

## ANÁLISIS Y COMENTARIOS

ESTRATEGIAS PARA SELECCIONAR FRIJOL COMÚN CON MAYOR RESISTENCIA A MUSTIA HILACHOSA<sup>1</sup>James S. Beaver<sup>2</sup>, Graciela Godoy<sup>3</sup>, Juan Carlos Rosas<sup>4</sup>, James Steadman<sup>5</sup>

## RESUMEN

**Estrategias para seleccionar frijol común con mayor resistencia a mustia hilachosa.** Para aumentar el rendimiento y calidad de grano de frijol producido en las regiones calientes y húmedas de Centroamérica y el Caribe, es necesario contar con mayores niveles de resistencia a la mustia hilachosa. El frijol común solamente tiene niveles moderados de resistencia a esta enfermedad y los patrones de virulencia del patógeno (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk), varían entre regiones geográficas. Las evaluaciones en el campo en busca de resistencia a la mustia hilachosa están limitadas a las épocas favorables al desarrollo de la enfermedad, y no permiten diferenciar entre plantas que evitan la enfermedad debido a características de arquitecturas y aquellas que poseen resistencia fisiológica. Se han desarrollado técnicas de laboratorio e invernadero que facilitan la evaluación de líneas de frijol con respecto a su resistencia fisiológica. Se propone un esquema de selección recurrente para seleccionar frijoles con mayores niveles de resistencia y el uso de cruces interespecíficos podría aumentar la base de genes resistentes a la mustia hilachosa. Se han identificado líneas de *P. coccineus* con buenos niveles de resistencia a la mustia hilachosa y las plantas de frijol transgénicas con tolerancia a herbicidas serían útiles para labranza mínima. Una cobertura de vegetación muerta, podría reducir también la difusión de la enfermedad.

## ABSTRACT

**Strategies for selecting common bean with a higher resistance to web-blight.** Higher levels of web blight resistance is needed to increase common bean yield and seed quality in the hot and humid regions of Central America and the Caribbean. Only moderate levels of resistance have been identified in common bean. Moreover, virulence patterns of the web-blight pathogen, *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, vary among geographic locations. Fields screening for web-blight resistance is limited to seasons that favor the development of the disease. In the field, it is also difficult to separate disease avoidance due to plant architecture and physiological resistance. Greenhouse and laboratory techniques have been developed that facilitate the screening of bean lines for physiological resistance. A recurrent selection scheme is proposed to select beans with higher levels of web-blight resistance. Inter-specific crosses may be used to broaden the genetic base of resistance to web-blight. *P. coccineus* lines with useful levels of resistance have been identified. Transgenic bean plants with herbicide resistance would be useful for minimum tillage. A cover of dead vegetation on the soil surface could help to reduce the spread of web-blight.



## INTRODUCCIÓN

La mustia hilachosa, causada por *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (anamorfo: *Rhizoctonia solani* Kühn) es una de las principales limitantes en la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en las regiones calientes y húmedas del Centroamérica y el

Caribe (Gálvez *et al.* 1989). Godoy *et al.* (1996a) indican que la mustia hilachosa reduce el rendimiento y la calidad de la semilla de frijol.

Durante los últimos años se ha logrado un gran avance en el desarrollo de líneas con adaptación a las condiciones húmedas y cálidas de los trópicos. Se han

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 4 de abril del 2001. Presentado en la XLVII Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. 2001

<sup>2</sup> Fitomejorador, Depto. de Agronomía y Suelos, Univ. de Puerto Rico, Mayagüez, PR 00681

<sup>3</sup> Fitopatólogo, Centro Sur de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CESIAF), Calle Sabana Yegua #12, Villa Felicia, San Juan de la Maguana, República Dominicana.

<sup>4</sup> Fitomejorador, Depto. de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, P.O. Box 93, Tegucigalpa, Honduras

<sup>5</sup> Fitopatólogo, Depto. de Fitopatología, Universidad de Nebraska, Lincoln, NE 68583, EUA

identificado líneas rojas pequeñas que combinan la tolerancia al calor y la resistencia al mosaico dorado amarillo (Rosas *et al.* 2000). El CIAT ha liberado líneas como VAX 6 que combina tolerancia al calor con un alto nivel de resistencia a la bacteriosis común, causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Singh y Muñoz 1999).

Sin embargo, todavía no se ha identificado una línea de frijol común que tenga un alto nivel de resistencia a la mustia hilachosa en diferentes regiones geográficas. El desarrollo de una línea de frijol común que combine la resistencia al mosaico dorado, mosaico común, bacteriosis, mustia hilachosa y tolerancia al calor, permitiría la siembra de frijol durante épocas en que las lluvias son más abundantes o en regiones donde tradicionalmente no se siembra frijol.

Algunos programas de mejoramiento en Centroamérica y el Caribe han logrado ciertos avances, aunque limitado, seleccionando resistencia a la mustia bajo condiciones de campo. Los viveros en el campo permiten la rápida evaluación de numerosas líneas de frijol común para su reacción a la mustia hilachosa. Pero la evaluación de frijol común en el campo tiene sus limitaciones porque las condiciones climáticas que permiten la infección de la mustia hilachosa ocurren solamente durante ciertas épocas del año en Centroamérica y el Caribe. En Puerto Rico se ha observado que mediante riegos por aspersión breves durante la madrugada se promueve la infección después de una inoculación. Otra limitación de las evaluaciones en el campo es el efecto confundido entre la arquitectura y la resistencia fisiológica, pues una arquitectura erecta ayuda a las plantas escapar la infección.

Polanco *et al.* (1996) desarrollaron una técnica de inoculación de invernadero que fue eficiente en la identificación de líneas con resistencia a la mustia hilachosa.

La técnica de inoculación de hojas desconectadas desarrollada por Steadman *et al.* (1997) para evaluar líneas de frijol para resistencia a moho blanco [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary] fue adaptada para evaluar frijol común para resistencia a la mustia hilachosa (Bautista-Pérez *et al.* 2000). Esta técnica permite la evaluación de líneas en el invernadero para la resistencia fisiológica (Takegami y Beaver 2000).

Existe una amplia evidencia de ensayos de campo realizados en Centroamérica y el Caribe, de que los patrones de virulencia del patógeno de la mustia hilachosa varían entre regiones geográficas. Godoy *et al.* (1996b) encontraron diferencias en características de crecimiento del hongo en medio de cultivo y al nivel de

grupo de anastomosis, entre los aislamientos de *Rhizoctonia solani* infectando el frijol en Centroamérica y el Caribe. Godoy *et al.* (2000) estudiaron la virulencia de 45 aislamientos de *Rhizoctonia solani* de diferentes regiones de producción de frijol en Centroamérica y el Caribe. Por lo general, los aislamientos del grupo de anastomosis AG-1 fueron más virulentos que los aislamientos del grupo AG-2. Echavez *et al.* (2000) encontró mucha variabilidad entre los aislamientos de *Rhizoctonia* spp. recolectados en lotes de frijol de diferentes localidades de Puerto Rico.

El uso de una cobertura vegetal, para reducir el salpique de la lluvia, es un componente importante del manejo integrado de la mustia hilachosa en ciertos países centroamericanos donde predominan aislamientos del grupo AG-1 (Rodríguez *et al.* 1995a, Galindo *et al.* 1982). Dentro de los campos de frijol infectados mayormente con aislamientos AG-2 o AG-1-1B (tipo microsclerotia), el movimiento en el aire podría jugar un papel importante en el ciclo de vida del patógeno y el desarrollo de la enfermedad (Godoy *et al.* 1996b). Por lo tanto, las medidas que reducen la esporulación, el crecimiento de micelio y el desarrollo de microscleróticos serían más importante que el control de propágulos del suelo. Bajo estas condiciones, la resistencia fisiológica a la mustia hilachosa sería más importante para las variedades de frijol común.

Algunas líneas de frijol de origen mesoamericano tales como 'Talamanca' y 'HT7719', que fueron seleccionadas en Costa Rica por su resistencia a mustia hilachosa, mantienen niveles moderados de resistencia en Centroamérica y el Caribe. En Panamá se han liberado las variedades Andinas 'IDIAP-R2' y 'IDIAP-C1' con niveles moderados de resistencia a mustia hilachosa (Rodríguez *et al.* 1995b). El programa de mejoramiento de frijol de la República Dominicana ha desarrollado la variedad 'Arroyo Loro Negro' y las líneas MUS-N-4, MUS-N-8 y MUS-PM-31 que poseen también niveles moderados de resistencia a la mustia hilachosa. La línea PR9609-2-2 ha mostrado resistencia a mustia hilachosa en Nicaragua. Las líneas rojas moteadas PR9750-87 y PR9750-92 tienen resistencia moderada a la mustia hilachosa en Puerto Rico. BAT 93 fue la única línea de la colección acervo de germoplasma de frijol del CIAT que mostró resistencia a la mustia hilachosa en Panamá y Puerto Rico.

Durante el verano del 2000, en la Universidad de Nebraska, G. Godoy-Lutz realizó una evaluación de líneas por su reacción a la mustia hilachosa utilizando el método de inoculación de hojas desconectadas. Algunas líneas como HT 7719 y Arroyo Loro Negro no mostraron resistencia fisiológica cuando fueron inoculadas

con un aislamiento AG-1-1B (tipo microsclerotia) de la República Dominicana (Cuadro 1). Estas líneas tienen una arquitectura erecta que podría permitir a las plantas escapar de la infección cuando la presión de la mustia hilachosa no es muy alta. Las líneas BAT 93, G14241 y MUS132 tuvieron lesiones significativamente más pequeñas que HT 7719 y Arroyo Loro Negro. Las líneas rojas moteados PR9750-87, PR9750-92 y PR9750-230

también tuvieron lesiones que fueron relativamente más pequeñas.

El nivel de resistencia disponible en frijol común no es suficientemente adecuado para permitir la siembra del cultivo, sin el uso de fungicidas costosos, en ambientes donde se espera una presión alta de inóculo. El desarrollo de líneas de frijol con mayores niveles de resistencia a la mustia hilachosa permitiría una mejor producción de frijol en las zonas húmedas y cálidas de los trópicos. Por lo tanto, es necesario identificar estrategias que permitan la identificación de líneas con mayor resistencia a esta importante enfermedad.

**Cuadro 1.** Evaluación de líneas de frijol para reacción a la mustia hilachosa utilizando la técnica de inoculación de hojas desconectadas.

Identificación	Tamaño de lesión <sup>1</sup> (cm <sup>2</sup> )
P115	23,75
XAN 226	14,65
G13920	14,34
HT 7719	13,98
G1457	13,74
PRF 9901-65	13,61
VAX 6	12,66
Arroyo Loro Negro	11,97
SRC-1-4-4	11,53
BAT 450	11,16
BCH 9731-15	10,99
XAN 176	10,78
G 1920	10,78
MUS 138	10,68
PR 9607-29	10,57
G14380	10,40
G1264	10,21
AFRICA 251	9,97
PRF 9701-53	9,88
G 1844	9,73
BCH 9733-8	9,03
S. Toro Bitaco	8,37
Morales	8,24
PRF 9657-61-3	8,15
G14310	8,14
I 37	8,11
VAX 3	7,82
BAT 1155	7,39
Rosada Nativa	7,22
PRF 9702-84	7,10
G2472	7,07
SRC-1-4-4	7,00
PR 9609-2-2	6,52
MUS-N-8	6,22
PRF 9704-85	6,04
PR 9750-87	5,77
PR 9750-92	5,63
PR 9750-230	5,63
PRF 9653-788-A-1	5,44
VAX 5	5,26
EAP 9503-32-A	4,76
MUS 132	4,12
G14241	3,98
BAT 93	2,76
DMS (0,05)	7,40

<sup>1</sup> Promedio de tres replicas de hojas inoculadas con aislamiento BV-1 (AG-1-1B microsclerotia).

### Selección recurrente

La selección recurrente ha sido efectiva para seleccionar características de herencia cuantitativa tales como rendimiento de semilla (Beaver y Kelly 1994, Singh *et al.* 1999) y resistencia al saltahoja (*Empoasca krameri*, Ross y Moore), (Kornegay y Cardona 1990). Los resultados de estudios de herencia indican que la resistencia a la mustia es una característica cuantitativa (Arnaud-Santana *et al.* 1994, Rodríguez *et al.* 1995a, Montoya *et al.* 1997, Takegami y Beaver 2000).

El Cuadro 2 describe un esquema de selección recurrente que podría utilizarse para desarrollar líneas de frijol común con mayores niveles de resistencia a la mustia hilachosa. Sería posible completar un ciclo de selección cada dos años. Basado en los resultados de los ensayos realizados en Centroamérica y el Caribe, se han seleccionado 12 líneas con diferentes tipos de grano que se podrían utilizar para desarrollar la población inicial de selección recurrente (Cuadro 3). Debido a la herencia cuantitativa de la resistencia, se pretende esperar hasta las generaciones F<sub>4</sub> y F<sub>5</sub> para realizar las evaluaciones (Beaver y Molina 1997). La primera evaluación puede realizarse en el campo. El uso de parcelas pequeñas que requieren poca semilla, permitirá la evaluación de las líneas en Puerto Rico y Honduras. Así, será posible seleccionar líneas en ambientes donde los aislamientos del patógeno varían en sus patrones de virulencia. Las líneas serán inoculadas 30 días después de la siembra y el grado de daño en las hojas evaluado a los siete y 14 días después de la inoculación. La escala de uno a nueve propuesta por el CIAT ha sido efectiva para evaluaciones de severidad en el campo (Takegami 2000). Después de cosechar las líneas con los mayores niveles de resistencia a la mustia hilachosa en las hojas, se pretende evaluar la calidad de la semilla. Takegami (2000) encontró algunas líneas de frijol del cruzamiento 'MUS 83 / DOR 483 // Tio Canela 75' que mostraron susceptibilidad en las hojas pero que tenían buenos ren-

**Cuadro 2.** Descripción de un esquema de selección recurrente para desarrollar líneas de frijol con mayores niveles de resistencia a la mustia hilachosa.

Generación	Actividad	Localidad	Periodo
Ciclo 1	Bloque de cruzamiento – 10 padres / diallelo	Puerto Rico	nov. 00 – feb. 01
S <sub>0</sub>	Vivero F <sub>1</sub> — 50 poblaciones	Honduras	jun. 01 – aug. 01
S <sub>1</sub>	Vivero F <sub>2</sub> — Sel. plantas individuales (1000) — 20 plantas / población	Honduras	sep. 01 – dic. 01
S <sub>2</sub>	Vivero F <sub>3</sub> — Sel. plantas individuales (1000)	Puerto Rico	ene. 02 – abr. 02
S <sub>3</sub>	Evaluación de líneas F <sub>4</sub> en el campo - Surcos cortos ( 0,5 m ) - 3 rep. / localidad _ 15 semilla / línea / localidad _ 2,500 m <sup>2</sup> / localidad - Inocular 30 días después de la siembra - Lecturas (1-9) a 7 y 14 días después la inoculación - Medir rendimiento y evaluar calidad de grano (1-9) - Seleccionar 50 líneas con los mayores niveles de resistencia a la mustia hilachosa	Honduras Puerto Rico	jun. 02 — aug. 02
S <sub>4</sub>	- Evaluar la resistencia fisiológica de las líneas F <sub>5</sub> que mostraron resistencia en el campo. - Utilizar la técnica de hojas desconectadas. - Seleccionar 10 líneas con los mayores niveles de resistencia a la mustia hilachosa	Puerto Rico Honduras Rep.Dom.	sep. 02 – oct. 02
Ciclo 2	Bloques de cruzamiento – 10 padres / diallelo	Puerto Rico	nov. 02 – ene. 03

dimientos de semilla de alta calidad. Las líneas con los mayores niveles de resistencia a la mustia hilachosa en el campo serían evaluadas por su resistencia fisiológica utilizando la técnica de inoculación de hojas desconectadas. Después de completar el primer ciclo de selección recurrente, se pretende escoger las 10 líneas con

los mayores niveles de resistencia a la mustia hilachosa para iniciar el segundo ciclo de selección recurrente. Será posible incluir al inicio de los ciclos de selección recurrente, nuevas fuentes de resistencia a mustia hilachosa. La búsqueda de nuevas fuentes de resistencia a la mustia hilachosa deberá ser una actividad continua de los programas de mejoramiento de frijol en países donde la mustia hilachosa es frecuente.

**Cuadro 3.** Líneas de frijol que fueron utilizados como progenitores para desarrollar la población inicial de selección recurrente.

Nombre	Tipo de Grano	Pedigrí
BAT 93	Crema	G3709 / G1320 // G3645 / G5478
Talamanca	Negro	Jamapa / Venezuela 44
MUS-N-8	Negro	ICTA Ostua / XAN 223
EAP 9503-32A	Rojo pequeño	MD 23-24 / MD 30-37
PR 9607-29	Rojo pequeño	MUS 83 / DOR 483
PR 9609-2-2	Rojo pequeño	DOR 364 / XAN 176 // DOR482
PR 9750-87	Rojo moteado	DOR 482 // PR-PC-423
PR 9750-92	Rojo moteado	“
PR 0049-141	Rojo arriñonado	MUS-PM-31 // DOR303 / T968
PR 0049-147	Rojo arriñonado	“
PR 0049-29	Rojo pinto	DOR482 / PR9231-94 // BELDAKMI RRI
PR 0049-31	Rojo pinto	“

### Cruces interespecíficos

Se han utilizado hibridaciones interespecíficas para transferir resistencia entre las diferentes especies de frijol (Singh *et al.* 1997). Lamentablemente, las barreras genéticas han limitado la transferencia de características valiosas entre los *P. vulgaris*, *P. acutifolius* y *P. coccineus*. Resultados de investigación en la Universidad de Florida, proveen un mejor entendimiento de los diferentes factores que previenen el desarrollo de poblaciones interespecíficas de cruces entre *P. vulgaris* y *P. coccineus* (Fewerda y Bassett 2000). Se han identificado líneas de *P. vulgaris* sin barreras genéticas específicas que permiten una mayor eficiencia de hibridación interespecífica.

Ciertos fitomejoradores de frijol común han utilizado *P. coccineus* como fuente de resistencia al virus de mosaico dorado y bacteriosis común (Singh *et al.* 1997). Las condiciones climáticas del hábitat natural de *P. coccineus* con neblinas frecuentes podrían favorecer el desarrollo de la mustia hilachosa. En Guinope, Honduras (1400 msnm) se han observado plantas de frijol común silvestre con síntomas de mustia hilachosa (J.R. Steadman, comunicación personal). Durante el verano de 1999, se realizó en la Estación Experimental Isabela, Puerto Rico una evaluación en el campo de la reacción a la mustia hilachosa de la colección 'núcleo' del banco de germoplasma de *P. coccineus* de CIAT. G35006 y G35066 fueron las líneas que mostraron los mayores niveles de resistencia a la mustia hilachosa. Estas líneas también mostraron niveles moderados de resistencia fisiológica a la mustia hilachosa cuando se inoculó sus hojas desconectadas (Takegami y Beaver 2000). Estas líneas de *P. coccineus* podrían ser la fuente de resistencia de otras enfermedades de importancia económica. Durante los meses de noviembre y diciembre de 2000, G65066 fue inoculada en la Escuela Agrícola Panamericana con *Uromyces appendiculatus* y las plantas no expresaron síntomas de la roya.

Investigadores en la Universidad de Florida han logrado cruces interespecíficos utilizando G35066 como progenitor. Se pretende evaluar en Puerto Rico las líneas  $F_4$  de los cruces interespecíficos con respecto a su reacción a la mustia hilachosa utilizando el método de inoculación de las hojas desconectadas. Si se encuentra un alto nivel de resistencia a la mustia hilachosa, las líneas podrían utilizarse directamente como progenitores por los programas de mejoramiento de frijol común. Si se encuentran niveles moderados de resistencia, se puede utilizar las líneas en el esquema de selección recurrente para ampliar la base genética de resistencia a esta enfermedad.

### Plantas transgénicas

Investigadores de la Universidad de Wisconsin tienen el objetivo de desarrollar plantas de frijol común transgénicas que combinen resistencia al virus de mosaico dorado de frijol y tolerancia al herbicida Basta® (glufosinato). Los productores de frijol en Panamá ya utilizan labranza mínima para reducir la diseminación de mustia hilachosa (Rodríguez *et al.* 1997). El uso de una variedad de frijol común con tolerancia a un herbicida y labranza mínima permitiría el agricultor establecer una cobertura vegetativa muerta antes de la siembra y controlar las malezas en el campo de frijol después de la siembra. Estas prácticas deberían ayudar controlar la mustia hilachosa.

La tolerancia al herbicida podría ser utilizada como un marcador para transferir esta característica a líneas de frijol común con tipo de grano comercial y adaptación a Centroamérica y el Caribe. El método de retrocruzamiento permitiría una transferencia rápida de esta característica.

Sin embargo, antes de liberar una variedad de frijol común con tolerancia a un herbicida, es necesario considerar los posibles efectos en el medio ambiente. ¿Cuáles serían las consecuencias si en el frijol silvestre se incorpora un gen de tolerancia a un herbicida? También, los programas de mejoramiento deberían determinar si la presencia de semilla transgénica podría afectar la exportación de frijol común a otros países.

## LITERATURA CITADA

- ARNAUD-SANTANA, E.; COYNE, D.P.; STEADMAN, J.R.; ESKRIDGE, K.; BEAVER, J. 1994. Heritabilities of seed transmission, leaf and pod reaction to web blight and plant architecture and their associations in dry beans. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 37:46-47.
- BAUTISTA, M.; ECHÁVEZ, R. 2000. Methodology for screening common bean resistance to web blight. *J. Agric. of the Univ. of Puerto Rico* 84:91-94.
- BEAVER, J.S.; KELL, J.D. 1994. Comparison of selection methods for dry bean populations derived from crosses between gene pools. *Crop Sci.* 34:34-37.
- BEAVER, J.; MOLINA C., A. 1997. Mejoramiento de frijol para el Caribe. p. 353-376. *In: Singh, S.P. y Voysest O. (eds.) 1977. Taller de mejoramiento de frijol para el Siglo XXI: Bases para una estrategia para América Latina.* CIAT, Cali, Colombia. 559 p.
- BEEBE, S. 1987. Programa de mejoramiento: 1981-186. p. 124-128. *In: Segundo taller de mustia hilachosa (Thanatophorus cucumeris).* CIAT, Cali, Colombia.
- ECHÁVEZ, R.; GÓMEZ, J.E.; ALAMEDA, M. 2000. Characterization of *Rhizoctonia* spp. Isolates collected from *Phaseolus vulgaris* in Puerto Rico. *J. Agric. of the Univ. of Puerto Rico* 84:79-86.
- FEWERDA, F.H.; BASSETT, M.J. 2000. Barriers to interest-specific hybridization in crosses between *Phaseolus coccineus* L. (G35172) and *Phaseolus vulgaris* L. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 43:21-23.
- GALINDO, J.J.; ABAWI, G.S.; THURSTON, H.D. 1983. Effect of mulching on web blight of beans in Costa Rica. *Phytopathology* 73(4):610-615.

- GÁLVEZ, G.; MORA, B.; PASTOR, M.A. 1989. Web blight. In: Pastor, M.; Schwartz, H. eds. Bean production problems in the tropics. Cali, Colombia. CIAT. p.195-209.
- GODOY, G.; ARIAS, J.; STEADMAN, J.R.; ESKRIDGE, K.M. 1996a. The web blight pathogen: its effect on common bean seed quality, germination and early disease development. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 39:152-153.
- GODOY, G.; ARIAS, J.; SALADIN, F.; STEADMAN, J.R.; CARLING, D.E. 1996b. Characterization of isolates of *Rhizoctonia solani* that can cause web blight on common bean in Central America and the Caribbean with implications for disease management. Ann. Rep. Bean Improv. Coop 39:154-155.
- GODOY, G.; STEADMAN, J.R.; POWERS, K.; HIGGINS, B. 2000. DNA variation and virulence among isolates causing web blight on common beans. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 43:72-73.
- KORNEGAY, J.; CARDONA, C. 1990. Development of appropriate breeding strategies for resistance to *Empoasca krameri* in common bean. Euphytica 47:223-231.
- MONTOYA, C.A.; BEAVER, J.; RODRÍGUEZ, R.; MIKLAS, P.N.; GODOY, G. 1997. Heritability of resistance to web blight in five common bean populations. Crop Science 37:780-783.
- POLANCO, T.; RODRÍGUEZ, R.; BEAVER, J. 1996. Microgotas: Método de inoculación con *Rhizoctonia solani* Kuhn para evaluar la reacción de líneas de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) J. of Agric. of th Univ. of Puerto Rico 80: 111-122.
- RODRÍGUEZ, E.; GARCÍA, A.; FRIAS, G.T.; BEEBE, S. 1995a. Interacción entre genotipos de frijol y aislamientos de *Rhizoctonia solani*. Heredabilidad de la resistencia a la mustia hilachosa [*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk] en cultivares y poblaciones F1 y F2 de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Agronomía Mesoamericana 6:50-60.
- RODRÍGUEZ, E.; DE GARCIA, R.; GONZÁLEZ, F. 1995b. Poroto (*Phaseolus vulgaris* L.): Guía técnica para su cultivo. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 26 p.
- RODRÍGUEZ, E.; LORENZO, E.; DE GRACIA, R.; GONZÁLEZ, G.; GONZÁLEZ, F. 1997. Manual técnico para el manejo integrado del cultivo de poroto (*Phaseolus vulgaris* en el sistema de mínima labranza. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 75 p.
- ROSAS, J.; CASTRO, A.; BEAVER, J.; PÉREZ, C.A.; MORALES, A.; LÉPIZ, R. 2000. Mejoramiento genético para tolerancia a altas temperaturas y resistencia a mosaico dorado en frijol común. Agron. Mesoam. 11 (1):1-10.
- SINGH, S.P.; ROCA, W.M.; DEBOUCK, D.G. 1997. Ampliación de la base genética de las cultivares de frijol: hibridación interespecífica en *Phaseolus* especies. In: Singh, S.P.; Voysest, O. eds. Taller de mejoramiento de frijol para el Siglo XXI: bases para una estrategia para America Latina. CIAT. Cali, Colombia. p. 9-21.
- SINGH, S.P.; TERÁN, H.; MUÑOZ, C.A.; TAKEGAMI, J.C. 1999. Two cycles of recurrent selection for seed yield in common bean. Crop Sci. 39:391-397.
- SINGH, S.P.; MUÑOZ, C.G. 1999. Resistance to common bacterial blight among *Phaseolus* species and common bean improvement. Crop Sci. 39:80-89.
- STEADMAN, J.R.; POWERS, K.; HIGGINS, B. 1997. Screening common beans for white mold resistance using detached leaves. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 40:140-141.
- TAKEGAMI, J.C. 2000. Estudio de herencia de resistencia a mustia hilachosa (*Rhizoctonia solani* Kühn) en habichuela común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de Puerto Rico, Mayaguez, Puerto Rico. 62 p.
- TAKEGAMI, J.C.; BEAVER, J.S. 2000. Heritability of web blight resistance in common bean. Ann. Rev. Bean Improv. Coop. 43:43-44.