)	Ing. br. (US \$) ²	Co Dif	Be Dif	▲Co	▲Be	TRM%
4) - I, Tecn. Agric.	2,123	2,039	44.2	1,994	} 2.9	33	1137
2) + I, Tecn. Agric.	2,161	2,075	47.1	2,027			
3) - I, Tecn. Recom.	2,017	1,937	93.4	1,843	D		
1) + I, Tecn. Recom.	2,004	1,924	96.3	1,827	D		

² Tasa de cambio al 20/1/94: US\$ 1.00 = Lps. 7.33

Cuadro 6. Promedio de número de nódulos (NN), peso seco de nódulos (PSN), peso seco de la parte aérea (PSPA), porcentaje y contenido de nitrógeno (N) y rendimiento de grano en evaluaciones de la respuesta a la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* a nivel de finca en dos localidades de Honduras. 1993.

Factor	NN-R6 (pl)	PSN-R6 (mg/pl)	PSPA-R6 (g/pl)	PSPA-R8 (g/pl)	N-R8 (%)	N-R8 (mg/pl)	Rdto-R9 (kg/ha)
<u>Localidad (L)</u>							
Morocelí	35	45	8.6	23.2	0.38	90	3,343
San Francisco	18	33	4.5	19.1	0.39	75	2,070
ANDEVA	*	ns	**	ns	ns	ns	ns
<u>Inoculación (I)</u>							
Con (+I)	28	40	6.5	21.5	0.40	86	2,639
Sin (-I)	24	38	6.6	20.8	0.37	79	2,780
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<u>Tecnología (T)</u>							
Recomendada	19	38	7.1	21.2	0.38	81	2,698
Agricultor	33	41	6.0	21.1	0.39	85	2,721
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<u>L x I</u>							
ANDEVA	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
DMS (0.05)	--	--	3.9	--	--	--	--
<u>L x T</u>							
ANDEVA	*	*	ns	**	ns	ns	ns
DMS (0.05)	24	18	--	5.6	--	--	--
<u>I x T</u>							
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<u>L x I x T</u>							
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<hr/>							
C.V. (%)	46	23	30.8	13.4	9.3	16.5	25.6

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

EVALUACION DE LA RENTABILIDAD DE FRIJOL COMUN CON DIFERENTES ARREGLOS ESPACIALES DE BARRERAS DE SORGO¹

J. Vélez y J.C. Rosas²

El cultivo del frijol ocupa un lugar muy importante en el área centroamericana por ser un cultivo de subsistencia para la mayor parte de los pequeños agricultores que lo producen, y por que constituye un componente básico en la dieta de mayoría de la población. Al igual que otros factores limitantes de la producción, el daño causado por plagas y enfermedades en el cultivo de frijol se constituye en un problema serio para la mayoría de los pequeños productores de la región.

A partir de 1991, el Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) de la Escuela Agrícola Panamericana, ha venido implementando prácticas a nivel de finca para el manejo integrado de plagas y enfermedades; una de las prácticas que ha dado muy buenos resultados es el uso de barreras de sorgo para reducir la incidencia de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) transmisor del virus del mosaico dorado del frijol (VMDF) (Bohórquez, 1992).

El objetivo de este ensayo fue determinar el efecto de esta práctica en la rentabilidad del frijol común, considerando diferentes arreglos espaciales en las barreras de sorgo en relación al cultivo del frijol. Este ensayo servirá para determinar el arreglo espacial más recomendable desde los puntos de vista de protección contra la incidencia de mosca blanca, y el VMDF, y para minimizar la posible reducción de la producción de frijol a nivel de finca debido al área a ser ocupada por las barreras de sorgo.

Materiales y Métodos

El ensayo se llevó a cabo en los lotes de investigación del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana, durante la época de postrera de 1993. Los tratamientos evaluados consistieron en surcos de frijol común intercaladas con barreras de sorgo cada 2, 4, 8 y 16 surcos de frijol y un testigo sin barreras. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El área experimental por repetición fue de 210 m². La siembra de sorgo se hizo 21 días antes a la del frijol para garantizar el establecimiento de las barreras de sorgo. Las barreras estaban conformadas por 2 hileras de sorgo sembradas a 0.6 cm entre ellos y a chorro corrido.

El manejo agronómico consistió en una fertilización básica a la siembra con 90 kg/ha (2 qq/mz) de 18-46-0. La semilla fue tratada

¹ Trabajo realizado con el apoyo de los Programas Bean/Cowpea CRSP (Donación USAID No. DAN-1310-G-SS-6008-00) y ProFrijol/COSUDE, y el Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

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

con carbofuran (Marshal) y benomilo (Benlate) para favorecer el establecimiento del ensayo. Se realizó un control sobre malezas de tipo manual y cada vez que fue necesario. Se hizo una aplicación de metamidofós (Tamarón) para el control de crisomélidos en la etapa V4.

La variable evaluada fue el rendimiento de cada uno de los tratamientos de frijol y sorgo. Así mismo, siguiendo la metodología del CIMMYT para la formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos (CIMMYT, 1988), se realizó un análisis económico sobre la rentabilidad del uso de distintos arreglos espaciales de barreras de sorgo, en comparación con la siembra de frijol sin barreras, calculando a través de un análisis marginal y de dominancia la tasa de retorno marginal (TRM) y los tratamientos dominados (D) en el ensayo. Los costos diferenciales por tratamiento (Cuadro 1) utilizados para realizar el análisis marginal comparativo, incluyeron el costo proporcional de la semilla de sorgo y frijol por hectárea para cada uno de los arreglos espaciales.

Resultados y Discusión

No se observaron diferencias significativas en rendimiento entre los diferentes arreglos espaciales evaluados ni el testigo sin barreras. Según el análisis marginal (Cuadro 2), con el uso de barreras de sorgo cada 16 surcos de frijol, se obtiene una tasa de retorno marginal de 153% sobre el uso de barreras cada 8 surcos de frijol, esto significa que por cada dolar invertido en el uso de este arreglo espacial, se puede esperar recobrar el dolar invertido y obtener \$ 1.5 adicionales. A su vez el uso de bordes de sorgo cada 8 surcos de frijol obtuvo una TRM de 945% sobre el uso de barreras cada 4 surcos de frijol. La TRM más baja se obtuvo en el uso de barreras cada 2 surcos de frijol (67%).

Según el análisis de dominancia el testigo fue el único tratamiento dominado del ensayo, ya que sus beneficios netos no se incrementaron al aumentar la cantidad de dinero invertida, lo cual indica que el uso de cualquier arreglo espacial de barreras de sorgo resultó dominante sobre el tratamiento testigo en este ensayo.

Conclusiones y Recomendaciones

Con base a los resultados obtenidos, no es agronómicamente factible definir cuál es el mejor arreglo espacial en las barreras de sorgo, pues es necesario tener una adecuada presión de mosca blanca y del VMDF en el cultivo para poder dar una recomendación factible a los agricultores como medida de control. Sin embargo, a través de este ensayo se ha podido comprobar económicamente que el uso de barreras de sorgo es una alternativa viable y fácil de implementar para controlar la incidencia del VMDF previamente comprobada en otros estudios (Bohórquez, 1992) y que además su implementación no representa una reducción en la producción. Se recomienda dar seguimiento a este ensayo y evaluar los tratamientos

sugeridos bajo condiciones del agricultor y reconfirmar su efectividad en reducir la incidencia del VMDF.

Cuadro 1. Costos diferenciales para cada uno de los arreglos espaciales de barreras de sorgo. El Zamorano, Honduras, 1993.

	Costo/unidad ^z (U\$/kg)	Cantidad (kg/ha)	Valor (U\$/ha)		
A. Semilla					
1. Frijol (Chile)	0.63	45	28.7		
2. Sorgo (Isiap Dorado)	0.63	9	5.7		
B. Insumos					
1. Formula 18-46-0	0.24	90	21.6		
2. Marshal + Benlate	34.70	1	34.7		
3. Tamaron	8.60	1	8.6		
C. Mano de obra					
1. Jornaleros	2.18 U\$/día	0.5 día	1.1		
Tratamientos (surcos de frijol entre barreras de sorgo)					
	2	4	8	16	Testigo (o)
A. Semilla					
1. Frijol (Chile)	18.9	23.0	25.5	27.3	28.7
2. Sorgo (Isiap Dorado)	1.9	1.1	0.6	0.3	--
B. Insumos					
1. Formula 18-46-0	21.6	21.6	21.6	21.6	21.6
2. Marshal + Benlate	34.7	34.7	34.7	34.7	34.7
3. Tamaron	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
C. Mano de obra					
1. Jornales	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Total (A+B+C)	86.8	90.1	92.1	93.6	94.7

^z Tasa de cambio al 31/9/93: U\$ 1.00 = Lps. 6.96

Cuadro 2. Análisis marginal comparativo en la evaluación de diferentes arreglos espaciales de número de surcos de frijol entre barreras de sorgo. El Zamorano, Honduras, 1993.

Tratamiento (No.de surcos)	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso		Co Dif	Be Dif	▲Co	▲Be	TRM%
		bruto (US \$) ^z						
(16) Frijol	984.3	620.1		93.6	538.8			
Sorgo	102.4	12.3						
Total		632.4				1.5	2.3	153
(8) Frijol	955.4	601.9		92.1	536.5			
Sorgo	222.9	26.7						
Total		628.6				2	18.9	945
(4) Frijol	904.9	569.5		90.1	517.6			
Sorgo	318.8	38.2						
Total		607.7				3.3	2.2	67
(2) Frijol	831.8	524.0		86.8	515.4			
Sorgo	651.6	78.2						
Total		602.2						
(o) Frijol ^y	1009.5	635.9		94.7	541.2	D		
Total		635.9						

^z Tasa de cambio al 20/1/94: US \$ 1.00 = Lps. 7.33

^y Testigo sin barreras de sorgo.

Referencias

Bohórquez, A. 1992. Control integrado del virus del mosaico dorado del frijol en la región centro oriental de Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 85 p.

CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México, CIMMYT. México D.F.

ESTABILIDAD DE RENDIMIENTO EN GENOTIPOS DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris*) EN HONDURAS¹

J. Vélez, A. Castro, J.C. Rosas y F. Rodríguez²

En Honduras el principal productor de frijol es el agricultor con pocos recursos económicos, es por esto que las condiciones bajo las cuales se cultiva esta leguminosa de grano son en su mayoría marginales. En la mayoría de los casos los rendimientos son bajos, debido a la susceptibilidad de las variedades a la incidencia de enfermedades y plagas, y a las condiciones climáticas y edáficas predominantes en las zonas frijoleras. La solución a este problema es la difusión de genotipos más estables, de mayor rendimiento y con características deseables por parte de los agricultores (color de grano, tamaño, precocidad, etc).

A partir 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 Departamento de Desarrollo Rural de la EAP, estableció la Red de Ensayos de Líneas Avanzadas de Frijol (RELAF) con el fin de evaluar en las zonas productoras de Honduras, a nivel de finca, el comportamiento y estabilidad agronómica de líneas mejoradas de frijol, cuantificar a través del tiempo los avances de los programas de mejoramiento bajo diversas condiciones 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 cinco localidades durante la época de postrera entre 1991 y 1993 (Cuadro 1). El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar con dos repeticiones por localidad. Cada repetición constaba de cuatro materiales en evaluación y un testigo (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 realizó una fertilización básica con 2 qq/mz (90 kg/ha) de 18-46-0. La unidad experimental consistió de los dos surcos centrales menos 0.5 m de cada extremo. Se registraron datos de rendimiento por parcela, número de plantas cosechadas y porcentaje de humedad. El rendimiento en kg/ha se calculó ajustado al 14% de humedad. El análisis de varianza se llevó a cabo para rendimiento de grano y se estimaron parámetros de estabilidad según Eberhart y Russell (1966).

¹ Trabajo realizado con el apoyo de los Programas Bean/Cowpea CRSP (Donación USAID No. DAN-1310-G-SS-6008-00) y ProFrijol/COSUDE, los Departamentos de Agronomía y Desarrollo Rural, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, y la Secretaría de Recursos Naturales (SRN), Honduras.

² Asistentes de Investigación y Jefe del Departamento de Agronomía, respectivamente, EAP-El Zamorano, y Jefe del Programa Nacional de Frijol, SRN, Honduras.

Resultados y Discusión

Los promedios de rendimiento en kg/ha de cada localidad se indican en el cuadro 1. El análisis de varianza mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre localidades y localidades x genotipos. En El Zamorano, se obtuvieron los rendimientos más altos, seguidos por El Barro, Santa Elena, Linaca y por último Guinope. No se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los genotipos evaluados.

Los rendimientos de los genotipos evaluados aparecen en el cuadro 2, con sus respectivos parámetros de estabilidad. La línea EAP 10-88 ("Yeguaré") fue la más rendidora (2014 kg/ha) y también la más estable ($b_i = 1.06$), e indicando estar mejor adaptada a una mayor cantidad de ambientes ($S^2_{di} = 0.07$). El valor S^2_{di} más cercano a cero, nos indica una alta estabilidad en rendimiento en distintos ambientes. La línea EAP 12-88 ("Don Víctor") ocupó el segundo lugar en rendimiento (1902 kg/ha). Su valor b_i (0.71) indica que se comporta bien en ambientes de bajo rendimiento (como Guinope y Linaca); su valor S^2_{di} más alto (0.33) señala falta de estabilidad en rendimiento al pasar de un ambiente a otro. Las variedades comerciales "Dorado" y "Don Silvio", ocuparon el tercer (1898 kg/ha) y cuarto (1846 kg/ha) lugar en rendimiento. Sus valores b_i (1.21 y 1.26, respectivamente) indican que son genotipos adaptados a ambientes de alto rendimiento; sin embargo, sus valores S^2_{di} (0.13 y 0.17, respectivamente) señalan menor estabilidad en rendimiento en relación a la línea EAP 10-88, al ser utilizados en diferentes ambientes. La variedad testigo "Desarrural" obtuvo rendimientos significativamente inferiores a los demás genotipos en evaluación, pero su valor b_i (1.09) indica que es un genotipo muy estable a través de un amplio rango de ambientes.

Los cuatro materiales en evaluación se compararon con el testigo Desarrural en cada una de las localidades (Cuadro 3). El más alto rendimiento sobre el testigo se observó en Guinope, El Paraíso. En Santa Elena, Francisco Morazán, los genotipos mostraron una ventaja mínima sobre el testigo. La línea EAP 10-88 ocupó el primer lugar en rendimiento en tres de las cinco localidades evaluadas. Las variedades Dorado y Don Silvio ocuparon el segundo lugar en rendimiento a través de localidades, después de la línea EAP 10-88. Sin embargo, estas dos variedades fueron superadas por la línea EAP 12-88 en las localidades que presentaron el menor rendimiento promedio (Guinope y Linaca), confirmando así la buena adaptabilidad de esta línea a localidades de bajo rendimiento. En ninguna de las localidades el testigo Desarrural fue superior a los genotipos evaluados, por lo que el comportamiento superior de los genotipos es muy prometedor.

Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados obtenidos en este experimento mostraron que los genotipos mejorados tienen potencial en las diferentes zonas frijoleras evaluadas, al ser comparadas con la variedad testigo Desarrural. La línea EAP 10-88 fue la más estable a través de las

localidades evaluadas y la que obtuvo los más altos rendimientos. La adecuada presión de plagas y enfermedades, así como la aceptación del grano por parte de los agricultores, constituyen un factor fundamental en el proceso de evaluación y selección para ambientes específicos. Se sugiere continuar con la implementación de la red de ensayos en un mayor número de localidades en procura de una mayor diversidad ambiental, para así obtener un criterio más amplio en el proceso de selección.

Cuadro 1. Localidades en que fueron evaluados los genotipos incluidos en la Red de Ensayos de Líneas Avanzadas de Frijol (RELAF), y su rendimiento promedio. Honduras 1991-1993.

No.	Localidad	Departamento	Altura (msnm)	Rdto (kg/ha)
1.	El Zamorano	Francisco Morazán	793	2611 a
2.	El Barro	El Paraíso	1315	1853 b
3.	Santa Elena	Francisco Morazán	1500	1656 c
4.	Linaca	Francisco Morazán	1050	1543 d
5.	Guinope	El Paraíso	1300	1417 e

Cifras con distinta letra dentro de la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Cuadro 2. Medias de rendimiento y parámetros de estabilidad de los genotipos evaluados en la Red de Ensayos de Líneas Avanzadas de Frijol (RELAF). Honduras, 1991-1993.

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)	Parámetros ^x	
		bi	S ² di
EAP 10-88 ("Yeguaré") ^z	2014	1.06	0.07
EAP 12-88 ("Don Victor") ^z	1902	0.71	0.33
Dorado ^y	1897	1.21	0.13
Don Silvio ^y	1846	1.26	0.17
Desarrural (Testigo)	1421	1.09	0.18

^z Líneas del Programa de Investigación en Frijol-EAP, Honduras.

^y Variedades liberadas en Honduras 1990 y 1993, respectivamente.

^x bi: Coeficiente de regresión lineal (Eberhart y Russell, 1966).

S²di: Cuadrado medio de las desviaciones de la regresión.

Cuadro 3. Rendimiento (kg/ha) de los genotipos de frijol y su relación con la variedad testigo Desarrural en cinco localidades de Honduras, 1991-1993.

Localidades	GENOTIPOS				Promedio	
	EAP 10-88	EAP 12-88	Dorado	Don Silvio Testigo		
El Zamorano	2972 (64) ^z	2513 (39)	2567 (52)	2666 (47)	1809	2506 (72)
El Barro	1893 (30)	1856 (27)	2056 (41)	1999 (37)	1460	1951 (74)
Santa Elena	1845 (83)	1760 (75)	1839 (83)	1828 (82)	1008	1656 (60)
Linaca	1912 (67)	1624 (42)	1503 (31)	1528 (33)	1148	1543 (74)
Güinope	1452 (26)	1758 (52)	1513 (31)	1210 (05)	1154	1417 (81)
Promedio	2015 (53)	1902 (45)	1896 (44)	1846 (40)	1316	

^z Porcentaje por encima del rendimiento de la variedad testigo "Desarrural".

Referencias

- Castro, J., J.C. Rosas, F. Rodríguez y D. Escoto. 1992. Evaluación de líneas avanzadas de frijol común *Phaseolus vulgaris* por su adaptación y rendimiento de grano en once localidades de Honduras. Informe Anual de Investigación, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 4:17-20.
- Eberhart, S.A., and W.L. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.

COMPARACION DE METODOS DE CONTROL DE *Acanthoscelides obtectus* EN FRIJOL ALMACENADO EN SACOS¹

R.A. Cisneros, L.A. Pinel, J.E. Guillén y J.C. Rosas²

Existen varias técnicas de control de gorgojos en frijol almacenado en sacos. A nivel del pequeño agricultor se ha utilizado tradicionalmente materiales como la cal y ceniza. El efecto generalmente es físico debido a que llenan los espacios libres entre los granos lo cual dificulta la entrada y movimiento de los insectos. Estas prácticas tradicionales, se han venido utilizando en las zonas trópicas y subtropicales y han tenido poca o ninguna variación aunque no siempre dan el mismo resultado (Hall, 1971).

El uso de calor o "asoleo" es una práctica poco mencionada en la literatura. Se conoce que en países tropicales podría ser aprovechado, en especial a nivel de pequeñas fincas. La susceptibilidad de *A. obtectus* al calor, podría aprovecharse como un potencial de control.

Para el control de gorgojos del frijol, también se han utilizado plantas con capacidad insecticida. El neem (*Azadirachta indica*) posee efectos insecticidas. Entre ellos están: auyentar, matar, reducir la fertilidad e impedir el desarrollo del insecto (Fuetterer, 1989).

Entre los controles mejorados, el fosfuro de hidrógeno (fumigante), es comúnmente usado, eliminando al insecto en todos sus estados de desarrollo incluyendo aquellos que se encuentran dentro del grano. El ingrediente activo (fosfuro de aluminio) en contacto con la humedad del ambiente se hidrata formándose el fosfuro de hidrógeno el cual es un gas extremadamente tóxico.

El objetivo de este trabajo consistió en comparar métodos tradicionales contra métodos mejorados para controlar *A. obtectus* en frijol almacenado en sacos de nylon.

Materiales y Métodos

Este experimento consistió en una comparación entre métodos de control de *A. obtectus* en frijol almacenado en sacos de nylon de 100 libras. Previamente se preparó ceniza de estiércol vacuno y además se secaron hojas de neem durante 25 días a la sombra. Las hojas de Neem se molieron y tamizaron resultando en trocitos de menor tamaño que 1/4 de pulgada.

El ensayo consistió en seis tratamientos los cuales fueron: calor antes del almacenamiento a 40°C durante 60 minutos; ceniza al 20% por peso; cal al 10% por peso; hojas de neem al 20% por peso; fosfuro de hidrógeno y (pH3) testigo sin tratamiento de control.

¹ Trabajo realizado con fondos parciales del Proyecto EAP-COSUDE, y el apoyo del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Graduado del Programa Ingeniero Agrónomo, Profesor Asistente, Instructor y Jefe del Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

Para el tratamiento con calor, se extendieron 20 lbs de frijol sobre un plástico negro y se cubrió con el mismo, exponiendo al grano a la radiación solar durante una hora. Los materiales (ceniza, cal y neem) fueron mezclados manualmente con el grano dentro del saco, procurando que quedaran distribuidos de manera uniforme. Las variables analizadas fueron: porcentaje de daño, porcentaje de pérdida, número de agujeros por muestra, porcentaje de germinación, y porcentaje de humedad del grano.

El almacenamiento tuvo una duración de dos meses, a temperaturas y humedades relativas ambientales durante el período. Los sacos permanecieron abiertos para que exista libre entrada y salida de los insectos a los distintos tratamientos, para de esta forma determinar la no preferencia de *A. obtectus* a los diferentes métodos de control.

Resultados y Discusión

El número de agujeros de *Acanthoscelides obtectus* por muestra mostró diferencias altamente significativas para los tratamientos. El tratamiento con neem no mostró diferencias estadísticas con respecto al testigo e incluso se pudo observar un ligero aumento en el número de agujeros por muestra (Cuadro 1). Aparentemente no hubo un efecto de repelencia hacia el insecto en la forma en que fueron aplicadas las hojas de neem.

El calor a 40°C durante 60 minutos mostró diferencias significativas con respecto al testigo, logrando una disminución en el número de agujeros provocados por *A. obtectus*. Al considerar todas las etapas del insecto, posiblemente hay mayor mortalidad en los estadios menores. Pese a esto, aunque la reducción total fue estadísticamente significativa, el control no es completamente eficiente para lograr una desinfestación total de *A. obtectus*.

La ceniza y la cal resultaron ser tan efectivos como el fosfuro de hidrógeno en el control de *A. obtectus*, ya que no mostraron diferencias significativas entre sí. En comparación con el testigo la reducción en el número de agujeros fue altamente significativa entre tratamientos. Los mayores porcentajes de daño y pérdida (Cuadro 2), y el mayor número de agujeros de emergencia por muestra, se observaron en el tratamiento con neem y en el testigo sin tratamiento. El tratamiento de calor a 40°C durante 60 minutos logró reducir en un 3% el porcentaje de pérdida con respecto al testigo.

Los tratamientos más eficientes técnicamente fueron: fosfuro de hidrógeno, cal y ceniza. Sin embargo, debido al peligro en la utilización del fosfuro, se recomienda la utilización de ceniza o cal como alternativas de control de *A. obtectus* para el pequeño agricultor cuando almacena el frijol en sacos durante dos meses.

Cuadro 1. Promedio de número de agujeros de *Acanthoscelides obtectus* por muestra de 500 granos de frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.^z

Tratamientos	No. de agujeros
Neem (1/4") 20% por peso	136 a
40°C durante 60 minutos	72 b
Ceniza 20% por peso	37 c
Cal 10% por peso	28 c
PH3 (fosfuro de hidrógeno)	18 c
Testigo	125 a

^z Número seguidos de letras distintas (a,b,c) indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan. Tres repeticiones por tratamiento.

Cuadro 2. Porcentajes de daño y pérdida causado por *A. obtectus* en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.^z

Tratamientos	Daño %	Pérdida %
Neem (1/4") 20% por peso	13.0 a	7.6 a
40°C 60 minutos	7.5 c	4.0 b
Ceniza 20% por peso	3.1 d	2.1 c
Cal 10% por peso	2.3 de	1.6 c
PH3 (fosfuro de hidrógeno)	1.5 e	1.0 c
Testigo	10.9 b	6.9 a

^z Números seguidos de letras distintas (a,b,c,d,e) indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan. Tres repeticiones por tratamiento.

Referencias

- Fuetterer, A. 1989. El uso del árbol de nim como insecticida natural y otras plantas con propiedades plaguicidas. COHAAT, Choluteca, Honduras. 10p.
- Hall, D.W. 1971. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. 3ra ed. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 399p.

COMPARACION ECONOMICA DE SISTEMAS DE CONTROL DE *Acanthoscelides obtectus* EN FRIJOL ALMACENADO EN SILOS METALICOS Y SACOS DE NYLON¹

A. Cisneros, L.A. Pinel y J.C. Rosas²

Acanthoscelides obtectus es capaz de causar pérdidas de frijol entre 40 y 50% en un período de almacenamiento normal (Lathrop, 1954). Cardona y Posso (1987), evaluaron más de 8,000 variedades de frijol sin encontrar niveles de resistencia a bruquidos exceptuando especies silvestres de origen mexicano encontrándose resistencia a *Zabrotes subfasciatus*. Los materiales presentan una proteína conocida como "arcelina" la cual no se encontró efectiva contra *A. obtectus*.

El presente estudio se realizó con el objetivo de comparar economicamente sistemas de control de *A. obtectus* en frijol almacenado en silos metálicos y sacos para luego recomendar medidas técnicas de control rentables al productor.

Materiales y Métodos

El ensayo comprendió seis experimentos efectuados entre los meses de Junio 1992 y Febrero de 1993. En el caso de los silos metálicos se desarrolló una metodología práctica para tratar el grano con calor (40°C) durante varios períodos de tiempo, antes de almacenarlo y se le comparó con la aplicación de fosfuro de hidrógeno (PH₃) en dosis de 1 tableta (3mg) por 100 libras.

El experimento de sistemas de control en granos almacenado en sacos de nylon incluyó los siguientes tratamientos: aplicación de calor 40°C durante 60 minutos, mezclas manuales de granos con ceniza de estiércol vacuno al 20% por peso, cal al 10% por peso, hojas de neem al 20% por peso, tratamiento con fosfuro de hidrógeno o fosfamina y un testigo (sin tratamiento).

Para tratar el frijol con calor se extendió una cantidad de frijol sobre plástico negro y se cubrió con el mismo, esponiéndolo a radiación solar apropiada durante el tiempo evaluado. El neem constaba de tallos delgados y hojas verdes de árboles de 5 años de edad. Este material fue secado bajo sombra en capas finas revolviendo el material dos veces al día durante una semana. El producto final fueron retazos tamizados de hojas secas con dimensiones inferiores a 1/4 de pulgada.

El grano (97 libras) fue inoculado con 3 libras de frijol infestado con diferentes estadios de *A. obtectus* para formar las unidades experimentales que fueron almacenadas durante dos meses con los tratamientos.

Pasado este tiempo se muestreó el frijol y se analizaron las

¹ Trabajo realizado con fondos del Proyecto EAP-COSUDE, el apoyo del Departamento de Agronomía y el Programa de Desarrollo Rural de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

² Graduado Programa Ingeniero Agrónomo, Profesor Asistente, Jefe del Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

siguientes variables: porcentaje daño y pérdidas, número de agujeros por muestra, peso total de adultos por tratamiento, porcentaje de germinación y porcentaje de humedad del grano.

Para el análisis económico de beneficio/costo sobre los tratamientos técnicamente eficientes, se utilizó la metodología de tasa de retorno marginal del CIMMYT (1988). En los costos se tomaron únicamente los costos variables de materiales e insumos utilizados en aplicar el sistema de control incluyendo el tiempo empleado. Como beneficio se tomó el precio del grano potencialmente vendible (total del grano menos el porcentaje de grano perdido).

El beneficio de los sistemas se calcula según la cantidad de frijol almacenado (400 libras), menos el porcentaje de pérdida ocasionado por *A. obtectus* (a una humedad del frijol uniforme) multiplicándolo por el precio estimado de frijol en venta en marzo 1993. El precio estimado por el Instituto Hondureño de Mercadeo Agrícola (IHMA), en Marzo de 1993 era de Lps. 1.60 por libra.

Los costos se calculan tomando solamente los costos variables de aplicación de cada sistema de control. Los tratamientos "dominados" se eliminan ya que los costos de su aplicación no se justifican en aumento en beneficios de su empleo.

Resultados y Discusión

El Cuadro 1, muestra el tratamiento de calor con costos variables mayores a los del testigo y fosfamina y con un beneficio menor por lo que se considera "dominado" y no ingresa en la comparación de tasa de retorno marginal (TRM). Al comparar el TRM en el Cuadro 2, podemos ver que el tratamiento con fosfamina tiene un retorno de 250% comparado al testigo. Esto significa que por cada Lempira invertido en la aplicación de fosfamina, el agricultor puede esperar recobrar su inversión (Lps. 1.0) y obtener beneficios adicionales de Lps.2.50. Al comparar esta rentabilidad con la tasa de interés bancaria en Honduras al mes de marzo de 1993

(17%) observamos que el uso de fosfamina es altamente rentable.

En el caso de las tecnologías de control de *A. obtectus* en 200 libras de frijol (Cuadro 3), podemos considerar a los tratamientos con calor y hojas de neem como dominados. El cuadro 4, muestra el tratamiento de ceniza con la menor TRM (400%) con respecto al testigo. El uso de cal presenta una tasa alta de retorno de 278% sobre el testigo. Sin embargo, si el agricultor utiliza la ceniza como subproducto de su cocina, no se justificaría que pase a cal ya que la TRM entre la ceniza y la cal es apenas de 33%, siendo que no es una diferencia muy alta y que el adquirir la cal puede ser difícil, se recomienda el uso de ceniza como tratamiento. El uso de fosfamina posee una alta TRM sobre el testigo (245%). Sin embargo, el uso de fosfamina es peligroso para el pequeño productor cuando almacena en sacos de nylon y quizás deba empezar con el uso de ceniza y cal si va a almacenar su grano durante dos meses o menos.

Conclusiones y Recomendaciones

Se recomienda el uso de fosfuro de hidrógeno para controlar *Acanthoscelides obtectus* en frijol almacenado en silos metálicos. Su aplicación debe realizarse con precaución y en un lugar no peligroso para la familia del productor. El uso de fumigantes resulta rentable, técnicamente eficiente, disponibles y aceptable para el pequeño productor.

Para el almacenamiento en sacos es recomendable el uso de ceniza de estiércol vacuno, mezclado al 20% con respecto al peso del frijol almacenado durante dos meses o menos. Este método de control resulta, rentable, eficiente, aceptable y disponible para el pequeño productor de frijol. Si el agricultor no posee otra alternativa de control de *A. obtectus*, se recomienda el uso de cal mezclada al 10% por peso de frijol. El fosfuro de hidrógeno es poco recomendable para almacenar frijoles en sacos debido a su peligro en el uso y relativa baja rentabilidad sobre el uso de ceniza y cal.

El uso de calor resulta ser poco rentable en ambos sistemas, silos metálicos y sacos de nylon. Su posible utilización práctica debe ser más investigada al igual que la utilización de hojas de neem bajo otros sistemas de aplicación.

Referencias

Mendoza, G. 1987. Compendio de Mercadeo de Productos Agropecuarios 2 da. edición IITA, San José, Costa Rica. 343 pp.

IHMA. 1981. Informe de producción de Granos y su Utilización. Tegucigalpa, Honduras.

Cuadro 1. Total de costos variables y beneficios netos de sistemas de control de *A. obtectus* en frijol almacenado en silos metálicos durante dos meses.

Tratamiento	Total costos variables (Lps)	Beneficios netos (Lps)
Testigo	0.0	632.00
PH3	2.0	637.00
Calor 40°C (60 min.)	16.0	617.00 ²

² Tratamiento dominado con costos variables mayores y bajos beneficios netos comparativos. No se incluye en análisis de tasa de retorno marginal.

Cuadro 2. Análisis de tasa de retorno (TRM) marginal de sistemas de control de *A. obtectus* en frijol almacenado en silos metálicos durante dos meses.

Tratamiento	Costo variable	Costo marginal	B ₀ neto	B ₀ neto marginal	TRM (%) ^z
Testigo	0.0		632.00		
		2.0		5.0	250
PH3	2.0		637.00		

^z TRM=Beneficio Neto Marginal/Costo Marginal

Cuadro 3. Total de costos variables y beneficios netos de sistemas de control de *A. obtectus* en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.

Tratamiento	Total costo variable (Lps)	Beneficios brutos (Lps)
Testigo	0.0	298.0
Ceniza	3.0	310.0
Cal	4.5	310.5
PH3	5.5	311.5
Calor 40°C (60 min.)	8.0	299.0 ^z
Neem	10.5	285.5 ^z

^z Tratamiento dominado con costos variables mayores y bajos beneficios netos comparativos. No se incluyen en análisis de tasa de retorno marginal.

Cuadro 4. Análisis de tasa de retorno marginal (TRM) de sistemas de control de *A. obtectus* en frijol almacenado en sacos de nylon durante dos meses.

Tratamiento	Costo variable (Lps)	Costo marginal	B ₀ neto	B ₀ neto marginal	TRM (%) ^z
Testigo	0.0	3.0	298.0	12.0	400
Ceniza	3.0	4.5	310.0	12.5	278
Cal	4.5	5.5	310.5	13.5	245
PH3	5.5		311.5		

^z TRM=Beneficio Neto Marginal/Costo Marginal

PERDIDAS MONETARIAS ASOCIADAS CON INFESTACIONES DE *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) Y *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) EN FRIJOLES ALMACENADOS POR PEQUEÑOS AGRICULTORES EN EL SURESTE DE HONDURAS¹

J.R. Espinal, R. Higgins y V.W. de Malo²

El frijol, es la leguminosa mayormente cultivada por los pequeños agricultores de Honduras. Anualmente, un promedio de 6.4-13.8% de la tierra apta para cultivo en el país es sembrada con frijoles (IICA, 1988). Los Agricultores de subsistencia producen frijoles para consumo de sus familias debido a que las propiedades nutritivas de esta leguminosa la hace una de las fuentes de proteína más importante para la población rural. Una parte muy significativa de la cosecha es almacenada usando métodos tradicionales de conservación (Raboud et al. 1984). El uso de estos métodos de almacenamiento permite la ocurrencia de diferentes tipos de pérdidas durante el almacenamiento. Las plagas principales que atacan al frijol en el almacén incluyen dos especies de insectos de la familia de los bruquidos; el gorgojo mexicano o pinto del frijol (*Zabrotes subfasciatus*) y el gorgojo común del frijol (*Acanthoscelides obtectus*) (Hoppe, 1986). Dada la condición socio-económica de los pequeños agricultores, cualquier pérdida de grano para consumo tiene un impacto económico muy significativo. El objetivo general de este estudio fue estimar las pérdidas de peso causadas por estos bruquidos y expresarlas en términos monetarios para medir el impacto económico causado por estas pérdidas a los agricultores de subsistencia del Sureste de Honduras.

Materiales y Métodos

Este estudio se realizó del mes de Diciembre 1992 al mes de Abril 1993 en tres comunidades del municipio de Morocelí: El Suyate, Llano del Tigre y Potrero Grande. Participaron un total de 30 agricultores, la mayoría de ellos colaboradores de los extensionistas de la sección de Gestión Rural del DDR/EAP que trabajan en la zona. La selección de los colaboradores se realizó en base a la cantidad de frijoles que almacenarían y el tamaño de la parcela (1-20 hectáreas) que se cultivó con frijoles en el período de postera. Se obtuvo una muestra mensual de 0.5 kg de frijol de cada almacén bajo estudio y se llenó un cuestionario con información relevante sobre el almacenamiento y aspectos socio-económicos. Las muestras se analizaron en las instalaciones de Citesgran del departamento de Agronomía. Se utilizó una metodología de evaluación de pérdidas de conteo y pesado. Las pérdidas

¹ Tesis presentada como requisito a la obtención del grado de Ph.D. del Departamento de Entomología de la Universidad Estatal de Kansas, EE.UU.

² Profesor Asociado y Profesor Adjunto del Departamento de Entomología, de la Universidad Estatal de Kansas, Manhattan, Kansas, EE.UU.

monetarias se estimaron mediante la asignación del precio de mercado del frijol en los tiempos de escasez (Mayo-Julio) a las pérdidas de peso experimentadas por los agricultores.

Resultados y Discusión

Los resultados de este estudio indicaron que la cantidad de frijoles almacenada al principio del período alcanzó un promedio de 6.6qq y los productores se vieron forzados a vender 63.2% de sus cosechas a intermediarios (cuadro 1), precisamente cuando los precios del mercado están en su valor mínimo. El dinero de estas ventas es usado para pagar los préstamos que financiaron la fase de producción y los costos de la cosecha. Aunque los agricultores generalmente tienen que comprar grano para consumo al final del período de almacenamiento (Narvaez, et al. 1985), ellos trataron de almacenar la mayor cantidad posible que les asegure el consumo hasta que salga la otra cosecha del frijol en la época de primera en agosto.

Las pérdidas de peso de postcosecha en este estudio alcanzaron 5.5% (cuadro 2), de esta pérdida el 57.45% fueron pérdidas ocurridas durante el almacenamiento y 42.55% ocurridas en el campo después de la cosecha y antes del almacenamiento. El daño por insectos fue la principal causa de pérdidas de almacén. De la pérdida total de almacenamiento un 44.30% es debido a los bruquidos y un 55.70% a la combinación de una serie de factores (hongos, daño mecánico, pregerminados, insectos de campo, etc.) (cuadro 3). Asignando los precios del mercado en los meses de escasez a las pérdidas postcosecha experimentadas por el agricultor, se obtiene que la pérdida de almacén alcanza \$8.68-11.78 (cuadro 4). Los bruquidos son responsables por el 41-44% (\$3.81-5.19 por agricultor) de esta pérdida monetaria, la cual es equivalente a 0.7-1.0% del ingreso per cápita de los agricultores que participaron en este estudio. El valor monetario total de las pérdidas postcosecha fue de \$14.80-20.10 por agricultor. Con esta suma de dinero se hubieran podido comprar aproximadamente 22.5 kg de frijoles, los cuales hubieran suplido las necesidades de alimento de una familia promedio por más de un mes.

Conclusiones y Recomendaciones

Se concluyó que los insectos bruquidos que infestan el frijol almacenado, pueden causar pérdidas muy significativas al productor de pequeña y mediana escala. Por lo tanto es necesario desarrollar sistemas de control de plagas más eficaces para aumentar la disponibilidad de alimento de estos agricultores. A nivel nacional, las pérdidas postcosecha causan un impacto negativo en la economía del país por la magnitud de la pérdida monetaria y la cantidad de grano que el gobierno tiene que importar para suplir la demanda doméstica. Si extrapolamos estos resultados, el efecto económico a nivel nacional causado solamente por insectos de almacén es significativo. La pérdida por insectos (1.4%) equivale a unas 745 toneladas métricas (16569 qq). El valor monetario de esta pérdida

equivale de .7 a .9 millones de dólares perdidos solamente en la época de postrera.

Los datos obtenidos en este estudio revelan claramente que se debe poner más atención a las plagas de los granos almacenados como causa de pérdidas económicas. Cualquier proyecto de desarrollo que tenga como objetivo mejorar las condiciones de vida de los pequeños y medianos productores de granos a través de programas de control integrado de plagas, debe incluir un paquete tecnológico que contenga elementos postcosecha como componente primordial.

Referencias

- Hoppe, T. 1986. Storage insects of basic food grains in Honduras. Tropical Science. 26: 25-38.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 1988. Macroanálisis de la producción de granos básicos en Honduras, 1967-1987. IICA, Honduras.
- Raboud, G., M. Narvaez & J. Sieber. 1984. Evaluation method for the postproduction losses of basic grains (maize, beans and sorghum) for the small and medium producers in Honduras, Central America. Cooperacion Suiza al Desarrollo, Ministerio de Recursos Naturales. 27 pp.
- Narvaez, M., R. Lobo, L. Guillen & R. G. Avanthay. 1985. Evaluación monetaria de las pérdidas de almacén en el sistema tradicional y silos metálicos de un grupo selecto de pequeños y medianos productores. Ministerio de Recursos Naturales y Cooperación Suiza al Desarrollo. 43 pp.

Cuadro 1. Promedio del área sembrada con frijoles, cantidad cosechada, rendimiento, cantidad vendida después de la cosecha y cantidad almacenada por agricultor en tres comunidades del Municipio de Morocelfí.²

Comunidad	Area sembrada (manzanas)	Cantidad cosechada (qq)	Rendimiento (qq/mz)	Cantidad vendida (%)	Cantidad almacenada (%)
Llano del Tigre	1.8 a	10.9 a	6.1 a	34.0 a	66.0 b
El Suyate	5.4 b	31.3 b	5.8 a	76.0 b	24.0 a
Potrero Grande	4.5 ab	24.4 ab	5.4 a	79.5 b	20.5 a
Promedio	3.9	22.2	5.8	63.2	36.8

² Promedios en cada columna seguidos de letras diferentes son significativamente diferentes (P <0.05).

Cuadro 2. Promedio por agricultor de pérdidas postcosecha de frijoles en tres comunidades del Municipio de Morocelí.

Comunidad	Pérdida de campo (%)	Pérdida de almacén (%)	Pérdida postcosecha total (%)
Llano del Tigre	2.7 b	3.7 b	6.4 b
El Suyate	1.8 a	3.9 b	5.7 ab
Potrero Grande	2.6 ab	1.8 a	4.4 a
Promedio	2.3	3.1	5.5

^z Promedios en cada columna seguidos de letras diferentes son significativamente diferentes (P <0.05).

Cuadro 3. Promedio de la cantidad de frijoles almacenada por agricultor y pérdidas de almacenamiento causadas por diferentes factores en tres comunidades del Municipio de Morocelí.

Comunidad	Pérdida almacenada (qq)	Pérdidas almacenamiento (qq)		Total (qq)	
		Bruquidos	Otros factores ^z		
Llano del Tigre	7.2	0.13	0.12	0.25	25.0
El Suyate	7.5	0.12	0.18	0.30	30.0
Potrero Grande	5.1	0.02	0.07	0.09	9.0
Promedio	6.6	0.09	0.12	0.21	21.0

^z Incluye: hongos de campo, granos pre-germinados, daño mecánico, insectos de campo, hongos de almacén.

Cuadro 4. Valor monetario (en \$) de las pérdidas postcosecha de frijoles sostenidas por los productores de tres comunidades del Municipio de Morocelí.

Pérdidas postcosecha ^y	Pérdidas monetarias (\$) ^z	
	Mayo	Julio
Pérdidas de campo	6.14	8.36
Pérdidas de almacenamiento	8.68	11.78
Pérdida por insectos	3.81	5.19
Pérdida por otros	4.87	6.58
Pérdidas totales	14.82	20.13

^z Basado en el precio de mercado del mes de Mayo y Julio.

^y La pérdida de campo se calculó en base a la muestra obtenida en Diciembre de 1992 previo al almacenamiento del grano.

DETERMINACION DE LA CURVA DE OVIPOSICION DE *Acanthoscelides obtectus* BAJO TRATAMIENTOS CON CALOR¹

R.A. Cisneros, J.E. Guillén, L.A. Pinel y J.C. Rosas²

La especie *Acanthoscelides obtectus* es una de las principales plagas insectiles del frijol almacenado en Honduras y el resto de América Latina, siendo su control necesario para evitar pérdidas especialmente a nivel del pequeño productor (Howe y Currie 1964; Schoonhoven, 1976)

Los objetivos de la presente investigación fueron: determinar la curva de oviposición de *A. obtectus* y evaluar la utilización de calor como un método simple y rentable para desinfectar *A. obtectus* en frijol almacenado.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras entre los meses de Junio de 1992 y Febrero de 1993. Se mantuvieron cultivos madres de *A. obtectus* durante la realización de los experimentos. Se utilizaron variedades susceptibles de frijol (Dorado y Danlí 46) para los cultivos de insectos y para el experimento.

Para la determinación de una curva de oviposición de *A. obtectus* se utilizaron 24 adultos recién emergidos y se colocaron en botes de vidrio con 100 g de frijol como fuente de oviposición. Se estimó que la mitad de los adultos colocados fueran hembras para luego realizar los conteos y promedios de oviposición utilizando un microscopio estereoscopio y determinar la curva de oviposición.

El segundo experimento fue determinar un tiempo óptimo del ciclo de *A. obtectus* para controlarlo mediante la utilización de calor a una temperatura de 40°C. Se usaron tratamientos de 15 y 60 minutos de tratamiento, debido a que es un rango de posible aplicación práctica por el agricultor.

Conociendo la edad de los diferentes estadios de *A. obtectus* de acuerdo a la curva de oviposición y a la duración de cada etapa de desarrollo del insecto, se sometió el grano infestado a tratamientos de calor, utilizando para esto un horno de laboratorio con el cual se logró mantener la temperatura deseada de 40 ± 1 °C durante 15 y 60 minutos.

Con el propósito de someter al insecto, durante tiempos mayores a los aplicados en el anterior experimento, a la temperatura de 40°C y determinar el efecto que provoca en la eventual emergencia de adultos, se llevó a cabo un estudio adicional, el cual consistió en someter al *A. obtectus* a 40°C durante 60, 90, 120, 180, 300 y 600

¹ Trabajo realizado con fondos del Proyecto EAP-COSUDE, el apoyo del Departamento de Agronomía y el Programa de Desarrollo Rural de la EAP, El Zamorano, Honduras.

² Graduado del Programa Ingeniero Agrónomo, Instructor, Profesor Asistente y Jefe del Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras.

minutos (2,3 5 y 10 horas respectivamente) en un horno de laboratorio.

Las variables analizadas en los dos estudios fueron: El total de adultos de *A. obtectus* emergidos y el porcentaje de germinación del frijol después de los tratamientos de calor.

Resultados y Discusión

En la determinación de la curva de oviposición se obtuvo un promedio de 45 huevos por hembra ovipositados durante su vida adulta. La oviposición comenzó al segundo día de colocar los adultos y perduró hasta el décimo primer día. Los adultos murieron a partir del día 12 hasta el día 15. Se obtuvo el 93% del total de huevos ovipositados, entre el cuarto y sexto día. El pico de oviposición se observó al sexto día con un promedio de 14.3 huevos por hembra (Figura 1). Estos resultados permitieron programar las inoculaciones para poder infestar el frijol, con adultos de dos o tres días de edad, para de esta forma obtener inmediatamente oviposición, y poder determinar el estado del desarrollo en que se encuentre el insecto al momento de los tratamientos.

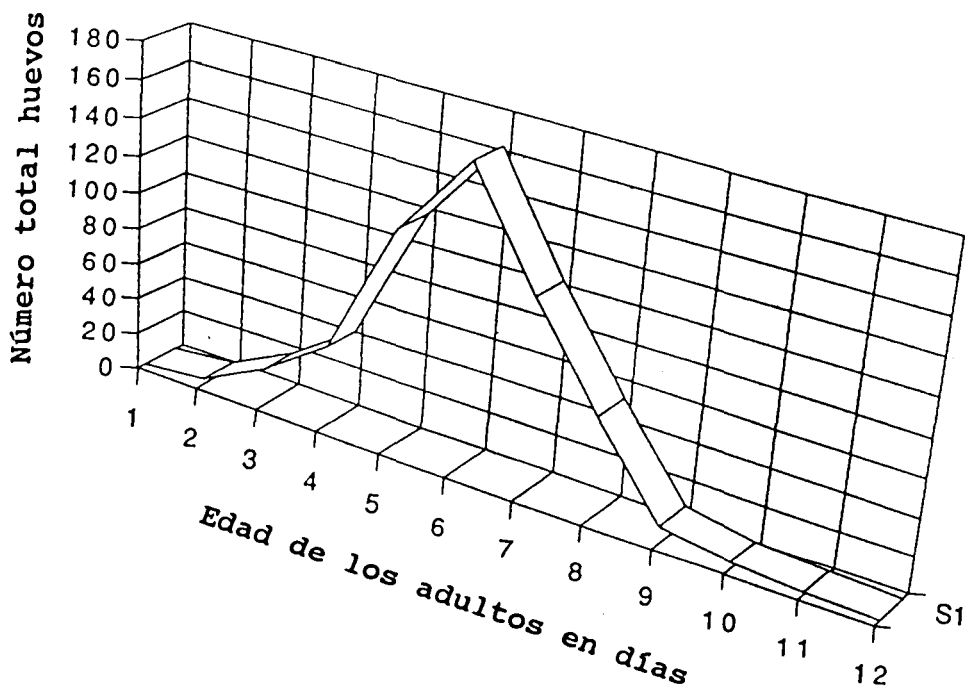


Figura 1. Curva de la oviposición total de 12 hembras de *A. obtectus*.

En el horno de laboratorio se determinó que la etapa más sensible del desarrollo de *A. obtectus* a los tratamientos de calor a 40°C fueron las larvas de primer y segundo instar, siendo el tiempo de 60 minutos el que mejor control presentó. Las etapas más resistentes fueron las larvas del tercer, cuarto instar y pupas, ya que a 60 minutos no mostraron reducción significativa con respecto al testigo sin tratamiento de calor y presentaron un incremento en la emergencia de adultos cuando fueron tratadas durante 15 minutos, provocando este tratamiento un estímulo en la reproducción de esta especie (Cuadro 1). El porcentaje de germinación del frijol no se redujo con los tratamientos de calor.

Cuadro 1. Efecto del tiempo de sometimiento a 40°C en horno de laboratorio, a diferentes estadios de *Acanthoscelides obtectus* en el número de adultos emergidos después de los tratamientos en horno de laboratorio.

Estadios del ciclo <i>Acanthoscelides obtectus</i>	Número de adultos emergidos		
	Tiempo en minutos		
	0	15	60
Adultos	22 b	26 b	14 b
Larvas 3-4 y pupas	24 b	48 a	17 bc
Larvas 1-2	22 b	12 bc	5 c
Huevos	26 b	44 a	5 c

* Números seguidos de letras distintas (a,b,c), indican diferencia significativa ($P \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan, (tres repeticiones por tratamiento).

El sometimiento del insecto a mayores tiempos con una temperatura de 40°C, (cuadro 2) se pudo observar que los tratamientos de 60 y 90 minutos no mostraron diferencias en cuanto al número promedio de adultos emergidos (67 y 55, respectivamente). El tratamiento de 90 minutos no mostró diferencias con los tratamientos de dos, tres y cinco horas, en cuanto al número promedio de adultos emergidos; pero si existió diferencia con el tratamiento de 10 horas, ya que en este caso solamente lograron emerger 36 adultos, siendo este el tiempo de sometimiento al calor en el cual se obtuvo la mayor reducción de adultos, ya que se logró reducir su sobrevivencia a una tercera parte con respecto al tratamiento testigo, sin sometimiento a calor.

Se puede esperar que a un tiempo mayor de diez horas a 40°C, se obtenga una mortalidad completa de *A. obtectus* o que interfiera en su desarrollo y reproducción, logrando de esta manera su control. Sin embargo una dosis de tiempo y calor mayor al empleado en este estudio, sería difícil de aplicar en la práctica, pudiendo disminuir significativamente la germinación del frijol.

El porcentaje de germinación, no mostró diferencias significativas entre los tiempos de sometimiento del frijol a 40°C hasta 10 horas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de seis tiempos de sometimiento de *Acanthoscelides obtectus* a 40°C en horno de laboratorio, en el número promedio de adultos emergidos y en el porcentaje de germinación del frijol.

Tiempo de sometimiento a calor 40°C	Adultos emergidos ^z	Germinación (%)
0 minutos	95 a	93 a
60 minutos	67 b	93 a
90 minutos	55 bc	91 a
2 horas	51 c	89 a
3 horas	51 c	88 a
5 horas	50 c	88 a
10 horas	36 d	87 a

^z Adultos emergidos a los 45 días de la inoculación

Números seguidos de letras distintas (a,b,c,d), indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$) al aplicar la prueba de Duncan, (Tres repeticiones por tratamiento).

Referencias

- Howe, R.W. y Currie, I.E. 1964. Some laboratory observations on rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. Bulletin of Entomological Research 55: 437-477.
- Schoonhoven, A.V. 1976. Pest of stored beans and their economic importance in Latin America. Proceedings of the XV International Congress of Entomology, Washington D.C., 691-698.

CONSERVACION DE SUELOS PARA LA PRODUCCION SOSTENIBLE DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris*)¹

S.E. Viteri, F.A. Reyes y J.C. Rosas²

En Centroamérica, el frijol representa la fuente principal de proteína en la dieta de la mayoría de la población. Pese a esta importancia, la producción de este grano básico sigue siendo baja. Por tal razón, existe gran interés en mejorar los rendimientos de este cultivo. Hasta la presente, se ha puesto mayor énfasis sobre aspectos genéticos y fitosanitarios del cultivo, pero ésto no ha sido suficiente, la baja productividad del suelo de las áreas marginales donde por lo general se cultiva el frijol, sigue siendo uno de los factores más limitantes para mejorar los rendimientos.

El objetivo principal de este proyecto es el uso de medidas físicas de conservación de suelos y agua, complementadas con prácticas agronómicas, como una alternativa viable para recuperar, mantener y mejorar la productividad del suelo para la producción de frijol y otros granos básicos. La combinación apropiada de estas medidas de conservación de suelos permitirá el desarrollo de sistemas de producción que garanticen no sólo la producción sostenible de granos básicos, sino también el suplemento de otras necesidades no menos esenciales para el agricultor tales como forraje y leña. Este proyecto involucra la participación activa del agricultor, como estrategia para el logro de su objetivos.

Materiales y Métodos

Dos experimentos fueron realizados en cuatro localidades de la región centro-oriental de Honduras. El primer experimento se sembró en una finca pequeña en las localidades de Casitas (El Paraíso) y Lizapa (Fco. Morazán). Las obras de conservación de suelos implementadas en estas dos fincas fueron barreras vivas de king grass (*Pennisetum* sp) o valeriana (*Vetiveria zizanioides*), complementadas con la incorporación de rastrojo de terciopelo (*Stizolobium deeringianum*), canavalia (*Canavalia ensiformis*), caupí (*Vigna* sp) y/o maíz (*Zea mays*). El rastrojo fue producido durante la época de primera, en 1993. Después de la cosecha de elotes, el rastrojo de maíz con o sin leguminosa fue picado e incorporado en cada parcela respectiva. La siembra del frijol se efectuó 2 semanas después de la incorporación de la biomasa. Los tratamientos fueron: 1) Rastrojo de maíz y terciopelo, 2) Rastrojo de maíz y canavalia, 3) Rastrojo de maíz y caupí, 4) Rastrojo de maíz y 5) Rastrojo de maíz (Control regional). Los tratamientos 1, 2, 3 y 4 recibieron una fertilización básica de 2 qq de 18-46-0 por mz. La cantidad de fertilizante utilizada por el agricultor en el tratamiento 5

¹ Trabajo realizado con el apoyo del Programa Regional ProFrijol/COSUDE y el Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras.

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

(Control regional) fue de 4 qq de 18-46-0 por mz. El segundo experimento se sembró en una finca pequeña en la localidad Lavanderos (El Paraíso) y en un terreno de ladera de El Zamorano (Fco. Morazán). Las obras de conservación fueron barreras vivas de pasto merkerón (*Pennisetum* sp) o king grass, complementadas con la aplicación de gallinaza y cal agrícola. La cal se aplicó 3 semanas antes de la siembra y la gallinaza el día de la siembra, por estar ya descompuesta. Los tratamientos fueron: 1) Gallinaza (5 Ton/mz), 2) Gallinaza + cal (3 ton/mz), 3) Gallinaza + fertilizante (2 qq/mz), 4) Gallinaza + cal + fertilizante, 5) Fertilizante, 6) Cal + fertilizante y 7) Control regional. La semilla de frijol Dorado (DOR 364) fue utilizada en todas las localidades. La siembra se efectuó a distancias de 50 cm entre surcos y 10 cm entre plantas (140,000 plantas por mz). Inmediatamente antes de la siembra, la semilla fue mezclada con inoculante en base a turba preparado con una mezcla de las cepas de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* EAP 0018 (Kim 5), EAP 002 (TAL 1797, CIAT 899) y CR 477. El control de malezas, insectos y enfermedades se realizó en cada una de las localidades de acuerdo a su incidencia.

Los suelos utilizados en los experimentos fueron fuertemente ácidos (pH 4.8 - 5.2), medios a altos en M.O. (2.9 - 6.6%), bajos en P aprovechable (1.2 - 12.7 ppm), medios a altos en K (0.28 - 0.51 meq/100g) y contenido de Al entre 0.14 a 0.56 meq/100g.

Resultados y Discusión

Los efectos de la incorporación de rastrojo de maíz con o sin leguminosa sobre la producción de frijol en Casitas se presentan en el Cuadro 1. La única variable en la cual se reflejaron diferencias al 5% fue el rendimiento. El tratamiento con caupí fue el más alto en rendimiento. Curiosamente, pese a que las cantidades de biomasa de terciopelo y canavalia incorporadas fueron 3.3 y 2 ton/mz, respectivamente los rendimientos de estos tratamientos no se diferenciaron del obtenido con el suplemento de solo 0.2 ton/mz de caupí o sólo rastrojo de maíz. El control regional que recibió, de parte del agricultor, una fertilización equivalente a 4 qq/mz, produjo el rendimiento mas bajo pero no se diferenció del obtenido con la incorporación de solo rastrojo de maíz. La inconsistencia de estos resultados puede deberse a parches de encharcamiento que fueron observados en el terreno. Es posible que este factor enmascaró los efectos producidos por los tratamientos. Se espera que como un resultado de la implementación de las obras de conservación de suelos y agua, este problema se reduzca paulatinamente. En Lizapa, los rendimientos (710 a 879 kg/mz) fueron superiores a los obtenidos en Casitas, pero el análisis no mostró diferencias entre tratamientos en ninguna de las variables evaluadas (datos no presentados).

Los resultados obtenidos con la incorporación de gallinaza y cal agrícola en Lavanderos se reportan en el Cuadro 2. El análisis reflejó diferencias al 1% entre tratamientos en peso fresco y seco de planta y rendimiento. Los tratamientos con gallinaza, ya sea

sola o en combinación con cal y/o fertilizante produjeron rendimientos que se diferenciaron de los obtenidos con los otros tratamientos. En cuanto a peso planta la combinación gallinaza + cal resultó inferior al resto de combinaciones con gallinaza e igual a los tratamientos sin esta fuente de materia orgánica. El control regional que, al igual que en las otras localidades, recibió una dosis de fertilizante equivalente a 4 qq/mz resultó uno de los mas bajos en todas las variables evaluadas, excepto en número de nódulos. En el terreno de ladera de la EAP, las diferencias entre tratamientos en cada una de las variables determinadas no fueron significativas (datos no presentados). Aunque al nivel significativo, pero es claro que la gallinaza redujo considerablemente la nodulación. El alto contenido de M.O. del suelo (6.6% en la EAP y 5.2% en Lavaderos), pudo haber sido también otro factor en contra de la nodulación. Estos resultados están de acuerdo con McNeil (1982) y Pate y Dart (1961), quienes reportaron que el alto contenido de N en el suelo tiene efectos negativos sobre la nodulación y la fijación de N.

Otro factor que pudo haber influenciado negativamente en la obtención de mejores resultados es la acidez del suelo. En los trópicos, el pH bajo, la presencia de Al y Mn y las deficiencias de Ca, P y Mo son factores que limitan el buen desarrollo del frijol. El Al afecta a la planta y el resto de factores asociados con la acidez a su capacidad de nodulación y fijación de nitrógeno (Sánchez, 1981; Munns y Franco, 1982).

Pese a la influencia de los factores limitantes ya discutidos, los resultados indican que la combinación de prácticas físicas con prácticas agronómicas de conservación de suelos y agua, empezó a mostrar ciertos beneficios desde el primer año. Estamos seguros que los efectos de la implementación de prácticas de conservación de suelos y agua en las pequeñas fincas serán más definidos en el segundo año.

Referencias

- McNeil, D.L. 1982. Variations in ability of *Rhizobium japonicum* strains to nodulate soybeans and maintain fixation in the presence of nitrate. *Appl. Environ. Microbiol.* 44:647-652
- Munns, D. N. y Franco, A. A. 1982. Soil constraints to legume production. pp 133-152. In. BNF Technology for Tropical Agriculture. P.H. Graham & S. C. Harris (Eds.). CIAT, Cali, Colombia.
- Pate, J.S. y P.J. Dart. 1961. Nodulation Studies in legumes. IV. The influence of inoculum strains and time of application of ammonium nitrate on symbiotic response. *Plant and Soil.* 4:329-346
- Sánchez, P.A. 1981. Suelos del trópico: Características y manejo. IICA. San José, Costa Rica.

Cuadros 1. Efectos de la incorporación de rastrojo (R) de frijol terciopelo (FT), frijol canavalia (FCV), caupí (CP) y/o maíz (M) sobre el crecimiento y rendimiento de frijol común en Casitas, El Paraíso, Honduras, 1993.

Tratamiento	Número de nódulos por planta	Peso seco nódulos por planta (mg)	Peso fresco planta (g)	Peso seco planta (g)	Peso seco raíz (mg)	Rendimiento ^z (kg/mz)
RM (8.4 ton/mz) +RFT (3.3 ton/mz)	27	27	37.7	5.0	920	472 ab
RM (10.5 ton/mz) +RFCV (2 ton/mz)	15	35	30.4	4.6	680	477 ab
RM (9.7 ton/mz) +RCp (0.2 ton/mz)	22	34	48.8	6.2	980	621 a
RM (9.4 ton/mz)	12	15	36.0	6.5	893	353 bc
RM (8.6 ton/mz) ^y	14	5	30.0	4.2	700	247 c
Significancia	ns	ns	ns	ns	ns	*

^z 13% de humedad; ^y Control regional.

Cuadro 2. Efectos de la incorporación de gallinaza (G) Cal Agrícola (CA) y/o fertilizante (F) sobre el crecimiento y el rendimiento de frijol común en Lavaderos, El Paraíso, Honduras, 1993.

Tratamiento	Número de nódulos por planta	Peso fresco planta (g)	Peso seco planta (g)	Peso seco raíz (mg)	Rendimiento ^z (kg/mz)
G (5 ton/mz)	4	30 ab	3.7 ab	467	866 a
G+CA (3 ton/mz)	5	21 bc	2.7 bcd	367	936 a
G+F (2 qq/mz)	10	27 ab	3.4 abc	400	882 a
G+CA+F	7	33 a	3.9 a	467	846 a
F	36	16 c	2.3 cd	367	458 b
CA+F	24	12 c	1.8 d	367	493 b
Control	21	10 c	1.5 d	300	486 b
Significancia	ns	**	**	ns	**

^z 13% de humedad.

EFFECTO DEL COMPOST Y FRIJOL DE ABONO SOBRE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO Y RENDIMIENTO DE MAIZ (*Zea mays* L.)¹

M. Vásquez, S. Viteri, A.M. Andrews y D. Moreira²

Bajo el sistema de agricultura convencional, los lotes del Departamento de Agronomía asignados a la producción de semilla híbrida, han sido sometidos a la práctica del monocultivo durante muchos años. Adicionalmente, los residuos de las cosechas han sido extraídos de los lotes para la alimentación del ganado. Todos estos factores combinados además con el uso continuo de maquinaria agrícola, han causado un serio deterioro de las propiedades físico-químico-biológicas del suelo. La rehabilitación de los suelos de estas áreas de producción requiere el uso de prácticas agronómicas adecuadas tales como el uso de abonos verdes, rotación de cultivos y manejo de residuos, entre otras.

El objetivo de este estudio es encontrar la mejor fuente para incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo y de esta manera recuperar su productividad y ayudar a disminuir la cantidad de fertilizantes.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la vega 6 de Monte Redondo, EAP. Las fuentes de materia orgánica evaluadas fueron compost y frijol abono canavalia (*Canavalia ensiformis*), dolichos (*Dolichos lablab*) y terciopelo (*Stizolobium deeringianum*). Además se incluyó fertilización a 1/3, 2/3 y 3/3 de la recomendación a nivel comercial. El diseño experimental fue bloques completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones, con los tratamientos en un arreglo factorial 4 X 3, más un testigo (sin materia orgánica pero con fertilización completa). La preparación del terreno consistió de un pase de arado y dos de rastra. Antes de la siembra se tomaron muestras de suelo para análisis de pH, materia orgánica y nitrógeno total. Al momento de la siembra, la semilla del frijol canavalia fue inoculada con la cepa EAP 3001, la de dolichos con la cepa EAP 3201 y la de terciopelo con la cepa EAP 3401, todas estas bacterias pertenecen al género *Bradyrhizobium*. La siembra se efectuó el 3 de Junio de 1992. Las distancias de siembra fueron 15 cm entre plantas y 45 cm entre surcos, para una población aproximada de 200,000 plantas/ha. Se suministró un riego para germinación y durante el desarrollo del frijol abono se realizaron dos deshieras. Antes de la incorporación del frijol abono se tomaron muestras de la parte aérea, nódulos y raíces para determinar la cantidad total de biomasa producida y su aporte de

¹ Parte del trabajo de tesis realizado por el primer autor para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

² Estudiante Programa Ingeniero Agrónomo, Profesores Asociados y Jefe Sección Producción, respectivamente, Departamento de Agronomía, EAP- El Zamorano, Honduras.

nutrimentos al suelo. A los 50 días, la biomasa producida por el frijol abono fue incorporada en cada parcela, además se incorporó compost en cuatro parcelas adicionales, a razón de 15,400 kg/ha de materia seca. A los 15 días después de la incorporación de la materia orgánica se volvieron a tomar muestras de suelo de cada parcela, para su análisis en el laboratorio. El maíz utilizado fue el híbrido H-29 y se sembró a 90 cm entre surcos y 20-25 cm entre plantas, para una población aproximada de 50,000 ptas/ha. Basados en los resultados del análisis inicial del suelo se determinó aplicar 29 kg/ha de P_2O_5 y 139 kg/ha de nitrógeno. A la siembra se aplicaron 63 kg/ha de 18-46-0, a los 30 días después de la siembra (DDS) 212 kg/ha de urea y a los 52 DDS 91 kg/ha de urea. De acuerdo con los tratamientos, en cada aplicación se utilizaron fracciones de 1/3, 2/3 o 3/3 de la cantidad de fertilizante recomendada. Las variables determinadas en el cultivo de maíz fueron días a floración, altura de planta, altura a primera mazorca, número de plantas cosechadas y rendimiento kg/ha, ajustado al 14% de humedad del grano.

Resultados y Discusión

El Cuadro 1 contiene los datos de peso seco y fresco de la biomasa producida por el frijol abono durante 50 días. No se observaron diferencias significativas en cuanto al peso fresco y seco de la parte aérea, ni en el peso seco de nódulos. Se encontraron diferencias en cuanto al peso seco de raíces, siendo el terciopelo el de menor peso, probablemente debido a que su sistema radical es más fibroso que el de los otros dos tipos de frijol abono. El coeficiente de variación de 44% correspondiente a nodulación, pudo deberse al sistema utilizado para el muestreo de nódulos, el cual difícilmente permite recolectar todos los nódulos del suelo.

En el Cuadro 2 se presentan las cantidades de nutrimentos incorporados al suelo a través de las fuentes de materia orgánica. Estos resultados indican que el frijol abono aporta al suelo cantidades de nutrimentos prácticamente equivalentes a las que se incorporan con 15 ton/ha de materia seca de compost. El canavalia sobresale por su aporte de N y el terciopelo en cuanto a P. Este reciclaje de nutrimentos efectuado por el frijol abono juega un papel muy importante en el mantenimiento de la productividad del suelo. En un ensayo reportado por Quintana (1987) (citado por Lathwell, D. 1990) el terciopelo y canavalia con una producción de 4.9 y 5.0 TM de materia seca/ha y aportaron 117 y 156 kg/ha de nitrógeno, respectivamente.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de pH, materia orgánica y nitrógeno total del suelo al comienzo del experimento y 15 después de la incorporación de las fuentes de materia orgánica. No hubo diferencias significativas en cuanto a cambios en el pH inicial y final. En cuanto a materia orgánica se encontró una disminución altamente significativa en el tratamiento Tf3, probablemente debido a que la biomasa del terciopelo es más

susceptible a la descomposición. Respecto al nitrógeno total se presentó una reducción altamente significativa en los tratamientos Cof1, Cf3 y Tf3. Tales diferencias pueden deberse a mineralización y pérdidas del N del suelo, en forma de nitrato, ocurridas durante el tiempo de establecimiento del frijol abono, las cuales aún no pudieron ser compensadas con el N procedente de la materia orgánica, ya que el tiempo que trascurrió entre la incorporación y el muestreo para el análisis fueron sólo dos semanas. De acuerdo con Fassbender (1975), la mineralización del N ocurre progresivamente con el tiempo. Sin embargo, en esta etapa inicial, pese a las adiciones de M.O. a través del frijol abono y compost, el contenido de M.O. y nitrógeno total del suelo tienden a bajar, en lugar de incrementarse. Es claro que la temperatura del suelo de El Zamorano juega un papel importante en la rápida descomposición de la M.O. y fluctuación del N en el suelo. Es posible que con la incorporación constante de M.O. a través del tiempo se logre invertir estas tendencias de disminución y se pueda incrementar su contenido en el suelo.

Según los resultados presentados en el Cuadro 4, no se encontraron diferencias significativas en los días a floración y altura a la primera mazorca, lo que indica que estas variables no fueron afectadas por las fuentes de materia orgánica ni por los niveles de fertilización. Esta falta de respuesta pudo deberse a que los niveles de nitrógeno y fósforo eran medios en el suelo. Tampoco se encontraron diferencias en el número de plantas cosechadas. Si hubo diferencias entre tratamientos en cuanto a la altura de planta. El tratamiento de canavalia con 33% de la recomendación de fertilizantes fue el de altura más baja y la única diferente al testigo. Tampoco se observaron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a los rendimientos de grano. Esto deja entrever que el frijol de abono y el compost tienen efectos aproximadamente similares sobre la capacidad de rendimiento del maíz. Según Bowen, 1987 (citado por Lathwell, D. 1990) el cultivo de maíz produjo un rendimiento de 6.8 TM/ha, en suelos donde se había incorporado terciopelo como única fuente de nitrógeno. El frijol terciopelo, además de su alta capacidad de producción de biomasa es mejor nodulador que los otros dos tipos de frijol abono. Esta capacidad de mayor nodulación del terciopelo se presenta aún en terrenos de ladera (Viteri y Andino, 1991) y también bajo las condiciones de El Zamorano.

Pese a que las diferencias producidas por los tratamientos aún no son claras, estos resultados aún preliminares indican que tanto el frijol abono como el compost tienen potencial para ayudar a disminuir la cantidad de fertilizantes que generalmente se aplica para la producción de maíz en los suelos del Zamorano.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Fuente de materia orgánica	% de la recomendación de fertilizante a nivel comercial
Cof1	Compost	100
Cof2	Compost	66
Cof3	Compost	33
Cf1	Canavalia	100
Cf2	Canavalia	66
Cf3	Canavalia	33
Df1	Dolichos	100
Df2	Dolichos	66
Df3	Dolichos	33
Tf1	Terciopelo	100
Tf2	Terciopelo	66
Tf3	Terciopelo	33
Te	Testigo	100

Cuadro 2. Biomasa producida por el frijol abono. El Zamorano, Honduras 1992.

Frijol Abono	PFFA t/ha	PSPA t/ha	PSR kg/ha	PSN kg/ha
Canavalia	19.43	3.62	370.71 a	34.80
Dolichos	19.91	3.51	146.04 b	35.32
Terciopelo	21.78	3.77	99.77 c	57.05
Significancia	ns	ns	* *	ns
C.V. %	15	22	11	44

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

PFFA = Peso Fresco de parte aérea; PSPA = Peso Seco de parte aérea
PSR = Peso Seco de Raíces; PSN = Peso Seco de Nódulos.

Cuadro 3. Cantidad de nutrimentos aplicados al suelo, a través de las fuentes de materia orgánica. El Zamorano, Honduras 1992.

Descripción	M.O. (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg (kg/ha)	Mn (kg/ha)	Cu (kg/ha)
<u>Terciopelo</u>							
Raíces	1.45	0.15	1.68	0.28	0.31	0.005	0.0015
Parte aérea	83.3	42.4	91.1	22.6	7.53	1.17	0.059
Nódulos	3.0	0.21	0.85	0.10	0.18	0.006	0.0009
Total incorp.	90.75	42.76	93.63	22.98	8.02	0.18	0.06
<u>Dolichos</u>							
Raíces	1.47	0.24	2.95	0.14	0.14	0.003	0.0027
Parte aérea	87.1	10.8	119	19.7	5.1	0.17	0.06
Nódulos	1.79	0.14	0.74	0.15	0.1	0.001	0.0006
Total incorp.	90.36	11.18	112.6	19.95	5.34	0.17	0.06
<u>Canavalia</u>							
Raíces	5.0	0.51	4.37	0.88	0.29	0.007	0.0062
Parte aérea	97	8.55	82.6	32.9	6.58	0.16	0.047
Nódulos	1.78	0.12	0.6	0.13	0.12	0.008	0.0005
Total incorp.	103.7	9.18	87.5	33.91	6.99	0.17	0.05
<u>Compost</u>	132	13.47	73.4	115.8	21.49		