



**DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA**

# **INFORME ANUAL DE INVESTIGACION-1996**

**Volumen 9**

**ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
Zamorano, Honduras, Septiembre de 1997**

IAI-96  
Volumen 9

**DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA  
INFORME ANUAL DE INVESTIGACIÓN  
1996**

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

ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA  
Departamento de Agronomía

Zamorano es un centro panamericano de enseñanza superior, cuya misión es mejorar el nivel de vida de la América Latina, brindando capacitación integrada de la más alta calidad en agricultura tropical, administración de recursos naturales y desarrollo rural, basado en los principios de aprender haciendo, excelencia académica y formación de carácter y liderazgo.

© Escuela Agrícola Panamericana, 1997.  
Apartado Postal 93  
Tegucigalpa, Honduras

---

Publicación del Departamento de Agronomía

Todos los derechos reservados  
Impreso en Honduras

## CONTENIDO

|                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Presentación .....                                                                                                                                                                                                                                                       | 5  |
| <b>Variabilidad fenotípica de la nodulación preferencial en germoplasma de frijol.</b><br>Juan C. Rosas, Jenny A. Castro, Jo Handelsman y Eduardo A. Robleto .....                                                                                                       | 7  |
| <b>Relaciones genéticas entre genotipos de frijol seleccionados por nodulación preferencial con la cepa KIM5 de <i>Rhizobium etli</i>.</b><br>Juan C. Rosas, Jenny A. Castro, Paul W. Skroch, James Nienhuis, Jo Handelsman y Robert M. Goodman .....                    | 13 |
| <b>Análisis genético de la nodulación preferencial en tres poblaciones de frijol común.</b><br>Juan C. Rosas, Jenny A. Castro, Jo Handelsman, Robert M. Goodman, James Nienhuis .....                                                                                    | 16 |
| <b>Tío Canela-75: Nueva variedad de frijol rojo pequeño mesoamericano.</b><br>Juan C. Rosas, Oswaldo I. Varela y Jenny A. Castro .....                                                                                                                                   | 19 |
| <b>Uso del sistema de información geográfico para localizar <i>Phaseolus vulgaris</i> silvestre en Honduras.</b><br>Steve E. Beebe, Jenny A. Castro, Federico Rodríguez, Oswaldo I. Varela y Peter Jones .....                                                           | 21 |
| <b>Mejoramiento de arroz: selección de variedades para sistema de secano.</b><br>Pablo E. Paz .....                                                                                                                                                                      | 24 |
| <b>Evaluación del uso de tres leguminosas (<i>Canavalia ensiformis</i>, <i>Mucuna pruriens</i>, <i>Dolichos lablab</i>) como abono verde para la recuperación de suelos degradados de ladera.</b><br>Angel Jara, Wilfredo Colón, Armando Medina, Ana M. de Andrews ..... | 30 |
| <b>Propagación <i>in vitro</i> del helecho cola de quetzal.</b><br>Dinie E. de Rueda y Juan J. Alán .....                                                                                                                                                                | 36 |
| <b>Evaluación de la interacción genotipo por ambiente en los híbridos graníferos de sorgo del PCCMCA 1996.</b><br>Jorge L. Morán .....                                                                                                                                   | 39 |
| <b>Resúmenes de tesis PIA</b>                                                                                                                                                                                                                                            |    |
| <b>Determinación del tiempo de cocción en variedades comerciales de frijol rojo.</b><br>Blanca Carolina Valladares .....                                                                                                                                                 | 48 |

## VARIABILIDAD FENOTÍPICA DE LA NODULACIÓN PREFERENCIAL EN GERMOPLASMA DE FRIJOL

Juan C. Rosas<sup>1</sup>, Jenny A. Castro<sup>1</sup>, Jo Handelsman<sup>2</sup> y Eduardo A. Robleto<sup>2</sup>

El uso de inoculantes es una alternativa tecnológica apropiada para los países en desarrollo, principalmente por que su aplicación requiere de financiamiento y esfuerzo adicionales mínimos para suplir un nutrimento limitante en la mayoría de nuestros agroecosistemas. Pese a estas ventajas, la fijación biológica de nitrógeno (FBN) es un recurso subutilizado en la producción de frijol en estos países. El mayor obstáculo para su uso es la alta competitividad de las poblaciones nativas de *Rhizobium*, que generalmente limitan la formación de nódulos por la cepa usada como inóculo, y la falta de efectividad de las mismas para fijar el nitrógeno (N) atmosférico. El desarrollo paralelo de genotipos de frijol y cepas de *Rhizobium* con características superiores para la FBN, podría tener un gran impacto en las regiones donde esta leguminosa constituye una de las más importantes fuentes de proteínas y calorías, al incrementarse su disponibilidad sin incurrir en un aumento sustancial de los costos de producción.

Este estudio se llevó a cabo con el objeto de seleccionar germoplasma de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) por su habilidad de ser preferentemente nodulado por cepas específicas de *Rhizobium etli* bv. *phaseoli*, desarrollando y aplicando conceptos y métodos innovativos que involucran la manipulación genética de cepas superiores de *Rhizobium*, y su uso para la identificación de genotipos superiores en su capacidad de FBN.

### Materiales y Métodos

Se evaluó la capacidad de nodulación preferencial de 820 accesiones de germoplasma representando las 14 clases comerciales de frijol común (Voysest, 1983). Para ello, se desarrolló un medio de crecimiento cuyos requisitos fueron contener una alta población de *Rhizobium* nativo, para ejercer competencia con la cepa Fix- usada como inóculo; y un bajo contenido de N, para producir la condición de deficiencia necesaria para facilitar la evaluación visual de los genotipos en estudio. El medio utilizado estaba compuesto de suelo, perlita, vermiculita y arena (1:1:1:1) con un contenido de N de 0.01% y un número mas probable (NMP) de  $10^{-4}$  células/g de suelo, complementado con 0.05 g de 0-46-0 y 1.0 g de  $\text{CaCO}_3$  por kg de medio.

#### A. Selección por nodulación preferencial (visual)

La colección de germoplasma fue evaluada por nodulación preferencial utilizando la cepa KM6001, un mutante Fix- de la cepa silvestre Kim5 de *R. etli*. Esta evaluación se llevó a cabo a nivel de invernadero. El número total de accesiones fue subdividido en 14 grupos, cada uno conteniendo 56 accesiones y seis tratamientos testigos (cultivares "Puebla 152" y "Sanilac" inoculados con la cepa Fix- KM6001, con y

---

<sup>1</sup> Jefe y Asistente de Investigación del Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

<sup>2</sup> Department of Plant Pathology, College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin, Madison.

sin fertilización nitrogenada, sembrados en medio de crecimiento estéril), haciendo un total de 62 tratamientos en cada evaluación. Los grupos fueron sembrados a intervalos de 15 días.

El diseño experimental usado fue bloques completos al azar con tres repeticiones. La siembra se hizo en pote plásticos de 6" conteniendo 1.12 kg de medio, colocando seis semillas por accesión en cada pote. En la etapa V2 (hojas primarias), aproximadamente siete días después de la siembra (DDS), las mejores dos plantas de cada pote fueron seleccionadas e inoculadas con la cepa Kim5<sup>-</sup> KM6001, mediante la aplicación de 1 ml de inoculante líquido por planta con una concentración de bacterias similar a la de la población nativa de *Rhizobium* en el medio.

A partir del día siguiente a la inoculación y hasta el momento de la evaluación, y dependiendo de las condiciones de humedad, las plantas fueron regadas con agua dos veces al día, alternando cada dos días con la aplicación de la solución libre de N de Broughton y Dillworth (Somasegaran y Hoben, 1985) en la tarde del día correspondiente. Los testigos con N fueron regados en forma similar, agregando 70 ppm de N a la solución usando KNO<sub>3</sub>. La evaluación por coloración del follaje y nodulación se realizó aproximadamente 21 días después de la inoculación (DDI), 28 DDS, en la etapa V4 (tercera hoja trifoliada), empleando una escala de coloración de 1 a 5 (1= verde oscuro y 5= amarillo intenso).

Los genotipos fueron seleccionados con base en la observación visual de síntomas de deficiencia de N en plantas bien noduladas, en las que una alta proporción de los nódulos estarían formados por la cepa Fix<sup>-</sup> (KM6001), indicando nodulación preferencial por esta cepa. Las plantas que mostraron síntomas definidos de deficiencia de N, coloración de follaje amarillo claro o intenso (grados 4 y 5), y nodulación normal, fueron trasplantadas y mantenidas bajo fertilización nitrogenada hasta la etapa R9 (madurez fisiológica), cuando las semillas fueron cosechadas para ser incrementadas y/o utilizadas en la evaluación posterior por ocupancia de nódulos. Las plantas noduladas que mostraron grado 1 (follaje color verde oscuro intenso, lo cual indicaba nodulación predominante por *Rhizobium* nativo presente en el medio de crecimiento), recibieron tratamiento similar. Las plantas que mostraron los grados intermedios 2 y 3 no fueron utilizadas posteriormente en este estudio.

## **B. Evaluación por ocupancia de nódulos (en germoplasma seleccionado por nodulación preferencial)**

Procedimiento de invernadero. De las accesiones seleccionadas en la evaluación preliminar, 66 fueron evaluadas por ocupancia de nódulos, que es la determinación de la cepa predominante formando los nódulos activos de las raíces noduladas.

El procedimiento empleado para establecer y mantener las plantas en el invernadero fue similar al de la evaluación preliminar con algunas modificaciones. En este estudio, la cepa utilizada como inoculante fue Kim5s, un mutante silvestre de la cepa Kim5 efectiva para FBN (Fix<sup>+</sup>) y resistente a espectinomicina; y la unidad experimental consistió en una planta por pote. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con 10 repeticiones.

La recolección de nódulos se realizó aproximadamente 21 DDI. Para ello, se eliminó la porción foliar de cada planta y se extrajeron cuidadosamente las raíces de los pots. Después, estas fueron enjuagadas con agua para remover el medio de crecimiento adherido, y se colectaron con pinzas de 8 a 10 nódulos de la corona de la raíz de cada planta, los que fueron colocados en viales con 1.5 ml de glicerol al 15% y almacenados a -4 °C.

Procedimiento de Laboratorio. Se utilizó el procedimiento descrito por Beattie y Handelsman (1989). Después de descongelar los viales, los mejores cinco nódulos de cada planta fueron sumergidos durante 10 segundos en etanol al 95% para romper la tensión superficial, en hipoclorito de sodio al 2% durante un minuto para su esterilización y finalmente enjuagados cinco veces en agua destilada estéril.

Los nódulos fueron colocados individualmente en platos de 96 celdas conteniendo 120 µl de agar levadura manitol (ALM) por celda. Después fueron macerados con un aparato de maceración e inoculación múltiple especialmente diseñado para ser usado en platos de 96 celdas. Este aparato fue luego sumergido dentro de las celdas y colocado en una plato conteniendo ALM + rojo congo, transportando 48 gotas de suspensión bacteriana en su pines. La transferencia fue repetida en platos con el mismo medio con la adición de espectinomicina, el antibiótico indicador. De este modo, las suspensiones de la mitad de un plato de 96 celdas (48 celdas) fueron colocadas en cada plato con agar. Finalmente, los platos fueron colocados en un incubador a 30 °C por 3 días, cuando la evaluación del crecimiento de colonias fue realizada.

El criterio para determinar crecimiento bacteriano positivo en los platos fue el desarrollo de 10 ó más colonias en cada gota de suspensión; crecimientos menores se atribuyeron a mutaciones espontáneas resistentes al antibiótico.

## Resultados y Discusión

### A. Selección por nodulación preferencial (visual)

De las 820 accesiones evaluadas, 141 (17.3%) fueron seleccionadas por haber mostrado grados 4 (amarillo claro) y 5 (amarillo intenso), y 51 (6.2%) por grado 1 (verde oscuro). Las 626 accesiones (76.3%) que obtuvieron grados 2 (verde claro) y 3 (verde amarillento) no fueron utilizadas posteriormente. Dos accesiones (0.2%) que presentaron grados 4 (Sanilac) y 5 (NOD 125) no fueron seleccionadas debido a que son líneas conocidas por pobre habilidad para nodular y por no formar nódulos, respectivamente. No se observó ninguna tendencia en la distribución de la coloración del follaje de los genotipos como criterio indicador de nodulación preferencial, con respecto a la clase comercial de frijol (Cuadro 1).

# B. Evaluación por ocupancia de nódulos (en germoplasma seleccionado por nodulación preferencial)

Se determinó que 29 de 42 accesiones que presentaron grados 4 y 5 en la escala visual usada para la evaluación de germoplasma, fueron también preferentemente noduladas por la cepa Kim5s (ocupancia de nódulos mayor al 60%) (Cuadro 2). Esta fase también incluyó la evaluación de 24 de las 51 accesiones previamente calificadas con 1 (pobremente noduladas por la cepa inoculada) en la escala visual. No se encontró ningún crecimiento en platos con espectinomycin en 20 accesiones y muy poco crecimiento en otras cuatro accesiones (crecimiento 6%), indicando que la evaluación de germoplasma por el método visual, usando un mutante fix-, también funciona bien para identificar genotipos que son pobremente preferidos por la cepa usada como inóculo.

Cuadro 1. Distribución de 820 genotipos de frijol usando un procedimiento de evaluación visual para la identificación indirecta de nodulación preferencial con una cepa mutante Fix- (KM6001). Honduras, 1995.

| Clase            | Coloración de Follaje <sup>z</sup> |     |     |     |   | Total |
|------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|---|-------|
|                  | 1                                  | 2   | 3   | 4   | 5 |       |
| Negro            | 9                                  | 49  | 61  | 15  | 1 | 135   |
| Rojo             | 13                                 | 100 | 101 | 36  | 1 | 251   |
| Rosado           | 2                                  | 16  | 13  | 4   |   | 35    |
| Rojo moteado     | 1                                  | 22  | 71  | 37  | 2 | 133   |
| Crema moteado    | 9                                  | 9   | 12  | 2   |   | 32    |
| Blanco           | 1                                  | 26  | 36  | 11  | 1 | 75    |
| Crema            | 4                                  | 24  | 13  | 7   | 1 | 49    |
| Amarillo claro   |                                    | 5   | 8   | 6   |   | 19    |
| Amarillo intenso | 2                                  | 3   | 4   | 1   |   | 10    |
| Pardo            | 1                                  | 2   |     |     |   | 3     |
| Gris o Plomo     | 1                                  | 1   | 1   |     |   | 3     |
| Café             | 3                                  | 5   | 1   | 1   |   | 10    |
| Rayado           | 3                                  | 20  | 18  | 17  |   | 58    |
| Mezcla           | 2                                  | 2   | 3   |     |   | 7     |
| Total            | 51                                 | 284 | 342 | 137 | 6 | 820   |

<sup>z</sup> 1= Verde oscuro; 2= Verde claro; 3= Verde amarillento; 4= Amarillo claro; 5= Amarillo intenso.



Cuadro 2. Ocupancia de nódulos en germoplasma seleccionado por nodulación preferencial. Honduras, 1995.

| Coloración                | Acc. | O.N.<br>(%) | Coloración                       | Acc. | O.N.<br>(%) |
|---------------------------|------|-------------|----------------------------------|------|-------------|
| Grado 1<br>(verde oscuro) | 4    | 5 - 10      | Grados 4 y 5<br>(am. claro-int.) | 21   | 81 - 100    |
|                           | 20   | 0 - 5       |                                  | 8    | 61 - 80     |
|                           |      |             |                                  | 7    | 41 - 60     |
|                           |      |             |                                  | 6    | 21 - 40     |
| Total                     | 24   |             |                                  | 42   |             |

### Conclusiones y Recomendaciones

Se observó una gran variabilidad fenotípica por nodulación preferencial en un germoplasma bastante amplio y diverso inoculado con una cepa específica (Kim5), utilizando un método visual validado por ocupancia de nódulos. El uso de esta metodología involucra un menor costo (tiempo y espacio) en comparación a los métodos tradicionales utilizados para la evaluación de germoplasma de frijol por FBN.

Se sugiere determinar bajo condiciones de campo y con otras cepas de *R. etli*, la persistencia de la nodulación preferencial en los genotipos seleccionados; correlacionar la evaluación por nodulación preferencial (visual) con determinaciones cuantitativas de nodulación, acumulación de N y ocupancia de nódulos; y verificar la aplicación de la metodología en la evaluación de competitividad entre cepas de *Rhizobium*. Así mismo, evaluar estrategias de mejoramiento de la FBN en frijol basadas en la utilización de la variabilidad genética para el carácter de nodulación preferencial, y el desarrollo de variedades mejoradas con respuesta superior a la inoculación bajo la presencia de *Rhizobium* nativo.

### Literatura Citada

- BEATTIE, G.A.; HANDELSMAN, J. 1989. A rapid method for the isolation and identification of *Rhizobium* from root nodules. *Journal of Microbiological Methods* (EE.UU.) 9(1989): 29-33.
- SOMASEGARAN, P. y H.J. HOBEN. 1985. *Methods in legume-Rhizobium technology*. Proyecto NIFTAL, Univ. Hawaii, U.S.A. 367 p.
- VOYSEST, O. 1983. *Variedades de frijol en América Latina y su origen*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 87 p.

# RELACIONES GENÉTICAS ENTRE GENOTIPOS DE FRIJOL SELECCIONADOS POR NODULACIÓN PREFERENCIAL CON LA CEPA KIM5 DE *Rhizobium etli*

Juan C. Rosas<sup>1</sup>, Jenny A. Castro<sup>1</sup>, Paul W. Skroch<sup>2</sup>, James Nienhuis<sup>2</sup>,  
Jo Handelsman<sup>3</sup> y Robert M. Goodman<sup>3</sup>

El objetivo general de este trabajo es identificar y mapear genes en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) que le confieren la habilidad de nodular preferentemente con cepas superiores de *Rhizobium*, en presencia de poblaciones indígenas de rizobio.

## Materiales y Métodos

Cuarenta y dos genotipos de frijol, seleccionados de una población amplia (820 accesiones) por su respuesta a la inoculación con una cepa mutante Fix- (KM6001) de la cepa de *Rhizobium etli* bv. *phaseoli* Kim5, en presencia de una población nativa de rizobio de un suelo de Honduras, fueron evaluados por su similaridad genética usando marcadores de ADN polimórficos amplificados al azar (RAPD). Estos genotipos fueron inicialmente clasificados como pobre o altamente nodulados por la cepa KM6001, e incluyeron accesiones de la mayoría de las clases comerciales de grano Andinos y Mesoamericanos (Cuadro 1).

El ADN fue aislado de tejido fresco de la primera hoja trifoliada de plantas de 8-10 días de edad, usando un procedimiento de extracción CTAB (Skroch y Nienhuis, 1995). Se utilizaron en el análisis 22 iniciadores decameros (Operon Technologies, Alameda, CA.), conocidos por ser polimórficos entre clases comerciales selectas de frijol. La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) fue efectuada usando volúmenes de 10 µL en platos de 96 celdas en un termociclador MJ PTC-100 (MJ Research Inc., Watertown, MA.). Después de la amplificación, los productos de la reacción fueron separados mediante electroforesis en geles de agarosa a 15.0 g/L, teñidas con bromuro de etidio y fotografiadas bajo luz UV usando película Polaroid 667. Los fragmentos de RAPD (bandas) que fluctuaron de 0.4 a 2.2 kb fueron calificados como presente o ausente. La distancia genética entre genotipos fue estimada como el complemento de un coeficiente simple de asociación, y la matriz de distancias genéticas fue usada para agrupar los genotipos usando una escala multidimensional (MDS; Wilkinson, 1992).

---

<sup>1</sup> Jefe y Asistente de Investigación del Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

<sup>2</sup> Department of Horticulture, College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin, Madison.

<sup>3</sup> Department of Plant Pathology, College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin, Madison.

## Resultados y Discusión

El contraste de dos dimensiones separó los 42 genotipos en dos grupos, de acuerdo con su origen Andino o Mesoamericano (Figura 1). El primer grupo incluye 10 genotipos Andinos altamente nodulados por Kim5; y A70, una línea mejorada tipo Mesoamericano con baja nodulación preferencial por esta cepa. El grupo Mesoamericano incluye 8 genotipos altamente nodulados y 18 con baja nodulación por Kim5; y APN 117, una línea mejorada tipo Andino, con baja nodulación con la misma cepa. Cuatro genotipos, tres Andinos (Redlands Greenleaf, Michigan Dark y UPR9173-52, esta última una línea mejorada) y un Mesoamericano (Gentry 21840), no encajan dentro de sus respectivos grupos. Estos resultados son consistentes con las diferencias genéticas entre genotipos Andinos y Mesoamericanos reportada por Skroch *et al.* (1992). La amplia diversidad genética de la nodulación preferencial con Kim5 encontrada en el grupo mesoamericano, podría explicar parcialmente la variación en la respuesta a la inoculación con Kim5 y otras cepas de *R. etli* entre cultivares mesoamericanos, encontrada por Rosas *et al.* (1996).

## Conclusiones y Recomendaciones

Se sugiere una estrategia de mejoramiento genético para incrementar la respuesta a inoculación en cultivares Mesoamericanos. Factores como el origen geográfico de los cultivares de frijol y de la fuente de inóculo, así como el efecto de poblaciones nativas de *Rhizobium*, podrían ser considerados para mejorar la nodulación y fijación de nitrógeno en un cultivar de frijol en particular.

## Literatura Citada

- ROSAS, J.C., CASTRO, A.; VARELA, E. 1996. Informe Final 1993-96 del Proyecto FBN, presentado a ProFrijol/COSUDE, Zamorano, Honduras. 72 p.
- SKROCH, P.W., TIVANG, J.; NIENHUIS, J. 1992. In: Applications of RAPD Technology to Plant Breeding. CSSA, Madison, Wisconsin. pp 26-30.
- SKROCH, P.W.; NIENHUIS, J. 1995. Theoretical and Applied Genetics (EE.UU.). 91:1078-1085.
- WILKINSON, L. 1992. SYSTAT: the system for statistics. Version 5.2, SYSTAT Inc., Evanston, IL.

Cuadro 1. Genotipos de frijol de clases comerciales de grano Andino y Mesoamericano seleccionados por baja y alta nodulación preferencial con la cepa Kim5 de *Rhizobium etli*.

Baja nodulación:

|                 |                  |                        |
|-----------------|------------------|------------------------|
| 1. Rio Tibagi   | 9. APN 83        | 16. Amarelo Braga      |
| 2. Gentry 21840 | 10. APN 117      | 17. UPR9173-52         |
| 3. XAN 112      | 11. Olathe       | 18. A70                |
| 4. RAB 311      | 12. Garrapato    | 19. Porrillo 70 (Arc-) |
| 5. Purdue 6A    | 13. Pinto UI 114 | 20. XAN 155            |
| 6. G02333       | 14. Higuierillo  | 21. RIZ 29             |
| 7. DOR 164      | 15. NY79-3939-1  | 22. Carioca            |
| 8. F0060        |                  |                        |

Alta Nodulación:

|                          |              |                        |
|--------------------------|--------------|------------------------|
| 23. Porrillo 70 (Arc +3) | 30. F0096    | 37. AFR 603            |
| 24. G06247               | 31. DOR 513  | 38. G00803             |
| 25. Royal Red            | 32. AFR 180  | 39. Redlands Greenleaf |
| 26. DICTA 09             | 33. Calima   | 40. Mex 1290           |
| 27. G00807               | 34. Línea 24 | 41. Michigan Dark      |
| 28. F0044                | 35. Taylor   | 42. Cacahuatate Largo  |
| 29. F0057                | 36. DOR 310  |                        |

Tipo de grano: Andino : Nos. 10, 17, 25, 27, 32-39, 41 y 42  
Mesoamericano : Nos. 1-9, 11-16, 18-24, 26, 28-31 y 40

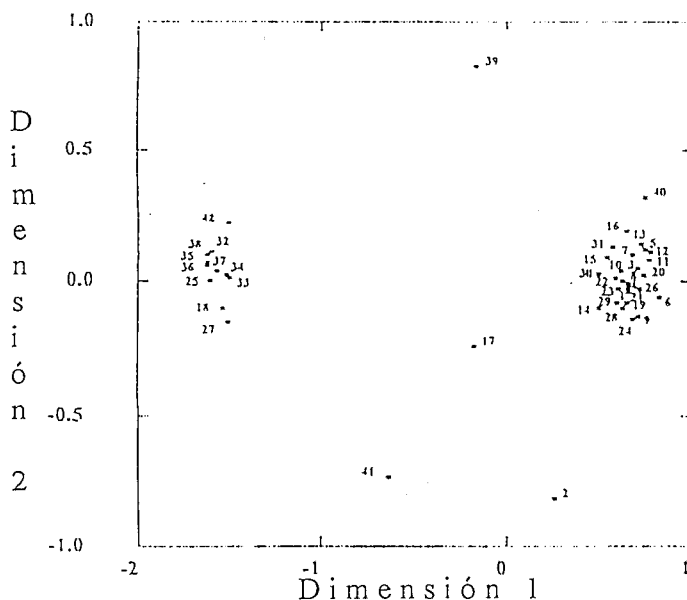


Figura 1. Contraste de dos dimensiones de componentes de distancia genética entre 42 genotipos de *Phaseolus vulgaris* usando 103 bandas RAPD. Andinos (izquierda); Mesoamericanos (derecha).

## ANÁLISIS GENÉTICO DE LA NODULACIÓN PREFERENCIAL EN TRES POBLACIONES DE FRIJOL COMÚN

Juan C. Rosas<sup>1</sup>, Jenny A. Castro<sup>1</sup>, Jo Handelsman<sup>2</sup>, Robert M. Goodman<sup>2</sup>  
y James Nienhuis<sup>3</sup>

El objetivo de este trabajo es identificar y mapear genes del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) que le confieren la habilidad de nodular preferentemente con cepas superiores de *Rhizobium*, en presencia de poblaciones indígenas de rizobio.

### Materiales y Métodos

Durante 1993-94, se evaluaron en Zamorano, Honduras, un total de 820 accesiones de frijol común por su capacidad de nodulación preferencial (NP) con la cepa Kim5 de *Rhizobium etli* bv. *phaseoli*, en presencia de rizobio nativo. Para ello se utilizó un medio de crecimiento conteniendo suelo de Zamorano, mezclado con vermiculita, perlita y arena (1:1:1:1), para proveer una población nativa de  $10^{-4}$  cel/ml de suelo basado en un conteo de número más probable (NMP) y así asegurar la competencia con la cepa KM6001 (una cepa mutante Fix- derivada de la silvestre Kim5 usada como inoculante); y bajo contenido de nitrógeno (N) para facilitar la identificación visual de síntomas de deficiencia de N en plantas noduladas por la cepa Fix-. De la amplia diversidad genética presente en las 820 accesiones, se identificaron para estudios posteriores accesiones con fenotipos contrastantes de color de follaje (verde oscuro vs. amarillento), indicando baja vs. alta proporción de sus nódulos formados por la cepa Fix- (lo cual fue confirmado por métodos estándares de tipificación de nódulos usando el tipo silvestre Fix+ Kim5s, una cepa resistente a espectinomicina). Posteriormente se desarrollaron seis poblaciones mediante el cruzamiento de accesiones con fenotipos contrastantes por su alta y baja NP con la cepa Kim5.

En 1996, plantas de tres poblaciones F2 de alta x baja NP (APN 83 x F0057, A70 x DICTA 09 y Pinto UI114 x DOR 510) fueron evaluadas por color de follaje después de ser inoculadas con la cepa mutante Fix- KM6001. Las plantas F2 fueron crecidas bajo condiciones de invernadero en potes plásticos de 6" conteniendo un medio estéril vermiculita:arena (1:1). Siete días después de la siembra, cuando la hoja primaria estaba desarrollada, las plantas fueron inoculadas con 0.5 ml de inoculante líquido de cada una de las cepas KM6001 (Fix-) y HND 9601 (Fix+). HND9601 es una cepa aislada del suelo de Zamorano utilizado en la evaluación inicial por NP. A los 21 días después de la inoculación, las plantas fueron evaluadas por coloración de follaje usando una escala visual de 1-5 (1= verde oscuro; 2= verde claro; 3= verde amarillento; 4= amarillo claro; 5= amarillo intenso). Inmediatamente después, las plantas

---

<sup>1</sup> Jefe y Asistente de Investigación del Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

<sup>2</sup> Department of Plant Pathology, College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin, Madison.

<sup>3</sup> Department of Horticulture, College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin, Madison.

fueron cosechadas para evaluar su nodulación. Solamente las plantas con nodulación normal a buena fueron consideradas para el análisis de segregación fenotípica por color de follaje; los datos de las plantas pobremente noduladas no fueron incluidos.

En las poblaciones F2, la segregación por color de follaje fue separada en dos clases fenotípicas. La primera clase incluyó plantas que fueron calificadas 1, 2 ó 3 (fenotipo de follaje verde), correspondiente a plantas mayormente noduladas por la cepa HND9601; la segunda clase incluyó aquellas plantas calificadas 4 ó 5 (fenotipo de follaje amarillento), correspondiente a plantas mayormente noduladas por la cepa Fix- KM6001. Las relaciones genéticas fueron analizadas utilizando la prueba de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para bondad de ajuste a las proporciones esperadas. Se evaluaron dos relaciones (3:1 y 13:3) de segregación fenotípica por color de follaje.

## Resultados y Discusión

Las proporciones observadas en tres poblaciones F2 de baja x alta NP mostraron un buen ajuste al modelo de segregación 13:3 (Cuadro 1). En la segregación de dos poblaciones (A70 x DICTA 09 y Pinto UI 114 x DOR 510) también se encontró un buen ajuste a la relación 3:1, pero con una menor probabilidad que la de la relación 13:3. De acuerdo a Griffing *et al.* (1996), la proporción 13:3 corresponde a un tipo de interacción de supresión recesiva entre dos genes (*bb* actuando sobre *aa*), en la que el alelo supresor recesivo *b* provoca que *a* sea expresado como *A*, por lo que el genotipo *aabb* expresa un fenotipo normal (tipo *A*-) (Cuadro 2). En este estudio, plantas con fenotipo 'normal' son aquellas mejor noduladas por la cepa hondureña HND9601, mientras que plantas con fenotipo 'anormal' serían las preferentemente noduladas por la cepa Kim5 Fix-, con una segregación F2 13 normal : 3 anormal. El interés de este estudio y los derivados de él, es obtener plantas con el fenotipo anormal debido a que estas no serían normalmente noduladas por poblaciones nativas de rizobio.

## Conclusiones y Recomendaciones

La utilización de estrategias de mejoramiento para el desarrollo de cultivares con mejor capacidad de fijación de N2 que sean preferentemente nodulados por una cepa efectiva como Kim5, representa una alternativa para mejorar la respuesta del cultivo del frijol a la inoculación bajo condiciones de campo.

## Literatura Citada

GRIFFING, A.F.; MILLER, J.H.; SUZUKI, D.T.; LEWONTIN, R.C.; GELBART, W.M. 1996. An Introduction to Genetic Analysis. Sixth ed., Publ. by W.H. Freeman and Co., 915 p.

Cuadro 1. Segregación fenotípica por color de follaje de plantas F2 de tres poblaciones de frijol de baja x alta nodulación preferencial con la cepa Kim5 Fix- (mutante KM6001) de *Rhizobium etli*<sup>z</sup>. Zamorano, Honduras, 1996.

| Cruza              | n   | Observado <sup>y</sup> | Modelo | $\chi^2_{.05}$     | P    |
|--------------------|-----|------------------------|--------|--------------------|------|
| APN83 x F0057      | 207 | 168:39                 | 3:1    | 4.19 <sup>ns</sup> | 0.03 |
|                    |     |                        | 13:3   | 0.00*              | 1.00 |
| A70 x DICTA 09     | 203 | 161:42                 | 3:1    | 2.01*              | 0.16 |
|                    |     |                        | 13:3   | 0.49*              | 0.53 |
| Pinto114 x DOR 510 | 185 | 145:40                 | 3:1    | 1.12*              | 0.31 |
|                    |     |                        | 13:3   | 1.00*              | 0.34 |

<sup>z</sup> Co-inoculada con la cepa nativa HND9601 (Fix+).

<sup>y</sup> Relación de plantas F2 con follaje verde:amarillo.

Cuadro 2. Interpretación de los modelos de segregación fenotípica por color de follaje de plantas F2 de tres poblaciones de frijol de baja x alta nodulación preferencial con la cepa Kim5 Fix- (mutante KM6001) de *Rhizobium etli*<sup>z</sup>. Zamorano, Honduras, 1996.

| Genotipos                      | Fenotipos | Color    | Nodulación | NP   |
|--------------------------------|-----------|----------|------------|------|
| <b>Modelo 3:1<sup>y</sup></b>  |           |          |            |      |
| 3 A-                           | Normal    | Verde    | Fix +      | Baja |
| 1 aa                           | Anormal   | Amarillo | Fix -      | Alta |
| <b>Modelo 13:3<sup>x</sup></b> |           |          |            |      |
| 9 A- B-                        | Normal    | Verde    | Fix +      | Baja |
| 3 A- bb                        | Normal    | Verde    | Fix +      | Baja |
| 1 aa bb                        | Normal    | Verde    | Fix +      | Baja |
| 3 aa B-                        | Anormal   | Amarillo | Fix -      | Alta |

<sup>z</sup> Co-inoculada con la cepa nativa HND9601 (Fix+).

<sup>y</sup> Un solo gene (Mendel).

<sup>x</sup> Interacción de dos genes (Griffing *et al.*, 1996).

## TÍO CANELA-75': NUEVA VARIEDAD DE FRIJOL ROJO PEQUEÑO MESOAMERICANO<sup>1</sup>

Juan C. Rosas, Oswaldo I. Varela y Jenny A. Castro<sup>2</sup>

La nueva variedad de frijol (*Phaseolus vulgaris*) de grano rojo-pequeño-brillante (raza Mesoamericana) 'Tío Canela-75' fue desarrollada y liberada en 1996 por la Escuela Agrícola Panamericana/Zamorano, Honduras (Acta No. 01-96 de la Comisión Nacional de Liberación de Variedades con fecha 11 de Junio de 1996).

'Tío Canela-75' se derivó de una línea F<sub>2,6</sub> seleccionada de la cruce DOR 483 // DOR 391 / Pompadour J. DOR 483 y DOR 391 son líneas mejoradas de grano rojo pequeño derivadas de la cruce DOR 367 // DOR 364 / IN101; Pompadour J es una variedad criolla de grano rojo moteado recolectada en la República Dominicana. DOR 364 fue liberada en Honduras en 1990 como la variedad 'Dorado'. Las líneas DOR mencionadas anteriormente fueron seleccionadas como resistentes al virus del mosaico dorado del frijol (VMDF) (Beebe *et al.*, 1996).

La F<sub>1</sub> fue avanzada en casa de malla. Las plantas individuales F<sub>2</sub> fueron seleccionadas bajo condiciones de campo en Zamorano por arquitectura de planta erecta, madurez temprana y grano comercial tipo rojo pequeño de la raza Mesoamerica. Las generaciones F<sub>3</sub> a F<sub>5</sub> fueron evaluadas en Zamorano por los caracteres mencionados anteriormente, y las mejores plantas de las familias seleccionadas fueron cosechadas en bulk. Las familias F<sub>6</sub> seleccionadas fueron evaluadas por resistencia al VMDF en ensayos sembrados en Isabela, Puerto Rico y Comayagua, Honduras. Las Familias F<sub>6</sub> fueron también evaluadas por su resistencia a bacteriosis común (BC) causada por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith). La línea F<sub>6</sub> codificada como MD30-75 fue altamente resistente al VMDF y moderadamente resistente a BC.

Durante 1994 y 1995, Tío Canela-75 fue extensamente evaluada por rendimiento, resistencia a enfermedades y caracteres agronomicos, en ensayos sembrados en estaciones experimentales y lotes de agricultores. En Viveros Nacionales de Adaptación y Rendimiento (VINAR), conducidos en más de 15 localidades en Honduras (EAP, 1996), Tío Canela-75 alcanzó una producción promedio de 2,226 kg/ha, que fue 17% (323 kg/ha) mayor que la de Dorado y 44% (683 kg/ha) superior al promedio de las variedades de los agricultores. En 22 ensayos de Comprobación de Variedades (COVA), Tío Canela-75 produjo un rendimiento promedio de 1,536 kg/ha, mientras que Dorado promedió 1,487 kg/ha y las variedades de los agricultores 1,172 kg/ha (EAP, 1996).

Más de 50 ensayos de rendimiento y adaptación (Pruebas de Agricultores) fueron conducidos a través de 49 localidades de Honduras, utilizando una red constituida por instituciones no-gubernamentales (ONGs) y la colaboración de agencias de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), de la Secretaría de Recursos Naturales (SRN), y el Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico

---

<sup>1</sup> Trabajo realizado por el Departamento de Agronomía de Zamorano con fondos proporcionados por el Programa Bean/Cowpea CRSP (Donación USAID N° DAN-1310-G-SS-6008-00).

<sup>2</sup> Jefe y Asistentes de Investigación del Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.



(CURLA). En estas pruebas en fincas, el rendimiento promedio de Tío Canela-75 fue de 1,200 kg/ha, el cual fue 41% mayor que el promedio de las variedades de los agricultores (800 kg/ha). En los ensayos COVA y las Pruebas de Agricultores, Tío Canela-75 fue superior a Dorado y a las variedades criollas por su resistencia a VMDF, BC, la roya del frijol causada por *Uromyces appendiculatus* (Pers.), y la mustia hilachosa causada por *Thanatophorus cucumeris* (Frank)Donk.

Tío Canela-75 fue identificada como una de las líneas más tolerantes al calor en ensayos conducidos en Nacaome, Honduras en 1994 y 1995 (Rosas *et al.*, 1996). Así mismo, ensayos conducidos en la costa norte de Honduras demostraron que Tío Canela-75 poseía mejor adaptación a las condiciones de altas temperaturas y humedad de los trópicos bajos que otras variedades criollas. Tío Canela-75 es recomendada para las regiones de altitudes bajas a intermedias (< 1,200 msnm) de Honduras y similares de Centro América y El Caribe.

Tío Canela-75 posee una hábito de crecimiento Tipo II arbustivo indeterminado, de guía corta. Es además una variedad de ciclo intermedio que madura a los 72 días después de siembra, 7 días antes que Dorado y 4 más tarde que 'Desarrural' (variedad criolla precoz de Honduras).

Tío Canela-75 posee una semilla de forma ovoide con un peso promedio de 0.22 g. El color del grano seco es rojo brillante. Los resultados de encuestas conducidas con agricultores indican que Tío Canela-75 posee un valor comercial superior y excelente calidad culinaria (EAP, 1996).

Tío Canela-75 ha sido registrada como cultivar ante la Sociedad Americana de la Ciencia de Cultivos (Crop Science Society of America) con la identificación CV-139, y ha sido recibida para su almacenamiento a largo plazo por el National Seed Storage Laboratory en Fort Collins, Colorado, USA, asignándosele el Número de Introducción de Plantas PI 595892 (Rosas *et al.*, 1997). La semilla genética de Tío Canela-75 es mantenida y producida exclusivamente por la EAP/Zamorano. La semilla básica es producida y comercializada por la EAP/Zamorano y el DICTA/SRN, Honduras.

## Literatura Citada

- BEEBE, S.E.; OCHOA, I; SKROCH, P.; NIENHUIS, J.; TIVANG, J. 1996. Genetic diversity among common bean breeding lines developed for Central America. *Crop Science* (EE.UU.) 35 (4): 1178-1183.
- EAP (ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA). 1996. Tío Canela-75: Una nueva variedad para zonas bajas e intermedias de la región centroamericana. Publ. AG-9605, Departamento de Agronomía, EAP/Zamorano, Honduras, 12 p.
- ROSAS, J.C., VARELA, O.I.; BEAVER, J.S. 1997. Registration of 'Tío Canela-75' small red bean (race Mesoamerica). *Crop Science* (EE.UU:) (aceptado para publicación).
- ROSAS, J.C., VARELA, O.I.; RODRIGUEZ, D. 1996. Mejoramiento del frijol común para altas temperaturas y sequía en zonas bajas de Centroamérica, México y El Caribe. Informe Final 1993-96 presentado a Profrijol/COSUDE. Zamorano, Honduras 20 p.

# USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO PARA LOCALIZAR *Phaseolus vulgaris* SILVESTRE EN HONDURAS

Steve E. Beebe<sup>1</sup>, Jenny A. Castro<sup>2</sup>, Federico Rodríguez<sup>3</sup>, Oswaldo I. Varela<sup>2</sup> y Peter Jones<sup>1</sup>

El ancestro silvestre del frijol común cultivado se encuentra distribuido desde Chihuahua en el norte de México hasta Salta en el norte de Argentina, en altitudes que fluctúan de 800 a 2000 msnm. Su aparición en este amplio rango geográfico está en función de factores ecológicos, especialmente patrones de lluvia y temperatura, que definen el tipo de vegetación. Estos factores son parámetros cuantificables que permiten ser analizados estadísticamente, dada la existencia de bases de datos de suficiente tamaño y dispersión. Esta exploración se realizó con el fin de evaluar un modelo desarrollado para predecir la existencia de frijol silvestre, basado en una aplicación del Sistema de Información Geográfico (GIS) y utilizando los parámetros climáticos mencionados.

## Materiales y Métodos

Desarrollo del modelo. Una descripción completa del modelo GIS esta reportada en Jones *et al.* (en prensa). Brevemente, se identificaron lugares de recolección de frijol ya conocidos; en esta aplicación, se utilizaron sitios de recolección de Guatemala, El Salvador y Costa Rica. Se estimaron para estos lugares promedios de doce meses para los parámetros de temperatura, diferencias de temperatura diurna y lluvia. Los estimados de parámetros climáticos se basaron en datos de estaciones meteorológicas de los alrededores y fueron ajustados por altitud. Los 'climas' estimados fueron después sometidos a un Análisis de Componentes Principales junto con los climas de todos los ambientes de un área definida, con el fin de identificar otros climas que fueran similares a aquellos conocidos por mantener poblaciones de frijol silvestre. Los resultados fueron calculados como una probabilidad relativa de existencia de frijol silvestre en un área determinada, y posteriormente mapeados. Los cálculos y mapas originales se basaron en una unidad de mapeo de 18 km cuadrados; sin embargo, en el caso de Honduras fue posible implementar por primera vez un mapa con unidades de 1 km cuadrado.

Exploración de frijol silvestre. Desde 1940 se reportó la existencia de *Phaseolus vulgaris* silvestre y la obtención de muestras de herbario en Honduras por Paul Standley (Burkhart y Brucher, 1953). Más recientemente el herbario de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ha obtenido más muestras, pero no se había recolectado semilla ni se conocía la magnitud de las poblaciones silvestres de frijol.

---

<sup>1</sup> Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

<sup>2</sup> Asistentes de Investigación del Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

<sup>3</sup> Jefe del Programa Nacional de Frijol de la Secretaría de Recursos Naturales, Honduras

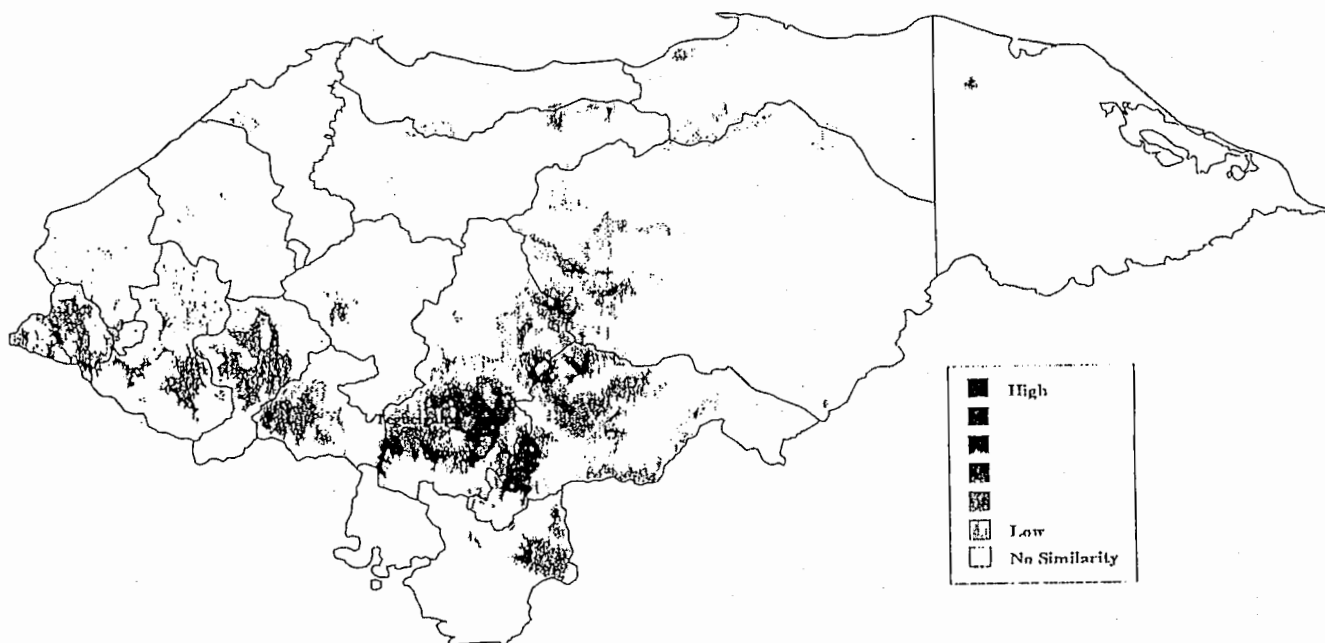
No fue posible en el tiempo disponible hacer una recolección sistemática y exhaustiva, pues el propósito principal de este trabajo era evaluar que tan bien el mapa predecía los ambientes de frijol silvestre. Por lo tanto se realizó una rápida visita a varias regiones en la segunda semana de diciembre de 1996, para verificar que tipo de vegetación estaba siendo identificada por el modelo.

Una vez en el campo, fue aparente que algunas áreas correspondían bien al ambiente del frijol silvestre y de hecho el mapa nos guió hacia estas poblaciones; en otros casos hubo grandes discrepancias. Una vez en Colombia, la base de datos fue revisada encontrándose un error significativo en el formateo de los datos. Aunque desafortunadamente, este error y el mapa con fallas nos condujo a explorar tanto regiones de alta probabilidad y regiones cercanas de baja probabilidad, permitiendo así evaluar el modelo en ambos extremos de sus predicciones. Cuando este error fue corregido, el mapa revisado (Fig. 1) se ajustó bastante bien en la mayoría de los casos a lo encontrado en el campo.

## Resultados y Discusión

Se recolectó frijol silvestre en cuatro regiones diferentes de los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso, tres de las cuales estaban indicadas como regiones de alta probabilidad en el mapa. Se identificaron un total de 10 poblaciones silvestres o malezas. Estas recolecciones incluyeron *P. vulgaris* y *P. coccineus* silvestre, siendo la existencia de esta última en Honduras desconocida por los autores. De hecho, se observaron varias poblaciones escapes de *P. coccineus*, y la hibridación libre del *coccineus* silvestre con el tipo cultivado. El *coccineus* tipo maleza fue observado en abundancia en dos regiones.

Figura 1. Mapa de probabilidad climática de existencia de *Phaseolus vulgaris* silvestre en Honduras.



Con base en el ciclo de crecimiento de frijol silvestre en Guatemala, El Salvador y Costa Rica, se esperaba que los frijoles silvestres en Honduras estuvieran maduros y quizás dehiscentes y perdiendo su semilla en esa época del año. Sin embargo, varias poblaciones estaban aún algo inmaduras; algunos agricultores informaron que estas estaban normalmente listas para la cosecha a mediados de enero.

### Conclusiones y Recomendaciones

Aún quedan pendientes de ser explorados de manera más completa o por primera vez: en el departamento de Francisco Morazán, el norte alrededor de San Quin y San Marcos, y el oeste entre Guadalupe y Aguánqueterique en el departamento de La Paz; en el departamento de El Paraíso, el oeste alrededor de San Lucas; en el oeste de Honduras, el sur-este de Nueva Ocotepeque, cerca de la frontera con El Salvador; y regiones de menor probabilidad en los departamentos de Olancho y El Paraíso.

### Literatura Citada

- JONES, P.G., GALWEY, N.G.; BEEBE, S.E. and THOME, J. 1997. The use of Geographical Information Systems in biodiversity exploration and conservation. Biodiversity and Conservation (en publicacion).
- BURKHART, A; BRUCHER, H. 1953. *Phaseolus aborigineus*. Burkhart die mutma liche andine Staminform der Kulturbohne. Der Zuchter 23 (3):65-72. 30 refs.

## MEJORAMIENTO DE ARROZ: SELECCION DE VARIEDADES PARA SISTEMA DE SECANO

Dr. Pablo E. Paz<sup>1</sup>

En Centro América, y particularmente en Honduras, la producción de arroz se realiza en su gran mayoría en el sistema de secano, 76 y 82%, respectivamente. Los rendimientos en este sistema rara vez exceden 1.5 TM/Ha.

Una de las limitantes principales del sistema de secano es el uso de variedades tradicionales las que además de tener un período vegetativo largo (>150 días), tienen un potencial de rendimiento bajo; adicionalmente, estas son variedades que han sido desarrolladas en el sistema inundado, pero se usan en secano.

El presente es un informe del progreso de actividades realizadas durante 1996 dentro del programa de desarrollo de variedades de arroz propias para la institución.

### Metodología

Las líneas seleccionadas en 1995, así como material adicional recibido de Brasil, se sembraron en hileras sencillas de 6.0 m de longitud con espacio entre hileras de 0.25 m, sin repeticiones. Cada 20 hileras, se sembró una hilera del testigo local, CICA-8. Aproximadamente, 15 días después de la siembra se distribuyó al voleo el equivalente de 180 Kg/Ha de 18-46-0, complementado a los 50 días después de la siembra con 100 Kg/Ha de urea. El control de malezas se realizó manualmente en los primeros estadios del cultivo y con una aplicación de Basagrán a razón de 1.5 lts/Ha. Durante el ciclo del cultivo se tomaron datos de floración, así como un dato visual de apariencia en relación al desarrollo del testigo local. Igualmente se tomaron datos de días a madurez fisiológica.

La cosecha se realizó manualmente en la medida que las líneas fueron llegando a madurez de cosecha, secándose al ambiente por aproximadamente tres semanas, removiendo a este momento la basura y el grano vano, para posteriormente pesar las muestras y definir el tamaño del grano y el peso hectolítrico, convirtiéndose los rendimientos a Kg/Ha.

### Resultados

Para propósitos de selección y prueba posterior se utilizó el rendimiento como criterio de selección, estableciéndose un rendimiento de 3.0 TM/Ha como mínimo. Esto dió como resultado la selección de 887 líneas para pruebas en el año 1997.

En el Cuadro 1, se presentan las características de las líneas con rendimientos superiores a 6.0 TM/Ha, las que representan un 22% del total de líneas seleccionadas para pruebas posteriores.

---

<sup>1</sup>Coordinador de Producción, Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

En base a rendimiento destacan las líneas IR 528-1-11, Dwarf 10560, IR 665-23-3-1, BR 51-46-5, BR 51-53-5, IR 19799-17-3-1, PI 16438 y PI 17351, con rendimientos superiores a nivel experimental, a las 10.0 TM/Ha.

Adicionalmente al rendimiento, se seleccionaron líneas en base a su precocidad reflejada en un período más corto a floración. Destacan líneas tales como IKU 771, STG511706, B4513A1-25-1-22, R-50, B4356A1-32-1-1-2, 4817A-1-3, B5238A4-3-3-3, STG 9544-5, D38, IR329-10-4-2-1, IR237-13-2-2, IR1665-3-1-B y IR661-104861, con períodos a floración de 61 a 75 días después de la siembra.

Las líneas seleccionadas en 1996 (887 líneas) se compararán en 1997 en parcelas de 6 hileras espaciadas a 0.20 m y de 5.0 m de longitud, en sistemas de secano e inundación para definir aptitud bajo cualquiera de los sistemas o para ambos, así como pruebas de calidad.

Cuadro 1. Características de las líneas seleccionadas (rendimiento superior a 6TM/ha) por el Programa de Arroz durante 1996. Zamorano, Honduras.

| Línea            | Origen      | Días a | Kg/Ha <sup>y</sup> | Tamaño <sup>z</sup> | Kg/HL |
|------------------|-------------|--------|--------------------|---------------------|-------|
|                  |             | Flor   |                    | Grano               |       |
| B49-515          | Tex, US     | 85     | 7610               | Corto               | 60    |
| C53-4092         | La, US      | 98     | 6450               | Largo               | 57    |
| B455A1-27-3-3    | Tex, US     | 106    | 7704               | L                   | 56    |
| B455A1-25        | Tex, US     | 106    | 7037               | L                   | 56    |
| R44-2296         | Cal, US     | 92     | 8271               | L                   | 61    |
| 4812A-1-8        | Cal, US     | 70     | 6030               | M                   | 50    |
| 44C570           | La, US      | 93     | 9785               | LF                  | 62    |
| C57-5184         | La, US      | 107    | 6783               | L                   | 51    |
| B5233A1-8-2-1-2  | Tex, US     | 107    | 6083               | L                   | 63    |
| 63BMT-589        | Tex, US     | 98     | 6103               | L                   | 65    |
| 65CRO-5030       | La, US      | 93     | 7697               | L                   | 63    |
| B572A3-46-2-2P-1 | Tex, US     | 90     | 6830               | M                   | 60    |
| STG63D4349       | ARK,US      | 95     | 6497               | L                   | 60    |
| SHORT STRAW      | ARK,US      | 90     | 7250               | LG                  | 65    |
| STG63D1636       | ARK,US      | 93     | 7164               | LF                  | 64    |
| C66-5090         | La, US      | 81     | 6143               | L                   | 55    |
| C67-5103         | La, US      | 90     | 6763               | L                   | 64    |
| STG66M5921       | ARK,US      | 92     | 7744               | M                   | 61    |
| 70CR-5079        | La, US      | 95     | 7884               | L                   | 64    |
| C72-670          | La, US      | 78     | 6076               | L                   | 58    |
| STG705630        | ARK,US      | 94     | 6510               | L                   | 66    |
| TAKAO IKO 45     | Taiwan      | 95     | 6190               | C                   | 58    |
| RT1095-526       | Senegal     | 96     | 6010               | L                   | 57    |
| IR82-112-3       | Filipinas   | 96     | 6483               | L                   | 44    |
| IR1632-3-2       | Filipinas   | 88     | 6590               | C                   | 49    |
| IR4-2            | Filipinas   | 110    | 9825               | M                   | 60    |
| IR11-45-2-11     | Filipinas   | 102    | 7711               | L                   | 63    |
| RPP31-3          | Filipinas   | 107    | 6497               | C                   | 56    |
| 45-5-18          | El Salvador | 102    | 7370               | EL                  | 58    |
| B589A18-21-2-2-3 | México      | 107    | 7384               | L                   | 65    |
| MoV65-553        | México      | 102    | 8858               | L                   | 68    |
| MoV65-592        | México      | 111    | 6683               | L                   | 54    |
| MoV65-593        | México      | 112    | 6543               | L                   | 58    |
| IR224-16-1-13    | Filipinas   | 96     | 6863               | M                   | 64    |
| IR334-13         | Filipinas   | 92     | 6703               | M                   | 67    |
| IR329-16-4-2-1   | Filipinas   | 98     | 8217               | M                   | 70    |
| IR154-45-1-2     | Filipinas   | 111    | 6797               | L                   | 55    |
| IR154-77-2-1     | Filipinas   | 121    | 7077               | EL                  | 52    |
| IR532-1-33-1     | Filipinas   | 101    | 7797               | L                   | 51    |
| IR548-1-3-2      | Filipinas   | 81     | 6337               | M                   | 59    |
| IR334-5-1-3-3-2  | Filipinas   | 95     | 6570               | L                   | 61    |
| IR579-14-1       | Filipinas   | 110    | 6777               | L                   | 63    |
| IR665-79-2       | Filipinas   | 85     | 6363               | L                   | 51    |
| IR528-1-11       | Filipinas   | 107    | 10892              | M                   | 56    |

|                  |           |     |       |    |    |
|------------------|-----------|-----|-------|----|----|
| IR527-1-10-3     | Filipinas | 98  | 6763  | M  | 59 |
| IR790-35         | Filipinas | 88  | 7084  | L  | 59 |
| IR1176-23        | Filipinas | 101 | 7570  | L  | 53 |
| IR934-234-2      | Filipinas | 88  | 8704  | M  | 62 |
| IR934-242-1      | Filipinas | 84  | 6190  | M  | 58 |
| IR934-529-1      | Filipinas | 81  | 6190  | M  | 61 |
| IR1317-479-2     | Filipinas | 96  | 6410  | M  | 59 |
| IR1317-484-2     | Filipinas | 96  | 6063  | M  | 57 |
| IR1304-54-1      | Filipinas | 98  | 6283  | M  | 51 |
| IR1384-27-3      | Filipinas | 80  | 6316  | M  | 54 |
| IR667-80-6-1-2   | Filipinas | 97  | 6550  | L  | 59 |
| IR1154-243       | Filipinas | 96  | 7050  | C  | 61 |
| Dwarf 10560      | India     | 106 | 10045 | L  | 62 |
| IR1561-149-5     | Filipinas | 88  | 6417  | L  | 51 |
| P855-B-3-B       | Colombia  | 90  | 7989  | L  | 59 |
| IR665-23-3-1-1-B | Filipinas | 97  | 6717  | EL | 50 |
| IR643-11/B/5     | Filipinas | 91  | 7650  | C  | 56 |
| ENT 650          | Filipinas | 99  | 9318  | ML | 58 |
| IR1529-53-2      | Filipinas | 88  | 6650  | EL | 55 |
| IR1529-123-1     | Filipinas | 106 | 8884  | L  | 54 |
| IR1529-178-3     | Filipinas | 107 | 6957  | L  | 57 |
| IR1665-3-1-B     | Filipinas | 71  | 6163  | C  | 61 |
| IR1732-5-N3-B    | Filipinas | 83  | 6383  | L  | 52 |
| P758-30-2-1      | Colombia  | 97  | 6096  | L  | 49 |
| P738-137-4-1     | Colombia  | 101 | 6383  | L  | 53 |
| IR1529-53-2      | Kenya     | 106 | 6617  | L  | 52 |
| IR2061-166-3-7   | Filipinas | 97  | 6417  | L  | 54 |
| IR2003-P19-2-7   | Filipinas | 97  | 8237  | L  | 59 |
| IR2006-P10-5-3   | Filipinas | 102 | 6176  | L  | 64 |
| IR2008-P43-11-1  | Filipinas | 102 | 6003  | L  | 54 |
| IR2008-P43-11-2  | Filipinas | 98  | 6010  | L  | 60 |
| IR2018-P19-3-3   | Filipinas | 97  | 7944  | M  | 59 |
| IR2003-P3-1      | Filipinas | 102 | 7117  | M  | 52 |
| IR579-48-1-2     | Filipinas | 98  | 6817  | L  | 57 |
| IR532-1-33       | Kenya     | 101 | 8571  | L  | 56 |
| IR665-23-3-1     | Kenya     | 98  | 10985 | EL | 60 |
| IR579-48-1-2     | Kenya     | 90  | 6116  | L  | 55 |
| IR759-133-1-1-1  | Kenya     | 99  | 7617  | L  | 58 |
| 43-5-10          | Filipinas | 106 | 7204  | EL | 59 |
| 43-5-6           | Filipinas | 106 | 6690  | EL | 60 |
| B575A1-12-5-5    | Filipinas | 81  | 8144  | L  | 61 |
| IRRI 5631        | Filipinas | 84  | 7004  | M  | 65 |
| BR2-29-2-8-1     | Filipinas | 107 | 6857  | M  | 64 |
| BR20-28-2        | Filipinas | 94  | 8418  | L  | 57 |
| BR51-46-5        | Filipinas | 105 | 10198 | ML | 62 |
| BR51-53-5        | Filipinas | 102 | 12199 | C  | 57 |
| B189B-52-8-3-1   | Filipinas | 107 | 8864  | L  | 63 |
| B461B-PN-3-2-5   | Filipinas | 106 | 6857  | L  | 54 |
| B541B-KN-58-5-3  | Filipinas | 98  | 6610  | L  | 58 |
| B462B-PN-1-3     | Filipinas | 107 | 9625  | L  | 54 |
| SPR6726-76-2-3   | Filipinas | 106 | 7504  | L  | 57 |



|                 |           |     |       |    |    |
|-----------------|-----------|-----|-------|----|----|
| IR2061-628-1-6  | Filipinas | 90  | 6557  | M  | 62 |
| PM16624-257-1   | Filipinas | 110 | 7310  | L  | 55 |
| SPR6726-134-2-2 | Filipinas | 106 | 6430  | L  | 55 |
| IR825-11-2-2-1  | Filipinas | 107 | 7064  | L  | 55 |
| IR2053-521-1-1  | Filipinas | 88  | 8844  | L  | 58 |
| IR2153-26-3-5-2 | Filipinas | 99  | 6810  | L  | 61 |
| IR2003-P5-15-5  | Filipinas | 107 | 6470  | L  | 61 |
| IR2153-338-3    | Filipinas | 67  | 6617  | M  | 57 |
| IR443-2-58      | Filipinas | 96  | 6397  | L  | 56 |
| IR503-1-104-2   | Filipinas | 93  | 6850  | L  | 58 |
| IR2516-4-1      | Filipinas | 80  | 7090  | M  | 57 |
| KH-6605         | Filipinas | 81  | 9611  | M  | 58 |
| KN-1B-361-1-8-6 | Filipinas | 100 | 9758  | M  | 63 |
| KN-1B-361-149-B | Filipinas | 93  | 6230  | M  | 61 |
| KN-1B-361-150B  | Filipinas | 99  | 6977  | M  | 61 |
| KN-1B-361-151B  | Filipinas | 98  | 6150  | M  | 59 |
| KN-1B-361-152B  | Filipinas | 93  | 8591  | M  | 61 |
| KN-1B-361-178B  | Filipinas | 95  | 9485  | M  | 60 |
| KN-1B-361-180B  | Filipinas | 96  | 7844  | M  | 64 |
| BR51-282-8      | Filipinas | 98  | 9985  | L  | 61 |
| BR52-87-1       | Filipinas | 107 | 6223  | L  | 60 |
| GPNO 26337      | España    | 98  | 7184  | L  | 55 |
| R 29            | Zaire     | 88  | 8204  | L  | 53 |
| IR8-892         | Pakistán  | 106 | 7524  | ML | 60 |
| IR127-2-2-2-3-1 | Pakistán  | 93  | 7650  | L  | 56 |
| IR532-PK-11-E   | Pakistán  | 99  | 6583  | L  | 60 |
| IR269-26-3-3    | Pakistán  | 77  | 6437  | L  | 56 |
| IR1561-288-3-5  | Pakistán  | 107 | 6767  | L  | 57 |
| IR1721-14-6-43  | Pakistán  | 98  | 7864  | L  | 52 |
| IET 4094        | Filipinas | 90  | 6657  | M  | 61 |
| IET 4658        | Filipinas | 96  | 6116  | L  | 63 |
| IET 4897        | Filipinas | 93  | 6657  | L  | 58 |
| IR4427-51-6-3   | Filipinas | 85  | 7164  | M  | 56 |
| IR3839-1        | Filipinas | 96  | 9005  | M  | 58 |
| Guyana 60-283   | Guyana    | 93  | 6463  | M  | 57 |
| CR561-4-2-1     | Egipto    | 92  | 6243  | L  | 60 |
| WIR 5224        | Rusia     | 92  | 7090  | L  | 54 |
| IR9264-321-3    | Filipinas | 104 | 6123  | L  | 54 |
| CR1002          | Filipinas | 103 | 6983  | L  | 55 |
| IET 1785-1      | Filipinas | 107 | 8104  | C  | 55 |
| IET 4082040     | Filipinas | 85  | 6403  | L  | 57 |
| IET 6073        | Filipinas | 99  | 7350  | M  | 60 |
| IR19799-17-3-1  | Filipinas | 107 | 11346 | L  | 52 |
| GPNO 22361      | Filipinas | 81  | 9872  | L  | 62 |
| PI464635        | Filipinas | 88  | 6557  | M  | 57 |
| PI16438         | La, US    | 103 | 11392 | L  | 59 |
| PI16809         | La, US    | 95  | 6937  | L  | 55 |
| PI16809         | La, US    | 95  | 8704  | L  | 57 |
| PI16838         | La, US    | 96  | 7130  | L  | 58 |
| PI16850         | La, US    | 96  | 8071  | L  | 61 |
| PI16956         | La, US    | 93  | 6016  | L  | 58 |

|                  |              |     |       |    |    |
|------------------|--------------|-----|-------|----|----|
| PI15862          | La, US       | 99  | 9778  | L  | 57 |
| PI17062          | La, US       | 98  | 7410  | L  | 55 |
| PI17327          | La, US       | 106 | 7570  | L  | 53 |
| PI17330          | La, US       | 106 | 6116  | L  | 57 |
| PI17335          | La, US       | 104 | 7477  | L  | 52 |
| PI17341          | La, US       | 104 | 9098  | L  | 56 |
| PI17347          | La, US       | 99  | 6970  | L  | 55 |
| PI17349          | La, US       | 98  | 6617  | L  | 56 |
| PI17351          | La, US       | 93  | 10058 | L  | 62 |
| PI17358          | La, US       | 96  | 6803  | L  | 58 |
| PI17510          | La, US       | 106 | 8077  | M  | 60 |
| PI17511          | La, US       | 96  | 6497  | EL | 58 |
| PI19934          | La, US       | 110 | 7477  | L  | 56 |
| PI19938          | La, US       | 103 | 6096  | L  | 59 |
| PI19965          | La, US       | 111 | 7230  | L  | 44 |
| PI19971          | La, US       | 110 | 7304  | L  | 50 |
| IR18348-36-3-3   | La, US       | 110 | 6337  | L  | 58 |
| IR24362-34-2     | La, US       | 80  | 7004  | L  | 60 |
| IR25588-7-3-1    | La, US       | 111 | 7457  | L  | 58 |
| IR25621-135-1-1  | La, US       | 107 | 6370  | L  | 56 |
| IR25840-83-3-2   | La, US       | 92  | 7110  | L  | 56 |
| IR25840-83-3-2   | La, US       | 92  | 7971  | L  | 58 |
| IR28238-109-1-3  | La, US       | 84  | 9438  | L  | 56 |
| IR29692-65-2-3   | La, US       | 103 | 6977  | L  | 61 |
| IR29692-94-2-1   | La, US       | 88  | 6243  | L  | 55 |
| IR29708-41-2-2   | La, US       | 93  | 6543  | L  | 59 |
| IR29708-113-3-2  | La, US       | 90  | 6323  | L  | 63 |
| IR29725-3-1-3-2  | La, US       | 93  | 8638  | L  | 55 |
| IR31851-63-1-2   | La, US       | 96  | 8558  | L  | 58 |
| CT6747-7-1-1-1-7 | Colombia     | 96  | 9678  | EL | 60 |
| P3844F3-19-1-13  | Colombia     | 90  | 7737  | L  | 61 |
| P3084F4-56-2-2   | Colombia     | 99  | 8257  | EL | 57 |
| IR65907-115-1B   | Filipinas    | 90  | 6457  | L  | 62 |
| IR65907-202-1B   | Filipinas    | 90  | 6610  | L  | 60 |
| IR65907-203-1B   | Filipinas    | 90  | 9278  | L  | 64 |
| IR65907-221-1B   | Filipinas    | 90  | 8578  | L  | 60 |
| IR65907-224-1B   | Filipinas    | 95  | 6803  | LF | 65 |
| IRAT 212         | Costa Marfil | 75  | 8217  | M  | 67 |
| IRAT 216         | Costa Marfil | 95  | 7931  | L  | 59 |
| CIAT 930029      | Colombia     | 102 | 7390  | L  | 56 |
| CIAT 930061      | Colombia     | 90  | 6150  | L  | 54 |
| CIAT 930149      | Colombia     | 95  | 6670  | L  | 58 |
| ITAJAI-12        | Brasil       | 93  | 6190  | L  | 56 |
| ITAJAI-16        | Brasil       | 98  | 6637  | EL | 56 |
| PR222            | Brasil       | 90  | 6583  | L  | 61 |
| CNA8041          | Brasil       | 95  | 6056  | EL | 55 |

<sup>y</sup> Extrapolado de hileras de 6.0 m de longitud.

<sup>z</sup> Se usan notaciones de acuerdo a los estandares internacionales: C-Corto, M-Mediano, L-Largo, EL-Extra Largo, LF-Largo Fino, LG-Largo Grueso, ML-Mediano Largo

## EVALUACION DEL USO DE TRES LEGUMINOSAS (*Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens*, *Dolichos lablab*) COMO ABONO VERDE PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGADOS DE LADERA

Angel Jara Flores<sup>1</sup>, Wilfredo Colón<sup>2</sup>, Armando Medina<sup>1</sup> y Ana Margoth de Andrews<sup>2</sup>

Debido a lo erosionado y poco productivo de muchos suelos de ladera, se realizó un estudio para probar la efectividad de los abonos verdes como agente recuperador de suelos degradados. Para ello se utilizaron tres especies de abono verde, (*Canavalia ensiformis*, *Dolichos lablab* y *Mucuna pruriens*) sembrados en una terraza y en un suelo diferente cada uno. Los materiales crecieron por 85 días, luego se aplicaron los tratamientos de incorporado, mantillo (mulch) y testigo (sin abono verde). Una vez pasado un período de 33 días de descomposición de los abonos verdes se procedió a la siembra de frijol de postrera variedad "Tío Canela-75". Antes y después del período de descomposición se tomaron muestras de suelo a 10 y 20 cm de profundidad; igualmente, durante el período de crecimiento del frijol de postrera se tomaron muestras de humedad del suelo a 10 y 20 cm. Las muestras de suelo y de humedad revelaron que el uso de abonos verdes no produjeron cambios significativos en la fertilidad y capacidad de retención de humedad del suelo a los 33 días después de aplicados los tratamientos. Los rendimientos de frijol de postrera mostraron que no hubo diferencia significativa entre tratamientos en la terraza 1, debido a que éste suelo está muy degradado (compactación, baja capacidad de retención de humedad, baja fertilidad) en comparación con el uso de *Dolichos* y *Mucuna* en las terrazas 2 y 3. En las terrazas 2 y 3 se produjeron diferencias significativas siendo mayores los rendimientos en el tratamiento de incorporado versus mantillo y el testigo sin abono verde, ésto pudo deberse a que el incorporado mejoró la porosidad del suelo favoreciendo la producción de frijol.

### Introducción

Los suelos son la base de nuestra existencia (Sheng, 1990), sin embargo, a lo largo del tiempo el hombre no ha dado la importancia debida a este recurso esencial para la sobrevivencia del mismo. Hoy en día la productividad del suelo es una característica determinante en la agricultura, pero lo es más aún su sostenibilidad (Rodríguez *et al.*, 1996).

En los trópicos húmedos, el peligro de la erosión es elevado debido a las lluvias intensas y frecuentes (Sheng, 1990); por ello, se busca desarrollar alternativas de conservación de suelos enfocado en el mejoramiento de la fertilidad del suelo para una producción sostenible (Rodríguez *et al.*, 1996).

En los últimos años, diversas investigaciones han demostrado que las leguminosas contribuyen al mantenimiento de la fertilidad del suelo vía la fijación simbiótica de nitrógeno, o por el aporte de la incorporación del follaje al contenido de nutrientes del suelo (Flores, 1993), y más aún previenen la erosión hídrica y eólica del suelo (Buckles *et al.*, 1992).

---

<sup>1</sup>Estudiante del Programa de Ingeniería Agronómica (PIA), clase '97, y Profesor del Departamento de Desarrollo Rural, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

<sup>2</sup>Profesores del Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Hoy en día la necesidad de conocer más sobre este tipo de leguminosas se ha concebido como algo imperante dado que la mayoría de suelos de Centro América son de ladera y altamente erosionables. Ante esta problemática, nos hemos visto en la necesidad de desarrollar y buscar nuevas opciones para producir y prolongar la vida de la tierra, en otras palabras mantener una producción sostenible.

## Materiales y métodos

El experimento se realizó en tres terrazas de las laderas de Monte Redondo de Zamorano, situada en el Valle del Yeguaré, a 30 km al sureste de Tegucigalpa, Honduras. Se usaron tres terrazas limitadas por barreras vivas de pasto elefante, pasto elefante enano, valeriana y una barrera muerta de piedra. Las tres terrazas cuentan con una diversidad de tipos de suelo y pendientes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tipos de suelos pendientes predominantes y de tres terrazas de las laderas de Monte Redondo, Zamorano, Honduras.

| Ubicación                 | Textura predominante <sup>z</sup> | Area de la terraza (%) | Pendiente (%) | Area de la terraza (%) |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------|------------------------|
| Canavalia<br>(terrazza 1) | Franco Arcillo Arenoso            | 58                     | 0-10          | 50                     |
|                           | Arcillo Arenoso                   | 33                     | 20-30         | 42                     |
|                           | Arcillo Limoso                    | 8                      | 10-20         | 8                      |
| Dólicos<br>(terrazza 2)   | Franco Arcillo Arenoso            | 50                     | 10-20         | 16                     |
|                           | Franco Arenoso                    | 33                     | 20-30         | 84                     |
|                           | Franco                            | 17                     |               |                        |
| Mucuna<br>(terrazza 3)    | Franco                            | 100                    | 10-20         | 16                     |
|                           |                                   |                        | 20-30         | 84                     |

<sup>z</sup> n = 12

Se utilizó un diseño completamente al azar dividido en dos fases, la primera que consistió en la siembra de tres leguminosas de abono verde, *Canavalia ensiformis*, sembrado el 1 de junio de 1996, a una distancia de 0.25 x 0.50 m en parcelas de 8 x 5 m; *Dolichos lablab* y *Mucuna pruriens* (actualmente *M. deeringianum*) ambos sembrados el 4 de junio de 1996, a una distancia de 0.15 x 0.50 m en parcelas de 6 x 5 m. Se sembró una leguminosa por terraza. A los 85 días de crecimiento, se tomaron muestras de suelo a 10 y 20 cm de profundidad para determinar la fertilidad inicial del suelo antes de aplicar los tratamientos; seguidamente se procedió a aplicar los tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones y que consistieron en (a) incorporación de la materia verde con azadón a 15 cm de profundidad, aproximadamente; (b) corte y picado de la materia verde con machete para dejar como una cobertura muerta (mantillo) sobre el terreno; y (c) un testigo absoluto consistente en el no uso de abono verde.

Después de 33 días de aplicados los tratamientos (lapso que se dejó a cada uno de los materiales para

su descomposición), se tomaron muestras de suelo en las parcelas con los tratamientos de abono verde para obtener la fertilidad final y posteriormente determinar el aporte real de nutrientes por el abono verde al suelo. De igual forma, se tomaron cuatro muestras de 25 cm<sup>2</sup> en cada terraza para determinar la cantidad de materia seca que produce cada leguminosa de abono verde.

Posteriormente se procedió a ejecutar la segunda fase del experimento que consistió en la siembra de frijol común, *Phaseolus vulgaris*, variedad Tío Canela-75. La siembra se realizó depositando dos semillas por postura en cada una de las terrazas a un distanciamiento de 0.15 x 0.45 m. Durante el desarrollo del cultivo se tomaron muestras de suelo semanales a profundidades de 10 y 20 cm para determinar los efectos de los tratamientos en la capacidad de retención de humedad del suelo, se utilizó el método gravimétrico. A los 77 días después de la siembra del frijol, se procedió a la cosecha y se determinó el rendimiento en cada uno de las terrazas y tratamientos por medio de tres muestras de un metro lineal por parcela por tratamiento por leguminosa en una forma completamente al azar. Los datos obtenidos en el ensayo fueron analizados en el paquete estadístico "SPSS para Windows" con pruebas Duncan a un 95% de confianza.

## Resultados y discusión

Las muestras de suelo revelaron que el uso de abonos verdes no producen cambios significativos en la fertilidad del suelo a los 33 días de aplicados los tratamientos; igualmente las muestras de humedad revelaron que el uso de abono verde no aumenta significativamente la capacidad de retención de humedad del suelo. Los rendimientos de frijol de postrera mostraron que no hubo diferencia significativa entre tratamientos en la terraza 1 debido a que éste suelo estaba muy degradado (compactación, baja capacidad de retención de humedad, baja fertilidad). En cambio, el uso de Dólico y Mucuna en las terrazas 2 y 3, respectivamente, produjo diferencias significativas, siendo mayores los rendimientos de incorporado en comparación con el mantillo y testigo sin abono verde (Cuadro 2). Esto pudo deberse a que el incorporado acondicionó el suelo para la producción de frijol por medio del mejoramiento de la porosidad del mismo (Triomphe, 1995), producido por la incorporación de una cantidad apreciable de materia verde al suelo (Cuadro 3).

Cuadro 2. Diferencias en el rendimiento promedio (kg/ha) de frijol de postrera debidos a la leguminosa y por tratamientos de incorporación. Zamorano, 1996.

| Leguminosa | Testigo               | Cobertura muerta | Incorporado | Significancia |
|------------|-----------------------|------------------|-------------|---------------|
| Canavalia  | 84.24                 | 6.37             | 70.99       | 0.055         |
| Dólico     | 206.82 c <sup>z</sup> | 775.67 b         | 1519.46 a   | 0.001         |
| Mucuna     | 43.27 c               | 749.52 b         | 1326.47 a   | 0.001         |

<sup>z</sup> Promedios de los tratamientos en cada leguminosa (n=12) seguidos de la misma letra no difieren significativamente según la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%.

Cuadro 3. Cantidad de materia seca añadida al suelo (kg/ha) producidas por tres tipos de abonos verdes a los 85 días después de la siembra.

|            | Materia fresca      | Materia seca | Materia seca |
|------------|---------------------|--------------|--------------|
| Leguminosa | (kg/ha)             | (%)          | (kg/ha)      |
| Canavalia  | 12,932 <sup>z</sup> | 30           | 3915         |
| Dólico     | 12540               | 30           | 3730         |
| Mucuna     | 7353                | 35           | 2613         |

<sup>z</sup> n=4.

Comparando los rendimientos del ensayo (Figura 1), observamos que el rendimiento del tratamiento incorporado, tanto en Dólico como en Mucuna, obtuvieron valores de 1519 kg/ha y 1326 kg/ha superiores al promedio nacional, que sugiere la incorporación de estos abonos verdes contribuyó a mejorar la productividad de los suelos. Sin embargo, al comparar los rendimientos de frijol producidos bajos otros sistemas de producción se pudo apreciar que los tratamientos de incorporación de Dólico y Mucuna produjeron un 30 y 40% menos que lo producido en Zamorano bajo condiciones óptimas de producción (Figura 1).

Cuadro 4. Comparación de los rendimientos de la variedad Tío Canela-75 producidos bajo incorporación de abono verde con el rendimiento de Zamorano, agricultores de la región y el promedio nacional de Honduras.

|                                | Rendimiento (kg/ha) |
|--------------------------------|---------------------|
| Canavalia (Terraza 1)          | 71                  |
| Dólico (Terraza 2)             | 1519                |
| Mucuna (Terraza 3)             | 1326                |
| Zamorano                       | 2161                |
| Agricultores <sup>z</sup>      | 1357                |
| Promedio nacional              | 550                 |
| Conclusiones y recomendaciones |                     |

Según los análisis de suelo se determinó que el lapso de descomposición de 33 días, y la cantidad de material añadido, no fue suficiente para producir diferencias significativas en las cantidades de M.O., N total, P, K, Ca y Mg en las terrazas (Cuadro 4). Igualmente, según las muestras de humedad del suelo tomadas por 10 semanas a lo largo del ciclo del frijol, se observó que no se produjo un aumento significativo en la capacidad de retención de humedad del suelo. De acuerdo a los rendimientos de frijol de postrera obtenidos, se concluye que el uso de abonos verdes en la terraza 2 (Dólicos) y 3 (Mucuna) acondicionó el suelo para la producción de frijol. Esto se observó en la terraza 1 (Canavalia) debido al mayor grado de degradación de este suelo. El tipo de suelo predominante en la terraza 1, su grado de compactación y las cantidades de M.O. y N total (Cuadro 4) hicieron que esta terraza sea catalogada como más degradada que las otras dos, por lo que se recomienda el uso de abonos verdes por varios años para lograr una mejoría en la fertilidad de éste suelo y pueda contribuir al aumento de la producción de los granos básicos.

Cuadro 4. Comparación del contenido de materia orgánica (M.O.) y de N total de tres terrazas al inicio del experimento. Zamorano, Honduras.

| Terraza | 0-10 cm             |             | 10-20 cm |             |
|---------|---------------------|-------------|----------|-------------|
|         | M.O. (%)            | N total (%) | M.O. (%) | N total (%) |
| 1       | 4.23 b <sup>z</sup> | 0.12 b      | 2.81 c   | 0.09 b      |
| 2       | 5.80 a              | 0.13 b      | 5.02 a   | 0.13 a      |
| 3       | 5.84 a              | 0.18 a      | 4.01 b   | 0.12 a      |

<sup>z</sup> Se tomaron cuatro repeticiones por terraza. Promedios de las variables en cada columna seguidos de la misma letra no difieren significativamente según la prueba de separación de medias de Duncan al 5%.

## Referencias

- BUCKLES, D.; PONCE, Y.; SAID, G.; MEDINA, G.; 1992. Tierra cobarde se vuelve valiente: Uso y difusión del frijol de abono (*Mucuna deeringiamum*) en las laderas del Litoral Atlántico de Honduras. In TAPADO. Los sistemas de siembra con cobertura. Ed. by D.Thurston; M. Smith; G. Abawi; K. Steve. Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development. Cornell University, USA. p.277-290.
- FLORES, M. 1993. ¿Tienen razón los agricultores de usar el frijol abono?. La contribución de esta leguminosa a la economía de algunos grupos campesinos de la Costa Norte de Honduras. Tegucigalpa, Honduras. CIDICCO Informe Técnico No. 12. 10 p.
- RODRÍGUEZ, D.; VARELA, E.; ROSAS, J.C.; 1996. Efecto del uso de leguminosas de cobertura sobre características del suelo y el rendimiento de maíz. Informe Anual de Investigación: Departamento de Agronomía. E.A.P. Honduras. v 8. p. 29-30.
- SHENG, T.C. 1990. Conservación de suelos para los pequeños agricultores en las zonas Tropicales Húmedas. Boletín de Suelos FAO. Roma, FAO (Italia). No. 60 p.1-4.
- TRIOMPHE, B. 1995. Agroecología del sistema de aboneras en el Litoral Atlántico de Honduras. Ponencia presentada al panel "Manejo productivo y sostenible de laderas". XLI Reunión Anual del PCCMCA, Tegucigalpa, Honduras. 14 p.



# PROPAGACION *in vitro* DEL HELECHO COLA DE QUETZAL

D. Espinal y J. J. Alán<sup>1</sup>

*Nephrolepis* es un género subtropical de helechos de aproximadamente 20 especies, con seis de ellas propias de la América tropical (Tryon y Tryon, 1982). El helecho cola de quetzal (*Nephrolepis cordigera*) tiene una alta demanda como ornamental.

En general los helechos son propagados *in vitro* por medio de segmentos de rizoma. Es posible obtener explantes relativamente limpios, con un bajo grado de contaminación superficial, si los rizomas son obtenidos de plantas madres que estén creciendo en macetas colgantes.

La producción *in vitro* de helechos se ha convertido en el método más usado para propagarlos vegetativamente debido a que la tasa de regeneración puede llegar a ser muy alta. Con el helecho Bostoniensis (*Nephrolepis exaltata* cv. Bostoniensis) es posible producir 37,500 plantas a partir de 100 segmentos de rizoma en un período de 9 meses (Burr, 1975). Una limitante para la producción de helechos *in vitro* es que la variabilidad genética de las plantas producidas se incrementa con el número de subcultivos. Para reducir esta variabilidad se deben realizar solamente tres a cuatro subcultivos.

Debido a que no se encontró información acerca de un protocolo adecuado para reproducir helecho cola de quetzal *in vitro*, se trabajaron modificaciones de protocolos con base en las metodologías en uso (Burr, 1975; Joiner, 1981; Kyte, 1987) para la propagación vegetativa *in vitro* de otras especies de *Nephrolepis*. Este trabajo se realizó con el propósito de encontrar el nivel adecuado de hormonas para poder llevar a cabo la producción masiva del helecho cola de quetzal en las condiciones de nuestro laboratorio.

## Materiales y Métodos

Se utilizaron secciones de rizoma en crecimiento activo provenientes de plantas sanas. Inmediatamente después de su cosecha, los rizomas fueron llevados al laboratorio y cuidadosamente lavados para remover rastros de polvo; seguidamente se seccionaron en segmentos de aproximadamente 1.5 cm y se enjuagaron bajo el agua de la llave durante 15 minutos. Luego de este enjuague se recortaron ambos extremos de cada segmento dejando segmentos de aproximadamente 1.0 cm, y se sumergieron en una solución antioxidante durante 15 minutos. La solución antioxidante se preparó con 100 mg/L de ácido ascórbico y 150 mg/L de ácido cítrico.

Para la desinfección superficial de los explantes se utilizó una solución de NaOCl (hipoclorito de sodio) al 1% durante 15 minutos con agitación frecuente, mas tres gotas de Tween 80 por cada 100 ml de solución. Con la cámara de flujo laminar se procedió a hacer dos enjuagues de 5 minutos cada uno con agua bidestilada estéril, y finalmente se recortaron los extremos de rizoma que estuvieron en contacto con el cloro, antes de la siembra.

---

<sup>1</sup>Asistente y Jefe de la Sección de Biotecnología, Depto. de Agronomía, Zamorano, Honduras.

Los explantes se sembraron en tubos de ensayo de 18 x 150 mm. Para el establecimiento de los explantes se utilizaron las sales basales MS, i-inositol (100 mg/L), tiamina HCl (0.4 mg/L), y sacarosa (30 g/L). Las hormonas utilizadas fueron kinetina (1.0 mg/L) y ácido naftaleneacético, ANA (0.1 mg/L). Se utilizó medio líquido con puente de papel. El pH del medio se ajustó a 5.

Para la multiplicación y crecimiento de los explantes se utilizó una modificación del medio anterior con la adición de fosfato monobásico de sodio monohidratado ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) (255 mg/L) y un incremento en el nivel de kinetina a 2.0 mg/L. Para los subcultivos la masa completa de tallos fue removida del tubo de ensayo se cortó todo el follaje y se dejó solo el tejido calloso con los tallos recortados y defoliados. Seguidamente, el callo fue dividido y las divisiones se colocaron sobre el puente en el medio líquido. Tres a cuatro semanas después ya estaban listos para ser divididos nuevamente.

Las condiciones en el cuarto de crecimiento fueron las siguientes: intensidad lumínica de 2000 lux con un fotoperíodo de 16 horas de luz; temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e iluminación procedente de lámparas fluorescentes del tipo "cool white".

## Resultados y Discusión

A las cuatro semanas después de la siembra los segmentos de rizoma comenzaron a mostrar pequeños callos de color verde muy claro; dos semanas después se comenzó a observar brotes a partir del callo. Estos brotes continuaron desarrollándose durante un período de cuatro semanas con profuso desarrollo de follaje antes de ser divididos para un primer subcultivo.

Para los subcultivos es importante remover el follaje más desarrollado y dejar el tejido calloso rodeado de los tallitos con el follaje más tierno. Esto resulta en una mejor y más rápida regeneración a partir del callo.

Luego de cuatro subcultivos, cuando los tallitos han alcanzado una altura aproximada de 2.0 cm pueden ser divididos para ser transplantados al invernadero y así proceder a su aclimatación y siembra en una mezcla liviana pasteurizada con buena aireación, buen drenaje y buena capacidad de retención de agua. Una mezcla de partes iguales (v/v) de perlita, vermiculita y musgo esfagníneo es adecuada.

## Referencias

- BURR, R. W. 1975. Mass production of Boston fern through tissue culture. Proceedings International Plant Propagation Society (EE.UU.) 25:122-124.
- JOINER, J. N. 1981. Foliage Plant Production. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall. 614 p.
- KYTE, L. 1987. Plants from test tubes: An introduction to micropropagation. Portland, Timber Press. 160 p.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum (EE.UU.) 15:473-497.
- TRYON, R. M.; TRYON, A. F. 1982. Ferns and allied plants. With special reference to tropical America. New York, Springer - Verlag. 857 p.

# EVALUACIÓN DE LA INTERACCIÓN GENOTIPO POR AMBIENTE EN LOS HÍBRIDOS GRANÍFEROS DE SORGO DEL PCCMCA 1996<sup>1</sup>

Ing. Jorge Luis Morán<sup>2</sup>

La evaluación de la interacción genotipo por ambiente es un punto muy delicado al momento de determinar la estabilidad de un cultivar en varios ambientes, principalmente para los especialistas encargados de ensayos de comportamiento. Este tipo de interacción es muy notoria cuando los cultivares evaluados se comportan diferente cuando son evaluados en varios ambientes (localidades o años). El objetivo principal de este estudio fue la estimación de parámetros que nos permitan determinar los híbridos más estables del ensayo de híbridos de sorgo graníferos del PCCMCA 1996. Para lograr este objetivo fue necesario realizar un ajuste del rendimiento de los híbridos mediante el análisis de "vecino más cercano" (Nearest Neighbours Analysis -NNA-), para extraer variaciones en rendimiento dentro de un mismo bloque, debido a gradientes en fertilidad, pendiente, humedad y otros; y por lo tanto obtener un estimado más preciso del rendimiento. Se evaluaron 27 híbridos de categorías experimentales, precomerciales y comerciales, proveídas por siete compañías semilleras internacionales. La evaluación de los híbridos fue realizada en doce localidades, en seis países: Guatemala (3), Honduras (3), El Salvador (1), Nicaragua (2), Panamá (2) y República Dominicana (1). Se establecieron cuatro repeticiones del ensayo, y la parcela experimental era de 4 surcos de longitud y anchura variable (61 - 80 cm), utilizando los dos surcos centrales para la estimación del rendimiento. Se estimaron cinco índices de estabilidad para los 27 híbridos, utilizando el paquete estadístico Agrobases. Estos índices son: Medida de comportamiento del cultivar (Cultivar Performance Measure); estabilidad de la varianza (Stability Variance); estabilidad de la varianza con covariable; diferencias de rangos S1 (Rank Differences S1); y el modelo de regresión de estabilidad de Eberhart/Russell (Eberhart/Russell Stability Regression Model). En todos los índices a excepción del modelo de regresión, entre menor el índice, más estable es el cultivar. En el modelo de regresión lo que buscamos es una  $\beta=1.0$ , una  $d=0$  y una probabilidad del valor F mayor a 0.2. Después de sortear ascendientemente los resultados obtenidos de cada índice, se seleccionaron los cultivares que se encontraban en los primeros diez lugares, y eran considerados como cultivares estables los que eran seleccionados por el análisis, en por lo menos tres de los cinco análisis. De los 27 híbridos comerciales evaluados, sólo 8 cultivares demostraron estabilidad al ser evaluados en doce ambientes. Los cultivares más estables fueron: Marfil, SR 93, XM 5155, Diamante, Marte 85, ICI 737, Platino y Júpiter.

## Introducción

En los últimos años se ha incrementado el interés por parte de los científicos en identificar los factores que intervienen en la interacción del genotipo por ambiente. Diferentes parámetros han sido propuestos para medir el grado de estabilidad de un cultivar en varios ambientes, pero hasta el momento no se ha logrado un parámetro que utilice variables ambientales para estimar la estabilidad. Por el contrario, la estabilidad de los cultivares ha sido estimada directamente de los datos recolectados de los ensayos, sin tomar en cuenta variantes en los ambientes debido a precipitación, temperaturas, radiación solar y otros factores que afectan

---

<sup>1</sup>Trabajo realizado por el Depto. de Agronomía con fondos proporcionados por el Programa Intersomil CRSP y el PCCMCA.

<sup>2</sup>Asistente de Investigación, Proyecto Intersomil CRSP.

el genotipo del cultivar, y que afectan las decisiones al momento de seleccionar cultivares superiores. Entre mayor es el número de ambientes, la interacción genotipo por ambiente es mayor (Kang, 1990).

Para realizar una mejor estimación de la estabilidad de los cultivares, es necesario primero estimar el rendimiento de la manera más precisa, es decir, obtener un rendimiento que sea una respuesta directa de la genética del cultivar y no de efectos extraños que afectan de una u otra manera la expresión del potencial de rendimiento del cultivar.

Para analizar mejor los datos obtenidos del campo, se han formulado varios modelos estadísticos, como el diseño completamente al azar (DCA), el de bloques completamente al azar (BCA), látices y últimamente se está utilizando mucho el de vecinos más cercanos (Nearest Neighbours Analysis -NNA-).

La mayoría de los campos o estaciones experimentales en donde los ensayos de comportamiento son evaluados, tienen cierto tipo de tendencias, ya sea por variaciones debido a gradientes en la fertilidad, pendiente, humedad, y otros factores tanto bióticos como abióticos. Es necesario eliminar este tipo de tendencias de los datos de rendimiento obtenidos de los ensayos, para poder obtener un rendimiento más preciso, como respuesta directa del potencial de rendimiento de un cultivar.

Cuando utilizamos un diseño de bloques, esperamos que las variaciones en un mismo bloque sean inexistentes o mínimas. Sin embargo, cuando los bloques son demasiado largos, o el terreno en que estamos conduciendo el ensayo es demasiado variable, el BCA no logra eliminar efectivamente fuentes de variación por tendencias o gradientes. Esto puede guiar al técnico a realizar una mala selección de cultivares superiores. Algunos estudios han demostrado que las variaciones en un ensayo debido a factores no genéticos puede llegar hasta un 65%; por lo tanto al utilizar un BCA, un técnico podría estar basando sus selecciones de cultivares superiores tanto en el potencial genético del cultivar como en las variaciones o tendencias presentes en el terreno.

La utilización del análisis por medio de látices es un mejor método de estimación de rendimiento que el BCA, ya que reduce la varianza debido al error experimental. Sin embargo, este método también asume que las tendencias en los bloques incompletos es constante, pudiendo llevar al técnico a cometer el mismo error al momento de selección de cultivares.

El NNA es un diseño más avanzado y que parte de las asunciones del diseño de bloques completamente al azar y látices. Para estimar el rendimiento, este método utiliza bloques móviles de tres parcelas (la parcela central comparada con las parcelas laterales). La utilización de bloques móviles permite estimar con mucha más exactitud tendencias continuas en el terreno, y por lo tanto estimar con mucha más precisión los diferentes tipos de variaciones en el ensayo.

Las diferencias de cada parcela con sus dos vecinos son comparadas con las diferencias de las entradas vecinas de esas mismas tres parcelas en los otros bloques completos. Cuando las diferencias convergen en cero o son cercanas a este, las tendencias estimadas para cada parcela son removidas de los valores de las parcelas, y los efectos de los tratamientos (en este caso los cultivares) son recuperados. Por lo tanto el coeficiente de variación es reducido, ya que el efecto de las tendencias son tomadas en cuenta por el análisis, en lugar de ser incluidas en la variación de parcela a parcela en el error experimental (Mulltze, 1997).

## Materiales y métodos

Para realizar este estudio se utilizaron los datos recolectados del ensayo de sorgos graníferos del PCCMCA 1996. En este ensayo se evaluaron 29 híbridos graníferos de diversas características, sin embargo, sólo 27 fueron utilizados en el estudio de estabilidad.

Las localidades donde fueron evaluados estos híbridos fueron: Guatemala, en Tiquisate, Chiquimulilla y Jutiapa; El Salvador, en Santa Cruz; Honduras, en Zamorano, Jamastrán y Comayagua; Nicaragua, en Managua y Tola; Panamá, en El Ejido y Río Hato; y República Dominicana, en San Cristóbal.

En todas las localidades el ensayo fue sembrado en un sistema de bloques con 4 repeticiones. Cada híbrido fue sembrado en una parcela experimental de 4 surcos, con una longitud de 5 metros y de anchura variable (0.61 - 0.8 metros) dependiendo de la maquinaria disponible en cada localidad. Para realizar la estimación del rendimiento, sólo se cosecharon los dos surcos centrales. El rendimiento fue estandarizado a un 14% de humedad.

Para realizar el ajuste del rendimiento, se utilizó el NNA del paquete estadístico Agrobases for Windows. Este método utilizó residuales adyacentes para corregir la variabilidad entre parcelas dentro de un mismo bloque. El residual en la latitud  $k$ th y en la longitud  $m$ th se definió como:

$$e_{km} = y_{km} - \bar{y}_{(km)},$$

donde  $e_{km}$  es el residual,  $y_{km}$  el rendimiento observado, y  $\bar{y}_{(km)}$  la media del cultivar en la parcela  $km$ th. El ajuste longitudinal se definió de la siguiente manera:

$$EW_{km} = \frac{1}{2} (e_{k,m-1} + e_{k,m+1})$$

donde  $e_{k,m-1}$  es el residual de la parcela vecina al oeste de la parcela  $km$ th. Si la parcela se encontraba en el borde del bloque, y no tenía vecino ya sea al este o al oeste, entonces  $EW_{km}$  fue calculado sin utilizar ese residual. Después de calcular los residuales, se realizó un segundo cálculo de residuales, utilizando la media ajustada del cultivar de la primera interacción. Después se recalculó el análisis de covarianza y se repitió este procedimiento hasta que las diferencias entre las medias ajustadas de los cultivares en interacciones sucesivas fueron casi nulas.

Una vez ajustados los rendimientos de los cultivares en todas las localidades, se procedió a realizar el análisis de estabilidad. Para realizar el análisis de estabilidad, se calcularon cinco diferentes parámetros o índices, dentro de los cuales están:

- Medida de superioridad del cultivar (CSM): Los valores estimados son los cuadrados de las diferencias entre la media de la entrada y la media máxima en una localidad, sumada y dividida por el doble de las localidades. Los genotipos con los valores más bajos tienden a tener rendimientos mayores y más estables.

- Estabilidad de la varianza: Los valores son estimados de la varianza de una entrada en todos los ambientes. Los cultivares más estables tienen los índices más bajos.
- Estabilidad de la varianza con opción c: Como el método anterior, sólo que usa las medias de cada localidad como covariable.
- Diferencias de rangos, S1: Este es un tipo de índice no paramétrico. Está basado en el rango que se le confiere al cultivar en cada ambiente. Se considera que un genotipo es estable, si su rango no varía mucho de una localidad a otra. Por lo tanto el índice S1, mide la varianza de los rangos de un cultivar por todos los ambientes. Entre menor es el índice S1, menor es la varianza de los rangos, y por lo tanto más estable es el cultivar.
- Modelo de regresión de Eberhart/Russell: Para poder utilizar este modelo es necesario que los cultivares serán evaluados en un rango bastante amplio de ambientes, que cubran la mayoría de los ambientes donde el cultivar puede desarrollarse. Para poder seleccionar un cultivar estable por medio de este modelo, se deben tomar en cuenta que el cultivar tenga un rendimiento alto o deseable, un coeficiente de regresión unitario ( $\beta=1$ ), y que las desviaciones de la regresión sean lo más bajo posible ( $\delta=0$ ). Teniendo como hipótesis nula que no hay diferencias genéticas entre el cultivar y la regresión, entonces los cultivares con una probabilidad F cercana o igual a cero, se desvían significativamente de la regresión, y por lo tanto para los ambientes donde fue evaluado, su comportamiento es muy impredecible.

Una vez estimados los índices para cada cultivar, se ordenaron ascendentemente, y se delinearon los cultivares que se encontraban en los primeros diez lugares (con excepción del modelo de regresión). Para el modelo de regresión se realizó una selección de los cultivares que se encontraban más próximos a un  $\beta=1$ ,  $\delta=0$  y una probabilidad  $F>0.2$ .

Una vez que se separaron los diez cultivares en cada modelo, se buscaron los cultivares que se encontraran en por lo menos tres de los cinco modelos utilizados.

## Resultados y discusión

### Ajuste del Rendimiento

Comparando los resultados obtenidos del análisis de bloques completamente al azar (BCA) y el análisis de vecinos más cercanos (NNA), en todas las localidades se realizó un mejor ajuste del modelo, reduciéndose significativamente el cuadrado medio del error y el coeficiente de variación. La reducción del coeficiente de variación varió de un 23% en Jutiapa hasta un cero por ciento de ajuste, como es el caso de Santa Cruz (Cuadro 1). Las probabilidades de encontrar una diferencia en el comportamiento de los cultivares también aumentó significativamente después de realizar el ajuste por tendencias. Tal es el caso de El Ejido, Panamá, donde la probabilidad del valor F para los cultivares era de 0.7015; después de realizado el ajuste, esta probabilidad aumentó a un 0.1571. Tomando en cuenta todo lo anterior, el NNA aumentó significativamente la probabilidad de identificar cultivares superiores en el ensayo de comportamiento.

El objetivo principal de utilizar el NNA, fue ajustar el rendimiento con mayor precisión tomando en cuenta

las tendencias espaciales presentes en los bloques. Ya que este tipo de ajuste puede afectar la posición de un híbrido con respecto a otro en "x" localidad, es muy importante realizar una comparación entre las medias no ajustadas con BCA y las ajustadas con NNA. En el 50% de las localidades, se observó una coeficiente de correlación mayor de 0.7. En las otras cinco localidades, el coeficiente de correlación varió entre un 0.43 a un 0.66. El coeficiente de correlación entre las medias de NNA y BCA para el total de localidades fue de 0.96, lo que indica que hay una relación directa entre las medias de los dos métodos, por lo tanto híbridos superiores analizados con el BCA, son los mismos híbridos superiores resultantes del análisis del NNA (Cuadro 1).

### Estimación de Estabilidad

Analizando los diez cultivares más estables de cada índice, en el índice de superioridad del cultivar, los índices de estabilidad variaron de un 0.28 (Marfil) a un 0.901 (XM7175), contra un índice de 2.3473 del híbrido menos estable (X-528). En el índice de estabilidad de la varianza, los índices variaron de un 0.3056 (Diamante) a un 1.4294 (XM5155) contra un índice de 5.3261 del híbrido menos estable (X-528). En el índice de estabilidad de la varianza que utiliza la media de la localidad como covariable, los índices variaron de un 0.3314 (Diamante) a un 1.3139 (ICI 737) contra un índice de 4.0208 del híbrido menos estable (Esmeralda). En el índice de diferencia de rangos S1, los índices variaron de un 5.545 (Diamante) a un 9.212 (XM 7175), contra un índice de 11.682 del híbrido menos estable (Esmeralda) (Cuadro 2).

Cuadro 1. MSE, CV y correlación del BCA y NNA en las doce localidades de evaluación del PCCMCA 1996.

| Localidad     | BCA      |        | NNA      |        | Correlación de<br>rendimiento<br>BCA-NNA |
|---------------|----------|--------|----------|--------|------------------------------------------|
|               | MSE      | CV     | MSE      | CV     |                                          |
| Tiquisate     | 72.1893  | 15.44  | 64.8633  | 14.723 | 0.66                                     |
| Jutiapa       | 104.2976 | 27.601 | 61.4271  | 21.31  | 0.43                                     |
| Chiquimulilla | 100.8531 | 23.547 | 93.4331  | 22.8   | 0.78                                     |
| Santa Cruz    | 135.6452 | 27.409 | -        | -      | -                                        |
| Zamorano      | 44.6709  | 14.22  | 42.2713  | 13.913 | 0.87                                     |
| Jamastrán     | 31.7943  | 17.069 | 26.9591  | 15.809 | 0.60                                     |
| Comayagua     | 61.7726  | 17.761 | 55.5923  | 16.947 | 0.71                                     |
| Managua       | 178.1916 | 18.687 | 159.7919 | 17.802 | 0.78                                     |
| Tola          | 147.3672 | 18.792 | 132.6478 | 17.936 | 0.79                                     |
| San Cristóbal | 364.3434 | 24.607 | 346.0939 | 24.126 | 0.83                                     |
| Río Hato      | 83.1747  | 21.041 | 74.7354  | 20.064 | 0.64                                     |
| El Ejido      | 68.2295  | 14.723 | 58.0626  | 13.663 | 0.84                                     |

En el modelo de regresión de Eberhart/Russell, se observó una diferencia significativa ( $P < 0.0106$ ) en el comportamiento de los cultivares en los diferentes ambientes donde fueron evaluados. Los híbridos tuvieron diferencias muy marcadas al ser evaluados en diferentes ambientes, ya que la interacción híbrido\*ambiente,



presentó una diferencia altamente significativa ( $P < 0.00001$ ) (Cuadro 4).

Este modelo, explica en un 88% ( $R^2 = 0.879$ ) el comportamiento de los cultivares en los doce ambientes donde se evaluaron los cultivares; sin embargo, el coeficiente de variación fue relativamente alto ( $CV = 21.78\%$ ).

El híbrido más estable según el modelo de regresión es el ICI 770 con un  $\beta = 1.0132$  y una desviación de 0.0278. El híbrido menos estable según el modelo de regresión es el X-528 con una  $\beta = 0.4894$ , una  $\delta = 0.311$  y una  $Pr > F = 0.005$ .

Cuadro 2. Diez híbridos más estables seleccionados por tipo de análisis.

| CMS    |            | SV     |            | SVC    |            | SI     |            |
|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
| Indice | Híbrido    | Indice | Híbrido    | Indice | Híbrido    | Indice | Híbrido    |
| 0.280  | Marfil     | 0.3056 | Diamante   | 0.3314 | Diamante   | 5.545  | Diamante   |
| 0.377  | 8346       | 0.7472 | SR-93      | 0.7023 | Marte 85   | 7.121  | Marte 85   |
| 0.666  | Esmeralda  | 0.7613 | Marte 85   | 0.7337 | SR-93      | 7.773  | Platino    |
| 0.708  | D-68       | 1.2066 | ICI 737    | 0.7482 | 8346       | 8.394  | SR-93      |
| 0.830  | DK-55      | 1.2988 | Júpiter    | 0.8029 | Marfil     | 8.424  | CBX-896-9  |
| 0.849  | SR-93      | 1.3836 | CBX-896-9  | 0.8940 | XM 5155    | 8.576  | Apolo      |
| 0.875  | CBX-896-17 | 1.3929 | CBX-896-17 | 1.0475 | CBX-896-20 | 8.833  | XM 5155    |
| 0.879  | XM 5155    | 1.3948 | Platino    | 1.0956 | X-9504     | 8.864  | CBX-896-20 |
| 0.885  | Júpiter    | 1.4004 | Mercurio   | 1.1772 | Platino    | 8.894  | Marfil     |
| 0.901  | XM 7175    | 1.4294 | XM 5155    | 1.3139 | ICI 737    | 9.212  | XM 7175    |

Tomando en cuenta los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad, podemos decir que los híbridos más estables son (tomando en cuenta que se escogieron los híbridos que se encontraban en las primeras diez posiciones en los diferentes análisis): Marfil, SR 93, XM 5155, Diamante, Marte, ICI 737, Platino y Júpiter. De estos híbridos, el SR 93 fue seleccionado como híbrido estable por todos los análisis, lo que nos indica claramente su estabilidad en todos los ambientes donde fue evaluado.

No es suficiente saber como varía el rendimiento de un cultivar en un rango determinado de ambientes, es decir el determinar si es estable o no. Si determinamos que un cultivar es estable, es necesario saber si es rendidor; asegurarnos que obtendremos un buen rendimiento que nos permita obtener una determinada rentabilidad, en un rango de ambientes. Todos los híbridos estables del ensayo presentan rendimientos superiores a  $5.48 \text{ TM ha}^{-1}$ , con un rendimiento máximo de  $6.21 \text{ TM ha}^{-1}$  como es el caso del Marfil (Cuadro 3). Aunque el SR 93 presenta un rendimiento más bajo ( $5.66 \text{ TM ha}^{-1}$ ) que el Marfil, este es mucho más estable, ya que el rendimiento del SR 93 varió en las localidades de  $3.39$  a  $8.93 \text{ TM ha}^{-1}$ , mientras que en el Marfil el rendimiento varió entre  $3.64$  a  $11.60 \text{ TM ha}^{-1}$  (Cuadro 5).

Cuadro 3. Híbridos más estables del ensayo del PCCMCA 1996.

| Híbrido  | Número de selecciones | Rendimiento (TM ha <sup>-1</sup> ) |
|----------|-----------------------|------------------------------------|
| Marfil   | 3                     | 6.21                               |
| SR 93    | 5                     | 5.66                               |
| XM 5155  | 4                     | 5.51                               |
| Diamante | 4                     | 5.48                               |
| Marte 85 | 3                     | 5.70                               |
| ICI 737  | 3                     | 5.59                               |
| Platino  | 3                     | 5.42                               |
| Júpiter  | 3                     | 5.59                               |

### Conclusiones

El método de bloque pequeños movable de tres parcelas utilizado por el NNA para analizar el rendimiento de los cultivares, es muchos más efectivo para eliminar fuentes extrañas de variación que interfieren en la correcta selección de materiales superiores, ya que reduce significativamente el cuadrado medio del error y el coeficiente de variación, así como también aumento la probabilidad de encontrar diferencias en los cultivares en algunas de las localidades evaluadas.

Al seleccionar híbridos repetitivos en los diferentes métodos de estimación de la estabilidad, se aseguró que estos fueron los más estables ya que se comprobó el resultado de un análisis contra el de los otros cuatro.

Aunque el análisis de estabilidad de diferencias de rangos S1 es un análisis no paramétrico, estimó de manera muy precisa la estabilidad de los híbridos, ya que se observó una relación muy directa entre los híbridos seleccionados por este método y los híbridos seleccionados por los otros métodos paramétricos, es decir que utilizan el rendimiento para estimar la estabilidad.

Cuadro 4. Análisis de varianza e híbridos más estables según el modelo de regresión de Eberhart/Russell.

| Fuente           | GL  | SC      | CM    | Valor F | P > F  | Beta   | Desv.   | Híbrido    |
|------------------|-----|---------|-------|---------|--------|--------|---------|------------|
| Total            | 323 | 870.936 |       |         |        | 0.9364 | 0.1442  | 8527       |
| Cultivares       | 26  | 18.048  | 0.694 | 1.82    | 0.0106 | 0.9378 | -0.0055 | Mercurio   |
| Amb.+in Cul*Amb. | 297 | 852.888 | 2.872 |         |        | 0.9459 | -0.0289 | Júpiter    |
| Amb.Linear       | 1   | 718.077 |       |         |        | 0.9466 | -0.0522 | ICI 737    |
| Cul*Amb. Linear  | 26  | 31.602  | 1.215 | 3.18    | 0      | 0.9515 | 0.0825  | CBX-896-10 |
| Desviación       | 270 | 130.209 | 0.382 |         |        | 0.9541 | -0.2796 | Diamante   |
| Residual         | 972 | 360.631 | 0.371 |         |        | 1.0132 | 0.0278  | ICI 770    |
|                  |     |         |       |         |        | 1.0429 | 0.0771  | ICI 730    |
|                  |     |         |       |         |        | 1.053  | 0.5744  | Esmeralda  |
|                  |     |         |       |         |        | 1.0968 | -0.1865 | SR-93      |

## Referencias

- KANG, M.S. 1990. Understanding and utilization of genotype-by-environment interaction in plant breeding. In Genotype-by-environment interaction and plant breeding. Baton Rouge, LA, USA. Department of Agronomy, Louisiana Agricultural Experiment Station. p. 52-68.
- MULTZE, D.K. 1993. Nearest neighbours analysis of variety trials: A superior statistical analysis to determine the most likely genetic ranking of varieties. Manitoba, Canadá, Agrnomix Software (comunicación personal).

Cuadro 5. Resultado de los rendimientos (TM ha<sup>-1</sup>) de 27 híbridos de sorgo en doce localidades de Mesoamérica.

| <u>HIBRIDO</u> | <u>COM</u> | <u>STCRZ</u> | <u>CHIQ</u> | <u>EJIDO</u> | <u>HATO</u> | <u>CNIA</u> | <u>TOLA</u> | <u>STCRIS</u> | <u>JUTI</u> | <u>TIQUI</u> | <u>ZAM</u> | <u>JAM</u> | <u>μ</u> |
|----------------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|--------------|------------|------------|----------|
| Marfil         | 5.02       | 4.98         | 4.27        | 6.81         | 5.14        | 8.96        | 8.28        | 11.60         | 4.03        | 6.52         | 5.27       | 3.64       | 6.21     |
| 8346           | 4.61       | 5.28         | 4.52        | 6.8          | 4.53        | 8.60        | 7.68        | 11.08         | 3.99        | 6.23         | 5.26       | 3.13       | 5.98     |
| CBX-896-17     | 4.61       | 4.85         | 4.16        | 6.81         | 5.57        | 9.04        | 7.94        | 8.09          | 3.67        | 6.37         | 5.69       | 3.41       | 5.85     |
| CBX-896-10     | 4.64       | 4.93         | 5.17        | 6.56         | 4.93        | 8.96        | 8.23        | 7.56          | 4.29        | 5.38         | 4.90       | 4.21       | 5.81     |
| D-68           | 5.29       | 4.93         | 3.71        | 6.88         | 4.29        | 8.45        | 7.62        | 10.07         | 4.18        | 6.29         | 3.96       | 3.94       | 5.80     |
| Esmeralda      | 4.03       | 5.00         | 5.91        | 5.61         | 4.77        | 7.74        | 6.65        | 10.72         | 5.21        | 4.89         | 5.06       | 3.89       | 5.79     |
| DK-55          | 4.85       | 4.48         | 5.65        | 6.55         | 5.57        | 6.65        | 6.11        | 9.44          | 4.18        | 6.38         | 6.16       | 3.30       | 5.78     |
| Marte 85       | 5.05       | 4.60         | 5.44        | 6.78         | 5.33        | 7.97        | 7.22        | 7.84          | 4.11        | 5.55         | 4.83       | 3.65       | 5.70     |
| XM 7175        | 5.12       | 4.88         | 3.33        | 5.17         | 4.63        | 8.82        | 7.60        | 9.02          | 4.58        | 5.99         | 5.26       | 3.80       | 5.68     |
| Zamorano rojo  | 4.46       | 5.58         | 3.66        | 6.53         | 5.55        | 7.65        | 7.11        | 9.57          | 4.23        | 6.44         | 3.72       | 3.56       | 5.67     |
| SR-93          | 4.04       | 4.80         | 5.30        | 6.58         | 5.22        | 7.98        | 7.07        | 8.93          | 3.39        | 6.46         | 4.62       | 3.57       | 5.66     |
| CBX-896-3      | 4.71       | 4.40         | 5.66        | 6.36         | 4.94        | 6.40        | 5.91        | 9.49          | 4.75        | 5.98         | 5.54       | 3.48       | 5.64     |
| Jupiter        | 5.34       | 4.18         | 5.22        | 5.27         | 4.47        | 7.46        | 7.03        | 9.28          | 4.45        | 5.19         | 5.27       | 3.88       | 5.59     |
| ICI 737        | 5.61       | 4.10         | 4.39        | 5.57         | 4.09        | 8.24        | 7.37        | 8.18          | 4.58        | 6.08         | 4.67       | 4.14       | 5.59     |
| CBX-896-20     | 5.61       | 4.68         | 5.09        | 6.04         | 5.12        | 6.76        | 6.13        | 8.21          | 3.60        | 6.33         | 5.75       | 3.68       | 5.58     |
| CBX-896-9      | 4.55       | 5.35         | 3.77        | 6.82         | 5.08        | 8.12        | 6.90        | 7.33          | 3.98        | 6.45         | 4.88       | 3.68       | 5.58     |
| Apolo          | 4.53       | 4.53         | 4.91        | 5.48         | 4.99        | 8.40        | 7.72        | 6.78          | 3.93        | 5.97         | 5.22       | 3.86       | 5.53     |
| ICI 730        | 4.64       | 3.93         | 4.16        | 6.78         | 5.38        | 8.34        | 7.45        | 7.35          | 3.17        | 6.60         | 5.15       | 3.33       | 5.52     |
| XM 5155        | 3.82       | 4.78         | 4.52        | 5.37         | 4.80        | 8.21        | 7.22        | 9.86          | 4.03        | 6.01         | 4.41       | 3.09       | 5.51     |
| Diamante       | 4.77       | 4.63         | 4.79        | 5.48         | 4.53        | 7.70        | 6.82        | 8.20          | 3.99        | 6.54         | 5.02       | 3.28       | 5.48     |
| Platino        | 3.72       | 4.45         | 4.57        | 6.12         | 4.35        | 7.26        | 6.58        | 9.97          | 4.11        | 6.19         | 4.64       | 3.09       | 5.42     |
| 8527           | 4.94       | 3.58         | 4.49        | 7.10         | 4.16        | 7.41        | 7.10        | 7.26          | 3.17        | 6.72         | 4.90       | 3.87       | 5.39     |
| CBX-896-68     | 5.31       | 4.38         | 3.96        | 5.90         | 4.51        | 8.08        | 7.21        | 6.62          | 3.77        | 6.46         | 4.44       | 4.00       | 5.39     |
| IC 770         | 4.05       | 4.75         | 4.58        | 6.26         | 4.45        | 8.34        | 7.74        | 7.45          | 4.18        | 4.80         | 4.48       | 3.00       | 5.34     |
| Mercurio       | 4.30       | 3.60         | 5.51        | 5.38         | 4.57        | 7.26        | 6.92        | 8.15          | 4.37        | 5.35         | 5.5        | 2.64       | 5.30     |
| X-9504         | 5.23       | 4.25         | 4.38        | 6.15         | 4.40        | 6.74        | 6.11        | 6.61          | 3.54        | 6.33         | 5.23       | 3.39       | 5.20     |
| X-528          | 4.54       | 5.85         | 4.87        | 5.68         | 4.02        | 5.38        | 4.94        | 7.13          | 3.56        | 5.38         | 6.21       | 3.41       | 5.08     |
| Gran Media     | 4.74       | 4.64         | 4.65        | 6.12         | 4.73        | 7.79        | 7.05        | 8.46          | 4.04        | 6.00         | 5.04       | 3.54       |          |

## RESÚMENES DE TESIS DEL PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA

### DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE COCCIÓN EN VARIEDADES COMERCIALES DE FRIJOL ROJO

Carolina Valladares

El tiempo de cocción o endurecimiento del frijol es utilizado como factor de rechazo o aceptación en los diferentes mercados. Por lo tanto es muy importante realizar pruebas para evaluar el tiempo de cocción de las variedades comerciales. Este factor está determinado por características físicas del grano y otros factores ambientales. El objetivo de este estudio fue determinar la influencia de características físicas del grano en el tiempo de cocción de materiales comerciales de frijol existentes en el Programa de Investigación del Frijol (PIF), del Departamento de Agronomía en la Escuela Agrícola Panamericana. Se evaluaron cuatro muestras de frijol sembradas y manejadas por el PIF en primera de 1995: Catrachita, MD 30-75, Don Silvio y Dorado. Como testigo se utilizaron tres muestras provenientes de agricultores de San Ignacio, Francisco Morazán sembradas en postrera de 1995: Dorado, Catrachita y MD 30-75 y dos muestras obtenidas en el mercado de la región sur-oriental de Honduras. Se encontró que variedades de rojo claro (Catrachita) absorben mayor cantidad de agua, tienen mayor peso del grano y necesitan de menor tiempo de cocción, mientras que las de color rojo oscuro (Dorado) absorben menos agua, tienen menor peso de grano y requieren mayor tiempo de cocción, sin encontrar diferencia entre las muestras de agricultor, del mercado o las producidas por el PIF.

### COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE FUENTES DE RESISTENCIA AL VIRUS DEL MOSAICO DORADO EN FRIJOL COMÚN

José M. Espinoza

El virus del mosaico dorado del frijol (VMDF), es una de las principales limitantes en la producción de este grano básico. El VMDF, es transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.). Los objetivos del estudio fueron: evaluar el efecto del VMDF y el potencial de adaptación y rendimiento en los genotipos que constituyen las principales fuentes de resistencia a esta enfermedad, y desarrollar poblaciones provenientes de cruas de algunas de estas fuentes de resistencia. Este estudio comprendió ensayos en las épocas de primera y postrera en dos estaciones experimentales del Departamento de Comayagua. Se evaluaron 19 genotipos resistentes y uno susceptible. Para desarrollar poblaciones resistentes se utilizaron cuatro genotipos resistentes al VMDF, dos poblaciones  $F_2$  derivadas de cruas simples y una población  $F_2$  derivada de una crua doble. Los genotipos MD 30-75, Pompadour J y K2 presentaron únicamente mosaicos en trifolios a partir de los 50 dds; el resto de los genotipos presentaron síntomas típicos tempranamente. El genotipo MD 30-75 presentó el grado de severidad más bajo (2.75), seguido por los genotipos K2, MD 23-24, Pompadour J, DOR 482 y DOR 364 (3.75, 4.0, 4.25, 4.25 y 4.75, respectivamente). El genotipo MD 23-24 presentó la menor incidencia (porcentaje de plantas con

VMDF) seguido por los materiales K2, DOR 364, DOR 482 y MD 30-75. El genotipo Desarrural 1R presentó el mayor rendimiento en la época de postrera debido a una baja incidencia y daños causados por el VMDF, seguido por los genotipos Porrillo Sintético, Gordo, Pompadour J, MD 23-24, DOR 364, MD 30-75 y Pompadour G. Los genotipos Jatu Rong y GN 31 fueron los materiales con floración más temprana.

## PARTICIPACIÓN DE LA MUJER EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE FRIJOL EN GÜINOPE Y MOROCELÍ, EL PARAÍSO, HONDURAS

Diana S. Osorto

Por años la agricultura fue vista como una actividad netamente masculina; sin embargo, esto ha ido cambiando. Las mujeres representan cada vez más la principal fuerza de trabajo disponible, y existe una tendencia generalizada a dar mayor visibilidad y reconocimiento a la labor que éstas realizan en el proceso productivo. A nivel internacional la importancia del reconocimiento de la participación de la mujer en las labores productivas está siendo tema de mucho interés, e inclusive se le menciona como una posible solución a problemas de seguridad alimentaria. El siguiente estudio surgió por la inquietud que ha despertado en Zamorano, por la realización de investigaciones de género. En él se hizo un análisis cualitativo de la participación que tienen las mujeres en el cultivo del frijol, así como también de las limitantes que ellas tienen para realizar las labores. El estudio fue realizado en cuatro localidades, Manzaragua y Lavanderos en el municipio de Güinope y Suyate y El Plan en Morocelí. Ambos municipios localizados en el Departamento de El Paraíso, Honduras. Se analizaron ocho casos de familias campesinas con diferentes características, que fueron elegidas con la utilización de diferentes métodos de investigación social, como el sondeo y el juego sociológico. Los estudios de caso se hicieron con el objetivo de determinar cual es la participación de las mujeres de esas familias, en el proceso productivo del cultivo de frijol. La información sobre la influencia de la mujer en la adopción o rechazo de variedades y prácticas mejoradas, al evaluarlas ella misma bajo criterios en su mayoría diferentes a los del hombre es de gran importancia e interés para Zamorano. Según el estudio se tienen que trazar líneas de trabajo que incluyan directamente a la mujer y no como hasta ahora donde su relación ha sido orientada exclusivamente hacia los productores hombres. La participación de la mujer en éste cultivo, como en muchos otros no es tan intensa pero si es determinante para la producción.

## INFLUENCIA DEL FÓSFORO EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO GENOTIPOS DE SOYA (*Glycine max* (L.) Merr).

Jorge L. Pérez

La soya por sus características de alto contenido de aceite y proteína, posee un gran valor económico en la alimentación humana y animal. En Honduras, las áreas destinadas a este cultivo son reducidas, hecho que se atribuye al poco conocimiento de los aspectos agronómicos, poca disponibilidad de cultivares adaptados localmente, falta de incentivos a los agricultores y

limitaciones de suelo y clima. Estos factores originan una situación de grandes importaciones de grano y subproductos. Las características de los suelos en el trópico, en relación con la reducida disponibilidad de nutrientes, en especial el fósforo (P), limitan el desarrollo normal del cultivo, y disminuyen su potencial productivo. Se necesitan variedades que respondan eficientemente a las aplicaciones de P, y que respondan bien cuando la fertilidad natural es pobre y la situación del agricultor no permita adiciones importantes de este elemento. El presente ensayo evaluó la influencia del P en el comportamiento agronómico de cuatro genotipos de soya. Fue conducido en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras en el año 1995. Se probaron tres genotipos de la colección del Zamorano y un testigo comercial. Los niveles de P fueron: 0, 40, 80 y 120 kg/ha de  $P_2O_5$ . Se evaluaron características agronómicas en la floración (R1), la madurez fisiológica (R7), y la madurez completa (R8). Los genotipos respondieron a las aplicaciones de P, determinado en la nodulación, el crecimiento vegetativo, el desarrollo radical, y el rendimiento. Se encontró respuesta lineal y cuadrática para el rendimiento, el cual estuvo correlacionado con sus componentes y el número y peso seco de los nódulos. El peso seco del follaje y de la raíz, incrementaron con las aplicaciones de P, mostrando una respuesta lineal. El contenido de N y P en los tejidos mejoró con las aplicaciones de P. En conclusión, las líneas probadas respondieron eficientemente a niveles bajos de P, mejorando con aplicaciones superiores. Se observó el inicio de la respuesta decreciente en variables como el rendimiento, la nodulación y la altura de las plantas.

### INCIDENCIA Y DAÑO OCASIONADO POR *Prostephanus truncatus* (horn) (Coleoptera: Bostrichidae) A GERMOPLASMA DE MAÍZ PROVENIENTE DE DIFERENTES REGIONES DE HONDURAS

Rafael A. Mateo

Se evaluó la incidencia y el daño ocasionado por *Prostephanus truncatus* a germoplasma criollo de maíz de cuatro regiones de Honduras. El estudio se realizó bajo condiciones controladas en el Laboratorio de Entomología del Centro Internacional de Tecnología Semillas y Granos, del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana. El germoplasma evaluado incluyó: Tusa Morada (región Centro-Oriental, valle de Jamastrán), Tusa Morada (región Nor-Oriental, Yoro), Maicito (región Sur, Choluteca) y Raque (región Nor-Occidental, Copán). Además se evaluó el híbrido DeKalb identificación del híbrido (región Centro-Oriental- valle de Jamastrán). Estos genotipos fueron caracterizados previo al ensayo en términos de tamaño, peso y diámetro de mazorca; número de hojas, extensión de la punta de la tusa; número de granos por mazorca y peso del grano. Se evaluaron tres formas de almacenamiento: mazorcas con tusa, mazorcas sin tusa y maíz desgranado. Se usó un diseño factorial con 15 tratamientos (5 genotipos\*3 tipos de almacenamiento). Al inicio, cada tratamiento fue infestado artificialmente con 25 adultos de *Prostephanus truncatus* usando una proporción hembra: macho de 1.5:1. Después de 60 días se evaluó la pérdida de peso (conteo y pesado de 1000 granos), número total de adultos de *Prostephanus truncatus* y número total de granos dañados para cada tratamiento. La caracterización de los genotipos indicó que no hubo diferencias significativas con respecto a peso de la mazorca y grano, número de hojas y extensión de la punta de la tusa. En el almacenamiento de mazorca con tusa no hubo daño por problemas al momento de establecer el tratamiento. Los

resultados en las otras formas de almacenamiento indicaron una interacción significativa entre genotipos y la forma de almacenamiento. No hubo diferencia significativa entre genotipos en el almacenamiento sin tusa. Sin embargo, el híbrido DeKalb experimentó menor pérdida de peso, número de insectos y número de granos dañados. Maicito fue estadísticamente diferente en términos de pérdida, número de insectos y número de granos dañados cuando se almacenó desgranado. Los resultados sugieren que la interacción entre el genotipo y el tipo de almacenamiento es un factor determinante para reducir la incidencia y pérdidas ocasionadas por *Prostephanus truncatus*.