

Evaluación agronómica y fitosanitaria de germoplasma de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el trópico húmedo Ecuatoriano

Agronomic and phytosanitary assessment of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm in the Ecuadorian humid tropic

Felipe Rafael GARCÉS FIALLOS^{1,2}✉, Ronal Gabriel ZABALA PALACIOS², Teofilo Gorki DÍAZ CORONEL^{1,3} y Daniel Federico VERA AVILÉS^{1,2}

¹Unidad de Investigación Científica y Tecnológica (UICYT), Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Casilla postal 73. Quevedo, Los Ríos, Ecuador; ²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador y ³Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. E-mails: felipegarces23@yahoo.com, zronal1985@hotmail.com, gorky_diaz@hotmail.com, federic_net@hotmail.com ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 12/09/2011 Fin de primer arbitraje: 17/02/2012 Primera revisión recibida: 02/03/2012
Fin de segundo arbitraje: 11/06/2012 Segunda revisión recibida: 04/07/2012 Aceptado: 12/07/2012

RESUMEN

El objetivo fue determinar las características agronómicas y fitosanitarias de líneas promisorias F₅ del cruzamiento Cf₁- 0-14-1-2 x EVG-06-248, una línea avanzada y tres variedades comerciales de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) durante la época seca en el cantón Quevedo, Ecuador. Los materiales de fréjol evaluados en este experimento, fueron 17 líneas promisorias F₅ del cruzamiento Cf₄ (Cf₁-0-14-1-2 x EVG-06-248), una línea promisoriosa avanzada obtenida en la UICYT (EVG - 06 - 103) y tres variedades comerciales (Cuarentón, INIAP-473 y CAL-96). Las variables evaluadas fueron agronómicas [días a floración, color de flor, altura de planta e inserción de legumbre, color y forma del grano y, rendimiento de grano (kg ha⁻¹)] y fitosanitarias [incidencia (%) y severidad (%) de roya (*Uromyces appendiculatus*) y mustia hilachosa (*Rhizoctonia solani*). El experimento se analizó bajo un diseño de bloque al azar y la comparación de medias se hizo con la prueba de Tukey. En la mayoría de variables evaluadas (agronómicas) se evidenció diferencias estadísticas significativas entre las medias de los materiales de fréjol evaluados y variación en los caracteres evaluados entre las líneas evaluadas, mostrando un comportamiento diferenciado de los mismos, lo que ayudará al fitomejoramiento de esta leguminosa en esta parte del país. La línea Cf₄ 0-0-4-8 presentó baja severidad de roya y mustia hilachosa y rendimiento semejante a la mejor variedad testigo.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., comportamiento, líneas promisorias, enfermedades, rendimiento

ABSTRACT

The objective was to determine the agronomic and phytosanitary characters on F₅ promising lines of cross Cf₁ 0-14-1-2 x EVG-06-248, an advanced line and three commercial varieties of beans during the dry season in the canton Quevedo, Ecuador. Bean materials tested in this experiment were 17 promising lines F₅ by crossing Cf₄ (Cf₁-0-14-1-2 x EVG-06-248), a promising advanced UICYT obtained in (EVG - 06 - 103) and three commercial varieties (Cuarentón, INIAP-473 and CAL-96). The variables evaluated were: agronomic traits [days to flowering and flower color, plant height and insertion of legume, grain color and shape and grain yield (kg ha⁻¹)] and phytosanitary ones [incidence (%) and severity (%) of rust (*Uromyces appendiculatus*) and web blight (*Rhizoctonia solani*)]. The data were subjected to analysis of variance using a randomized complete block design (RCBD) with 21 treatments and three replications. For comparison among treatment means, the multiple range test of Tukey at 5% was used. Most agronomic variables evidenced statistically significant differences among means of bean materials tested and also variation in character among lines tested was detected, showing different performance. Results will help the breeding of this crop in this part of Ecuador. The line Cf₄ 0-0-4-8 showed low severity of rust and web blight and performance like the best control variety.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., performance, promissory lines, diseases, yield.

INTRODUCCIÓN

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) perteneciente a las Dicotiledóneas, Orden Fabales y

Familia Fabaceae (Freire, 2004), forma parte de la dieta básica de los países en desarrollo, por su precio accesible y también por ser fuente de proteínas vegetales y hierro (Garcés, 2011). Aporta también

fibra, ácido fólico, tiamina, potasio, magnesio y zinc (Araya y Hernández, 2006), inclusive contiene compuestos bioactivos que ayudan a la prevención del cáncer (Bennink, 2010; Meghan, 2010).

El fréjol en el Ecuador es la leguminosa más cultivada y consumida sea como grano seco ó grano fresco (con alto contenido de humedad cosechado antes de la madurez fisiológica) (Ernest *et al.*, 2008). Dos tipos de fréjol en función de su crecimiento son sembrados en el Ecuador: los arbustivos en los valles del Chota (Carchi e Imbabura), Guayllabamba y Tumbaco (Pichincha), Patate (Tungurahua), Gualaceo y Yunguilla (Azuay), Vilcabamba, Catamayo y Malacatos (Loja); y los volubles (trepadores), en las provincias del Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Bolívar y Loja (INIAP, 1999).

La superficie promedio total cosechada en el país en los cinco últimos años ha sido de 22,186 ha, correspondientes a 3,410 ha para fréjol arbustivo y 18,776 ha para volubles. El rendimiento promedio para fréjol seco es de 350 kg ha⁻¹ y para legumbre verde es de 1,340 kg ha⁻¹ (INEC, 1994). La siembra de esta leguminosa se efectúa de septiembre a noviembre, prefiriendo los agricultores las variedades de colores claros: amarillo (canario), blanco (caballero) y rojo (Tobon, 1992).

Actualmente los materiales de fréjol desarrollados para la Cuenca Alta del Río Guayas, provienen de germoplasma extranjero evaluado en condiciones agroclimáticas diferentes a la mencionada.

Como en cualquier cultivo, ocurren factores negativos que hacen que los productores tengan daños y pérdidas en la actividad agrícola causados por fitopatógenos (hongos, bacterias, nemátodos y virus) (Garcés, 2011). Las enfermedades más comunes que atacan al cultivo de fréjol son: virosis (*Bean golden mosaic virus*, *Bean common mosaic virus* y *Bean rugose mosaic virus*), bacteriosis [*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) y *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (Burkholder)] y hongos [*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus), *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.), *Rhizoctonia solani* (Kuhn), *Uromyces appendiculatus* (Pers.:Pers.), *Erysiphe polygoni* (DC), *Alternaria* spp. y *Cercospora* sp. en las legumbres] (Hall, 1994; Bianchini *et al.*, 2005; Garcés *et al.*, 2009; Garcés, 2010; Garcés, 2011). Lépez (1991) relata que las plantas de fréjol en el Ecuador, tienen tolerancia

intermedia a enfermedades como la roya y oídio en épocas de verano; mientras que, en condiciones de alta humedad, variedades criollas presentan bajo potencial de rendimiento y semilla de baja calidad.

Los materiales existentes en el país y específicamente en la Cuenca Alta del Río Guayas no compensan la inversión realizada por los agricultores, los cuales en su mayoría son pequeños y medianos productores dedicados a la agricultura de subsistencia. Sus rendimientos en esta zona son inferiores al de otras regiones del país, debiéndose posiblemente a las características edafoclimáticas, por lo que en la Unidad de Investigación Científica y Tecnológica (UICYT) de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), desde algunos años se trabaja en el mejoramiento de este cultivo, para contar con germoplasma de excelentes características productivas y fitosanitarias. Por lo expresado, el objetivo de esta investigación fue determinar las características agronómicas y fitosanitarias de líneas promisorias F5 del cruzamiento Cf₁- 0-14-1-2 x EVG-06-248, una línea avanzada y tres variedades comerciales de fréjol durante la época seca en el cantón Quevedo, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó durante la época seca, desde el 20 de septiembre a diciembre, del 2010, en la Finca Experimental La María, propiedad de la UTEQ, localizada en el km 7,5 vía Quevedo – El Empalme, cuyas coordenadas geográficas son 79° 30' 08" de longitud Oeste y 01° 00' 35" latitud Sur. Las condiciones del lugar son las siguientes: zona climática [Bosque húmedo – tropical (bh-T)], temperatura promedio de 24,2 °C, humedad relativa de 77,4 %, heliofanía de 823 horas/luz/año, precipitación anual de 1,537 mm, la topografía del terreno es plano, de textura del suelo franco arcilloso y pH de 5,7.

La preparación de terreno fue realizado mediante un pase de arado y dos de rastra, dos días antes de la siembra. Las semillas fueron previamente desinfectadas con carbendazim (ingrediente activo) en dosis de 3 cm³ por cada 500 g de semillas. La siembra fue realizada el 20 de septiembre de 2010 de forma manual utilizando un espeque, colocando dos semillas por agujero, a un distanciamiento de 0,20 m entre planta x 0,50 m entre hilera, resultando en una densidad de siembra de 100,000 plantas hectárea⁻¹. El área experimental contenía 63 parcelas, cada una con

9 m², constituida de cuatro hileras, en total 1030 m². La fertilización se realizó a los 14 y 30 días después de la siembra (DDS), se utilizó una fuente de nitrógeno (urea al 46%) en dosis de 100 kilogramos ha⁻¹. Para el control de malezas se realizaron aplicaciones de herbicidas: Gesagard® (prometrina) con dosis de 1,5 L ha⁻¹ en pre-emergencia y Verdict® (propanoato, en forma de éster metílico) con dosis de 1 L ha⁻¹ en post-emergencia, ayudándose con dos deshierbas manuales. El control de plagas se realizó utilizando los insecticidas Karate® (lambdacihalotrina), Lorsban® (clorpirifos) y Sensei® (imidacloprid) con dosis de 0,2, 2,0 y 0,5 L ha⁻¹, respectivamente. La cosecha fue realizada desde el 13 de diciembre (84 DDS). Las necesidades hídricas del cultivo fueron compensadas con cuatro riegos por aspersión. Los datos meteorológicos fueron obtenidos de la División de Meteorología, Departamento de Sinóptica del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, Quevedo.

Los materiales de fréjol evaluados en este experimento fueron 17 líneas promisorias F₅ del cruzamiento Cf₄ (Cf₁-0-14-1-2 x EVG-06-248), una línea promisoriosa avanzada obtenida en la UICYT (EVG-06-103) y tres variedades comerciales (Cuarentón, INIAP-473 y CAL-96), todas de crecimiento tipo I (determinado arbustivo), las cuales se describen en el Cuadro 1.

Durante el ciclo del cultivo, las variables agronómicas y fitosanitarias evaluadas se fueron las que describen a continuación.

Variables agronómicas

Número de semillas germinadas: Fue contabilizado el número de plantas emergidas en la parcela útil (dos hileras centrales) de cada uno de los tratamientos, a los 16 DDS (6 de octubre).

Días a floración y color de flor: Fueron evaluadas entre el 17 y 20 de octubre del 2010 (27 hasta 30 DDS), mediante el registro del número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta cuando el 50% más una de las plantas de cada parcela útil presentaron flores. Se determinó también el color de la flor de cada una de los materiales establecidos en el experimento de manera visual.

Altura de planta: Se registró durante el estadio fenológico reproductivo R8 (Inicio del llenado

de vainas e crecimiento del tamaño de la semilla, comenzando la senescencia) según Hall (1994), en 10 plantas tomadas al azar, en cada parcela útil, midiendo la distancia entre el suelo y el ápice del tallo, utilizando una regla graduada en centímetros.

Altura de inserción de legumbre: Fue registrada en las mismas plantas donde se evaluó la altura de planta, midiendo la distancia entre el suelo y la inserción de la primera legumbre.

Color y forma del grano: Fue descrito el color y la forma del grano de cada uno de los 21 materiales evaluados, utilizando una descripción visual de los mismos.

Rendimiento de grano (kg ha⁻¹): Se calculó considerando el peso total de los granos provenientes de la parcela útil de cada tratamiento y transformados a kilogramos hectárea⁻¹, ajustados al 13% de humedad.

Cuadro 1. Dieciocho líneas promisorias obtenidas en la Unidad de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y tres variedades comerciales de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizadas en el experimento. Finca Experimental La María, Quevedo, Ecuador. Época de verano 2010.

Tratamientos	Identificación del germoplasma
1	Cf ₄ 0-0-2-1
2	Cf ₄ 0-0-2-4
3	Cf ₄ 0-0-2-6
4	Cf ₄ 0-0-5-4
5	Cf ₄ 0-0-3-11
6	Cf ₄ 0-0-10-8
7	Cf ₄ 0-0-10-9
8	Cf ₄ 0-0-16-7
9	Cf ₄ 0-0-15-3
10	Cf ₄ 0-0-12-5
11	Cf ₄ 0-0-16-8
12	Cf ₄ 0-0-2-2
13	Cf ₄ 0-0-4-4
14	Cf ₄ 0-0-4-8
15	Cf ₄ 0-0-4-9
16	Cf ₄ 0-0-12-3
17	Cf ₄ 0-0-16-6
18	Cuarentón
19	INIAP-473
20	EVG - 06 - 103
21	CAL - 96

Variedades comerciales: Cuarentón, INIAP-473 y CAL - 96

VARIABLES FITOSANITARIAS

Incidencia (%) y severidad (%) de roya (*Uromyces appendiculatus*) y mustia hilachosa (*Rhizoctonia solani*) presente de forma natural: Se evaluaron durante los estadios fenológicos R7 (primera vaina visible con la corola de la flor colgada o desprendida) y R8 (inicio del llenado de vainas e incremento del tamaño de la semilla, comenzando la senescencia) según la escala descrita por Hall (1994), en cuatro plantas tomadas al azar. En cada una, tres trifolios de cada estrato (inferior, medio y superior) y colocados en bolsas plásticas. En el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, se separó el foliolo central a estos trifolios, en total por tratamiento fueron doce folíolos. En estos folíolos se cuantificó la incidencia (presencia o no de pústulas para el caso de la roya y lesiones para la mustia hilachosa) y severidad (porcentaje de área del foliolo con presencia de síntomas). En el caso de la roya, se utilizó la escala diagramática de Godoy *et al.* (1996) para cuantificar su severidad (%) en un estereoscopio con lente binocular óptico de 2X de ampliación visual (marca Swift Optical Instruments. INC. modelo SM90).

DISEÑO ESTADÍSTICO

Los datos se sometieron a un análisis de varianza bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 21 tratamientos y tres repeticiones. Para la comparación entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad del error, utilizando el programa estadístico SASM-AGRI desarrollado por Canteri *et al.* (2001).

RESULTADOS

Las condiciones climáticas durante el tiempo que se estableció el cultivo fueron normales para el desarrollo del cultivo y también para el desarrollo de las enfermedades. La temperatura a lo largo del cultivo fue de 23,88 °C, una heliofanía y precipitación pluvial total acumulada de 116,30 horas y de 55 mm, respectivamente (Figura 1).

VARIABLES AGRONÓMICAS

Los días a floración (Cuadro 2), mostraron valores entre 31 y 33,3 DDS. Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos evaluados. El grupo de las líneas

promisorias Cf₄ mostraron un promedio de 31,79 días a la floración, mientras que el grupo de las variedades comerciales y la línea avanzada EVG-06-103 contabilizó 30,83 días.

Los colores de la flor fueron blanco y lila claro. Presentándose los dos en las líneas promisorias y sólo el blanco en las variedades testigo. En la línea promisoriosa Cf₄ 0-0-10-8 se evidenciaron dos colores de flor, lo que significa que aun esta segregando.

Respecto a la altura de la planta se encontraron diferencias significativas, la variedad comercial Cuarentón mostró 36,4 cm y para la línea promisoriosa Cf₄ 0-0-12-5 45,3 cm (Cuadro 2).

Entre tanto, en la variable altura de inserción de legumbre (Cuadro 2), los resultados muestran valores entre 15,5 cm para la variedad comercial Cuarentón hasta 19,9 cm para la línea promisoriosa Cf₄ 0-0-16-8. Se encontraron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos evaluados.

La germinación en este experimento fue superior al 58% (línea Cf₄ 0-0-16-7), teniendo como máximo el 84% (línea Cf₄ 0-0-5-4). No existió diferencia estadística entre los tratamientos (Cuadro 2).

Se encontró variabilidad en la forma y color del grano. El color varió de rojizo a cremoso e incluso veteado, en cuanto a la forma la tendencia fue de arriñonado desde rojizos a cremosos y de arriñonados, ovalados, e incluso veteados (Cuadro 3). Estas características se las pueden visualizar en la Figura 2.

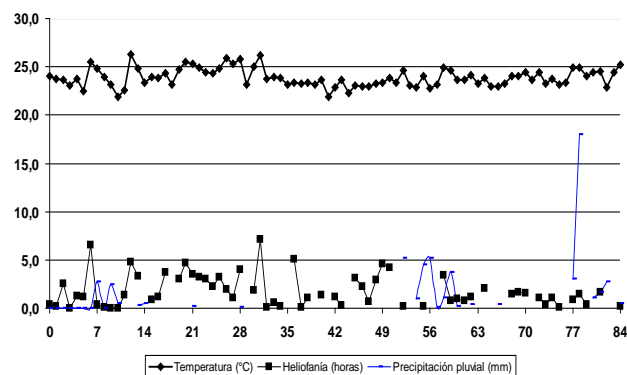


Figura 1. Temperatura (°C), heliofanía (horas) y precipitación pluvial (mm) durante los 84 días del ciclo del cultivo. Experimento establecido en el campo experimental La María, Quevedo, Ecuador. 2010.

Para el rendimiento de grano (kg ha^{-1}) se observaron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (Cuadro 3). El rendimiento de grano del germoplasma evaluado, osciló entre 610,06 para la línea promisorio Cf_4 0-0-12-5 y 1.401,54 kg ha^{-1} para la variedad comercial INIAP-473. La línea Cf_4 0-0-4-8 presentó altos rendimientos de grano, aunque no presentó diferencia estadística con relación al superior de los testigos (INIAP-473). En la comparación realizada entre los promedios obtenidos de las líneas promisorias (997,63 kg ha^{-1}) y los testigos (1264,44 kg ha^{-1}), existe una diferencia de 266,80 kg.

Variables fitosanitarias

La incidencia (%) y severidad (%) de roya (*Uromyces appendiculatus*) y mustia hilachosa

(*Rhizoctonia solani*) evaluadas durante el estadio fenológico R7, sólo mostraron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) para la incidencia de mustia (Cuadro 4). Los testigos presentaron valores inferiores a los de las líneas Cf_4 . En la incidencia de la roya se destacó con un menor porcentaje (11,11 %) la línea Cf_4 0-0-4-8.

Durante el estadio fenológico R8, la incidencia de roya mostró diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 5). Las demás variables no mostraron diferencias estadísticas.

En general la variedad CAL-96 y la línea promisorio EVG-06-103 presentaron los más bajos promedios de intensidad (incidencia y severidad) de la roya y mustia hilachosa.

Cuadro 2. Número de semillas germinadas (G, %), días a floración (DF), color de flor (CF), altura de planta (AP, cm) y altura de inserción de legumbre (AIL, cm) de 18 líneas promisorias de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) obtenidas en la Unidad de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y tres variedades comerciales establecidas en el campo experimental La María, Quevedo, Ecuador. Verano 2010.

Germoplasma	G ² (%)		DF ³		CF ⁴	AP ⁵ cm		AIL ⁶ cm	
Cf_4 0-0-2-1	69,0	a ¹	31,7	abc	blanco	39,9	ab	17,6	ab
Cf_4 0-0-2-4	78,0	a	31,0	bc	blanco	39,2	ab	17,7	ab
Cf_4 0-0-2-6	66,0	a	31,7	abc	lila claro	39,1	ab	16,0	ab
Cf_4 0-0-5-4	84,0	a	31,7	bc	blanco	39,4	ab	17,5	ab
Cf_4 0-0-3-11	73,0	a	31,3	bc	blanco	41,6	ab	16,7	ab
Cf_4 0-0-10-8	75,0	a	31,1	ab	lila y blanco	42,0	ab	17,5	ab
Cf_4 0-0-10-9	64,0	a	32,0	ab	blanco	42,3	ab	17,6	ab
Cf_4 0-0-16-7	58,0	a	32,3	abc	blanco	37,7	ab	17,3	ab
Cf_4 0-0-15-3	80,0	a	31,7	ab	lila claro	40,8	ab	17,3	ab
Cf_4 0-0-12-5	72,0	a	32,3	a	lila claro	45,3	a	18,0	ab
Cf_4 0-0-16-8	75,0	a	33,3	bc	lila claro	44,2	ab	19,9	a
Cf_4 0-0-2-2	80,0	a	31,0	bc	blanco	40,5	ab	17,4	ab
Cf_4 0-0-4-4	68,0	a	31,7	abc	lila claro	38,6	ab	16,3	ab
Cf_4 0-0-4-8	73,0	a	31,7	abc	lila claro	40,9	ab	16,2	ab
Cf_4 0-0-4-9	74,0	a	31,3	bc	blanco	38,7	ab	17,5	ab
Cf_4 0-0-12-3	76,0	a	33,3	a	blanco	38,4	ab	16,2	ab
Cf_4 0-0-16-6	83,0	a	31,3	bc	blanco	43,1	ab	18,9	ab
Cuarentón	78,0	a	30,7	bc	blanco	36,4	b	15,5	b
INIAP-473	80,0	a	30,0	c	blanco	41,2	ab	17,4	ab
EVG - 06 - 103	68,0	a	31,3	bc	blanco	39,4	ab	18,4	ab
CAL - 96	76,0	a	31,3	bc	blanco	39,4	ab	18,1	ab
CV (%)	13,87		1,99			6,42		7,57	
p (bloques)	ns		ns			ns		ns	
p (tratamientos)	ns		0,0001			0,0005		ns	

¹Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Variedades comerciales: Cuarentón, INIAP-473 y CAL - 96

Cuadro 3. Color y forma del grano y rendimiento (kg ha⁻¹) de 18 líneas promisorias de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) obtenidas en la Unidad de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y tres variedades comerciales establecidas en el campo experimental La María, Quevedo, Ecuador. Verano 2010.

Germoplasma	Color del grano	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	
Cf ₄ 0-0-2-1	Rojo arriñonado	1.215,97	ab ¹
Cf ₄ 0-0-2-4	Rojo arriñonado	1.118,08	abc
Cf ₄ 0-0-2-6	Rojo arriñonado	1.199,10	ab
Cf ₄ 0-0-5-4	Crema arriñonado	962,59	abc
Cf ₄ 0-0-3-11	Crema arriñonado	1.031,72	abc
Cf ₄ 0-0-10-8	Crema arriñonado	777,54	bc
Cf ₄ 0-0-10-9	Crema arriñonado	769,83	bc
Cf ₄ 0-0-16-7	Crema arriñonado	999,13	abc
Cf ₄ 0-0-15-3	Crema arriñonado	777,93	bc
Cf ₄ 0-0-12-5	Crema arriñonado	610,06	c
Cf ₄ 0-0-16-8	Crema arriñonado	972,41	abc
Cf ₄ 0-0-2-2	Crema arriñonado	1.152,41	abc
Cf ₄ 0-0-4-4	Rojo arriñonado	1.117,66	abc
Cf ₄ 0-0-4-8	Rojo arriñonado	1.363,07	a
Cf ₄ 0-0-4-9	Rojo arriñonado	1.000,04	abc
Cf ₄ 0-0-12-3	Crema arriñonado	856,66	abc
Cf ₄ 0-0-16-6	Crema arriñonado	1.035,59	abc
Cuarentón	Rojo ovalado	1.268,86	ab
INIAP-473	Rojo arriñonado	1.401,54	a
EVG - 06 - 103	Rojo intenso ovalado	1.208,66	ab
CAL - 96	Rojo veteado	1.178,69	abc
CV (%):		17,50	
p (bloques)		ns	
p (tratamientos)		0,0001	

¹ Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Variedades comerciales: Cuarentón, INIAP-473 y CAL - 96

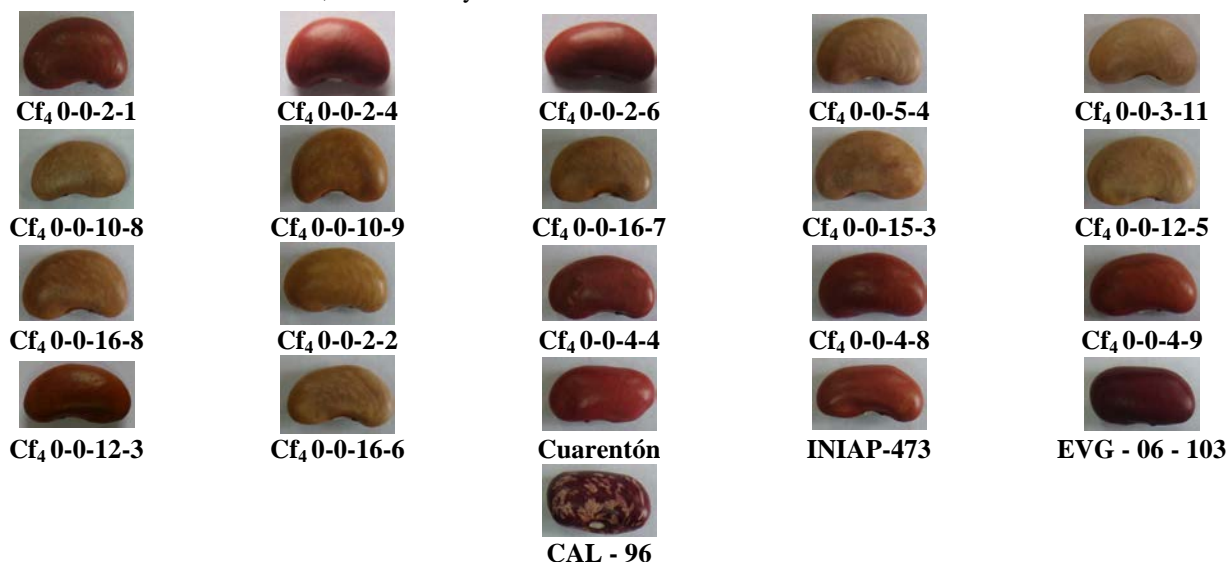


Figura 2. Color y forma del grano de 18 líneas promisorias de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) obtenidas en la Unidad de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y tres variedades comerciales establecidas en el campo experimental La María, Quevedo, Ecuador. Verano 2010.

DISCUSIÓN

Variables agronómicas

La germinación en este experimento osciló entre un 58% para la línea Cf₄ 0-0-16-7, teniendo como máximo el 84% observado en la línea Cf₄ 0-0-5-4. Esos porcentajes se encuentran dentro del rango obtenido por Coelho *et al.* (2010) quienes evaluando la germinación de 26 genotipos de fréjol criollo en condiciones de laboratorio (semillas obtenidas de un experimento realizado a campo para este estudio), utilizando la metodología de papel germitest, encontraron entre 37 y 100 % de germinación. Al realizar la comparación entre las dos investigaciones, se observa que a pesar del presente experimento haber sido realizado en condiciones de campo, el promedio de germinación fue alto. Así mismo, el valor bajo

presentado posiblemente fue debido a las características genéticas y fisiológicas del material. Así mismo, el valor bajo (58%) presentado por la línea Cf₄ 0-0-16-7, podría deberse a las condiciones de almacenamiento de la semilla de los materiales evaluados, las mismas que aunque son guardadas en un cuarto frío especial para el almacenamiento de semillas, estas no son tratadas para tal fin.

Para días a floración se obtuvieron valores promedios entre 31,0 y 33,3 días, observándose que en el grupo de las 17 líneas promisorias obtenidas del cruzamiento Cf₄, se encuentran los materiales más precoces. Estos datos son similares a los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2009), quienes evaluando los días a floración de 88 materiales de fréjol con riego, la mayoría de los materiales alcanzaron la floración entre 30 y 34 días. Así mismo son inferiores a los

Cuadro 4. Incidencia (%) y severidad (%) de la roya y mustia hilachosa evaluadas durante el estadio fenológico R7 en folíolos de plantas de 18 líneas promisorias de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) obtenidas en la Unidad de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y tres variedades comerciales establecidas en el campo experimental La María, Quevedo, Ecuador. Verano 2010.

Germoplasma	Roya				Mustia hilachosa			
	Incidencia		Severidad		Incidencia		Severidad	
Cf ₄ 0-0-2-1	33,33	a ¹	1,06	a	72,22	ab	2,06	a
Cf ₄ 0-0-2-4	47,22	a	1,22	a	52,78	ab	1,81	a
Cf ₄ 0-0-2-6	44,44	a	0,44	a	52,78	ab	2,11	a
Cf ₄ 0-0-5-4	33,33	a	0,33	a	69,44	ab	2,31	a
Cf ₄ 0-0-3-11	33,33	a	0,58	a	77,78	a	3,36	a
Cf ₄ 0-0-10-8	47,22	a	2,67	a	58,33	ab	1,83	a
Cf ₄ 0-0-10-9	38,89	a	1,39	a	61,11	ab	1,92	a
Cf ₄ 0-0-16-7	38,89	a	0,89	a	61,11	ab	2,03	a
Cf ₄ 0-0-15-3	47,22	a	2,06	a	61,11	ab	3,64	a
Cf ₄ 0-0-12-5	36,11	a	0,75	a	38,89	ab	1,00	a
Cf ₄ 0-0-16-8	47,22	a	4,50	a	58,33	ab	3,06	a
Cf ₄ 0-0-2-2	27,78	a	1,03	a	66,67	ab	1,69	a
Cf ₄ 0-0-4-4	36,11	a	0,83	a	61,11	ab	2,03	a
Cf ₄ 0-0-4-8	11,11	a	0,36	a	47,22	ab	0,86	a
Cf ₄ 0-0-4-9	52,78	a	1,03	a	61,11	ab	2,28	a
Cf ₄ 0-0-12-3	50,00	a	1,47	a	47,22	ab	2,03	a
Cf ₄ 0-0-16-6	55,56	a	1,81	a	72,22	ab	2,25	a
Cuarentón	25,00	a	0,53	a	66,67	ab	2,00	a
INIAP-473	19,44	a	0,44	a	38,89	ab	0,78	a
EVG - 06 - 103	16,67	a	0,18	a	25,00	b	0,58	a
CAL - 96	16,67	a	0,22	a	25,00	b	0,28	a
CV (%)	40,07		75,49		29,21		39,51	
p (bloques)	0,0001		0,0005		ns		ns	
p (tratamientos)	ns		ns		0,0001		ns	

¹Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Variedades comerciales: Cuarentón, INIAP-473 y CAL - 96

datos obtenidos por Rosales *et al.* (2000) quienes evaluando los días al inicio de la floración (DIF) en diferentes materiales genéticos con dos tipos de sistemas durante tres años consecutivos (1992, 1993 y 1994), el primero con precipitación pluvial + riego suplementario (RS) de 50 mm aproximadamente en floración y el segundo en secano (S), obteniendo 38 DIF en el material Pinto Villa con RS durante 1992. Los mismos DIF en el mismo material durante 1993 con los sistemas RS y S durante 1994 el material T3043-2 obtuvo 60 DIF con RS. Las diferencias encontradas se debieron a las disímiles condiciones agroclimáticas y a la variabilidad genética del germoplasma en estudio. Por otro lado, en función de los días a floración obtenidos en el presente trabajo los materiales se clasifican como precoces.

Por otro lado, en la línea promisoría Cf₄ 0-0-10-8 se observaron dos colores de flor, lo que indica

que el carácter color de la flor no está todavía estabilizado y está segregando.

Con la variable altura de planta, fueron obtenidos valores promedios entre 38,4 y 47,7 cm, siendo caracterizados a su vez como hábito determinado o de crecimiento arbustivo. Estos valores son menores a los obtenidos por López *et al.* (2007) en México en el cultivar Negro Papaloapan, de hábito de crecimiento indeterminado y erecto, planta arbustiva tipo II, guías largas y altura de dosel de 50 cm, ciclo de cultivo intermedio, días a floración media y 90 días de siembra a cosecha, vainas color crema, granos negros, opacos y pequeños (18 g 100 semillas⁻¹) y que pertenece a la raza mesoamericana de fréjol (Singh *et al.*, 1991). En contraste los de color posiblemente a la zona andina. La ventaja de la siembra de estos materiales en esta zona del Ecuador, se debe a que no son propensos al acame, son de fácil

Cuadro 5. Incidencia (%) y severidad (%) de la roya y mustia hilachosa evaluadas durante el estadio fenológico R8 en folíolos de plantas de 18 líneas promisorias de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) obtenidas en la Unidad de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y tres variedades comerciales establecidas en el campo experimental La María, Quevedo, Ecuador. Verano 2010.

Germoplasma	Roya				Mustia hilachosa			
	Incidencia		Severidad		Incidencia		Severidad	
Cf ₄ 0-0-2-1	63,89	ab ¹	1,39	a	80,56	a	1,69	a
Cf ₄ 0-0-2-4	58,33	ab	2,72	a	75,00	a	3,33	a
Cf ₄ 0-0-2-6	63,89	ab	1,89	a	83,33	a	3,17	a
Cf ₄ 0-0-5-4	80,56	a	2,28	a	88,89	a	3,61	a
Cf ₄ 0-0-3-11	83,33	a	1,72	a	80,00	a	3,14	a
Cf ₄ 0-0-10-8	83,33	a	3,61	a	66,67	a	1,92	a
Cf ₄ 0-0-10-9	69,44	ab	4,64	a	65,11	a	1,56	a
Cf ₄ 0-0-16-7	36,11	ab	0,36	a	75,00	a	1,61	a
Cf ₄ 0-0-15-3	88,89	a	3,92	a	72,22	a	2,17	a
Cf ₄ 0-0-12-5	86,11	a	3,33	a	55,56	a	1,28	a
Cf ₄ 0-0-16-8	77,78	a	2,97	a	66,67	a	2,53	a
Cf ₄ 0-0-2-2	63,89	ab	2,03	a	77,78	a	2,36	a
Cf ₄ 0-0-4-4	58,33	ab	0,86	a	63,89	a	3,53	a
Cf ₄ 0-0-4-8	69,44	ab	0,94	a	61,11	a	1,61	a
Cf ₄ 0-0-4-9	75,00	a	1,97	a	83,33	a	2,06	a
Cf ₄ 0-0-12-3	80,56	a	3,25	a	86,11	a	3,08	a
Cf ₄ 0-0-16-6	83,33	a	4,97	a	83,33	a	3,64	a
Cuarentón	75,00	a	3,50	a	83,33	a	2,64	a
INIAP-473	44,44	ab	0,69	a	86,11	a	1,64	a
EVG - 06 - 103	27,78	b	0,28	a	63,89	a	0,78	a
CAL - 96	28,33	b	0,08	a	55,56	a	0,81	a
CV (%)	30,46		41,67		20,98		32,07	
p (bloques)	ns.		ns.		0,0005		ns.	
p (tratamientos)	0,0001		0,0005		ns.		ns.	

¹Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Variedades comerciales: Cuarentón, INIAP-473 y CAL - 96

manejo durante el establecimiento en el campo y cosecha, siendo un aliciente para el agricultor.

En rendimiento se alcanzaron valores promedios entre 962,59 (Cf₄ 0-0-5-4) y 1401,54 kg ha⁻¹ (INIAP-473), sobresaliendo este último junto a la línea Cf₄ 0-0-4-8 con 1363,07 entre todos los genotipos evaluados. Estos valores son menores a los obtenidos por Cáprio da Costa *et al.* (2008) en Brasil (2.843,00 - 2.022,00 kg ha⁻¹) y mayores en relación a López *et al.* (2001) en México (1321 - 400 kg ha⁻¹). Estas diferencias se deben posiblemente a la densidad de plantas ha⁻¹, aportación hídrica, fertilización, condiciones agroclimáticas y al potencial del material genético utilizado en cada investigación. Esto concuerda con una investigación realizada en Quevedo, Ecuador por Garcés (2011), donde se obtuvieron rendimientos entre 1556,25 y 3720,00 kg ha⁻¹, los mismos que fueron mayores a los datos obtenidos en la presente investigación. Hay que tener en cuenta que las características del mercado como tamaño, apariencia de la semilla, paladar, porte y precocidad de la planta, también, deben ser llevadas en consideración y se podrá alterar en la clasificación de la progenies seleccionadas para su inclusión en experimentos de mejora genética (Juliatti *et al.*, 2005).

VARIABLES FITOSANITARIAS

La presencia de roya en los valles de los ríos Mira y Chota fue detectada por Ernest *et al.* (2008) en una encuesta a productores de la región mencionada, con el propósito de orientar el mejoramiento de fréjol en Ecuador y para guiar el proceso de desarrollo y selección de variedades con los productores de esta leguminosa. Ernest *et al.* (2008), no evidenciaron la ocurrencia de mustia hilachosa en este lugar. No obstante esta enfermedad es mencionada por Ribeiro-Costa (2007), como el principal problema del fréjol en los trópicos húmedos, donde la elevada temperatura y humedad establecen las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad. Garcés (2011) menciona la ocurrencia de este patógeno en Quevedo, Ecuador. Acosta (1989) citado por Rodríguez *et al.* (1999) informa que la mustia hilachosa se presenta en terrenos infectados con períodos prolongados de lluvias, temperatura y humedad relativa promedio de 24° C y 80% respectivamente, concordando con Nechet y Halfeld-Vieira (2007). Por su parte Beaver *et al.* (2002), indican que todavía no se ha identificado una línea de fréjol común que tenga un alto nivel de resistencia a

la mustia hilachosa en las diferentes regiones geográficas.

El porcentaje de incidencia y severidad de *Uromyces appendiculatus* (roya) y *Rhizoctonia solani* (mustia hilachosa) durante los estadios fenológicos R7 y R8 mostró variación entre los genotipos estudiados. Las líneas Cf₄ 0-0-4-8 y Cf₄ 0-0-16-7, mostraron valores relativamente bajos de severidad para la roya y mustia hilachosa. Estas diferencias son encontradas en la literatura para la primera (González y García, 1996a; 1996b; 1996c) y para la segunda (León *et al.*, 2008; Garcés, 2011; Godoy *et al.*, 2011; Navarrete-Maya y Acosta-Gallegos, 1999).

Aunque Lépez (1991) menciona que plantas de fréjol en el Ecuador, tienen tolerancia intermedia a enfermedades como la roya y oídio en épocas de verano; mientras que, en condiciones de alta humedad, variedades criollas presentan bajo potencial de rendimiento y semilla de baja calidad. Esta investigación desarrollada durante la época seca, cuando los agricultores tienden a establecer este cultivo, clima ideal para el cultivo, muestra que es posible seleccionar materiales con baja incidencia de las dos enfermedades mencionadas anteriormente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La línea más destacada fue la Cf₄ 0-0-4-8 por la baja severidad de roya y mustia hilachosa aún cuando no presenta diferencias estadísticas con relación al rendimiento del mejor testigo.

Se recomienda continuar la evaluación de estas líneas para el estudio de densidad de siembra, fertilización y de ser posible el manejo integrado de las enfermedades evaluadas, para en un futuro contar con una variedad de fréjol adaptada al el trópico húmedo Ecuatoriano.

LITERATURA CITADA

- Araya, F. C. M. y F. J. C. Hernández. 2006. Guía para la identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG. San José, Costa Rica. 44 p.
- Beaver, J. S.; C. Godoy, J. C. Rosas y J. Steadman. 2002. Estrategias para seleccionar frijol común con mayor resistencia a mustia hilachosa. *Agronomía Mesoamericana* 13 (1): 67-72.

- Bennink, M. R. 2010. Health benefits associated with consumption of dry beans. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 35: 2-3.
- Bianchini, A.; A. C. Maringoni, e S. M. T. P. G. Carneiro. 2005. Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). p. 333-349. In: H. Kimati, L. Amorim, J. A. M. Rezende, A. Bergamin Filho e L. E. A. Camargo. Manual de Fitopatologia. Agronômica Ceres. São Paulo, Brasil. Vol. 2, 4a Ed. 663 p.
- Canteri, M. G.; R. A. Althaus, J. S. Virgens Filho, E. A. Giglioti e C. V. Godoy. 2001. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação 1 (2): 18-24.
- Cáprio da Costa, J. G.; C. A. Agustin Rava, F. J. Pfeilsticker Zimmermann and L. Cunha-Melo. 2008. Yield stability and adaptability of common bean lines developed by Embrapa. Pesquisa Agropecuária Tropical 38 (2): 141-145.
- Coelho, C. M. M.; M. R. Mota, C. A. Souza y D. J. Miquelluti. 2010. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Brasileira de Sementes 32 (3): 097-105.
- Ernest, E. G.: E. Falconí Castillo, E. Peralta Idrovo y J. Kelly. 2008. Encuesta a productores para orientar el fitomejoramiento en frijol en Ecuador. Agricultura Mesoamericana 19 (1): 07-18.
- Freire, F. A. 2004. Botánica Sistemática Ecuatoriana. Editado por Missouri Botanical Garden, FUNDACYT, QCNE, RLB y FUNBOTÁNICA. St. Louis, Estados Unidos de América. 209 p.
- Garcés, F. R.; N. Denardin, E. M. Reis, D. D. Manhago, R. Almeida e C. A. Forcelini. 2009. Incidência de *Cercospora* sp. em vagens de feijoeiro no município de Passo Fundo. Tropical Plant Pathology 34 (Suplemento): S169.
- Garcés, F. R. 2010. Doenças causadas por vírus na cultura de feijoeiro. Revista Ciencia y Tecnología 3 (2): 1-6.
- Garcés, F. R. 2011. Modelo de ponto crítico para estimar danos causados pela mela na cultura do feijoeiro. Revista Ciencia y Tecnología 4 (1): 1-4.
- González, M. y E. García. 1996a. Evaluación de fungicidas en el control de la roya del frijol (*Uromyces appendiculatus*). Agronomía Mesoamericana 7 (1): 86-89.
- González, M. y E. García. 1996b. Evaluación de la resistencia a la roya (*Uromyces appendiculatus*) en 64 variedades de frijol común en Cuba. Agronomía Mesoamericana 7 (1): 90-94.
- González, M. y E. García. 1996c. Evaluación de las pérdidas por roya en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferentes épocas de siembra en cuba. Agronomía Mesoamericana 7 (1): 95-98.
- Godoy, C. V.; M. T. P. G. S. Carneiro, T. M. Iamauti, D. M. Pria, L. Amorim, R. D. Berger and A. Bergamin Filho. 1996. Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation. Journal of Plant Diseases and Protection 104 (4): 336-345.
- Godoy M. L.; C. G. Díaz, M. G. Vásconez, D. E. Defaz y O. B. González. 2011. Evaluación de dos variedades de fréjol durante tres épocas de siembra bajo sistema de cultivo asociado con maíz. Revista Ciencia y Tecnología 4 (1): 5-11.
- Hall, R. 1994. Compendium of bean diseases. Second edition. APS Press. Minnesota, United States of America. 73 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 1994. El rendimiento promedio para el fréjol seco. Consultado el 23 de Agosto del 2010. Disponible en: http://www.preduza.org/le1_3.htm
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 1999. Guía de Cultivos. Quito, Ecuador. 186 p.
- Juliatti, F. C.; S. A. Moraes, H. D. Silva e M. H. C. Borges. 2005. Seleção de progênies de feijoeiro F₄ resistentes ao *Bean Golden Mosaic Virus*. Fitopatologia Brasileira 30: 279-285.
- León, S. LL.; A. B. Faure, M. O. Rodríguez, G. R. Benítez, G. Y. Suárez y R. R. Rodríguez. 2008. Selección de nuevas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) frente a las principales enfermedades del cultivo en Cuba. Fitosanidad 12 (1): 27-31.

- Lépiz, R. 1991. Informe segunda fase, 1991- 1993. Proyecto de frijol del CIAT para la zona andina. PROFIZA. Publicación miscelánea N° 63. INIAP. Quito, Ecuador. 32 p.
- López, E.; F. J. Ugalde, R. Contreras y A. Barradas. 2001. Producción artesanal de semilla de frijol en Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana* 12 (1): 9-14.
- López, S. E.; V. O. H. Tosquy, B. V. Sánchez, A. F. J. Ugalde, G. J. Cumpián y L. E. N. Becerra. 2007. Negro Papaloapan, nuevo cultivar de frijol para las áreas tropicales de Veracruz y Chiapas, México. *Agricultura Técnica en México* 33 (2): 197-200.
- Navarrete Maya, R. y J. Acosta Gallegos. 1999. Reacción de variedades de frijol común a *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani* en el Altiplano de México. *Agronomía Mesoamericana* 10 (1): 37-46.
- Nechet, K. L. e B. A. Halfeld Vieira. 2007. Reação de cultivares de feijão-caupi à mela (*Rhizoctonia solani*) em Roraima. *Fitopatologia Brasileira* 32: 424-428.
- Meghan, M. M.; V. K. Fitzgerald, J. N. McGinley, S. M. Fischer and H. J. Thompson. 2010. Qualitative metabolomics of cancer prevention in *Phaseolus vulgaris* L. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 35: 2-3.
- Ribeiro-Costa, G. 2007. Estratégias para o manejo integrado da mela do feijoeiro causada por *Thanatephorus cucumeris*. Tese de Doutorado em Fitopatologia. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. Brasília, Brasil. 108 p.
- Rodríguez, E.; E. Lorenzo, M. Acosta, F. González, B. Mora, G. Godoy. 1999. Manejo de la mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* (Frank)) en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomía Mesoamericana* 10 (1): 99-108.
- Rodríguez, O.; O. Chaveco, R. Ortiz, M. Ponce, H. Ríos, S. Miranda, O. Días, Y. Portelles, R. Torres y L. Cedeño. 2009. Evaluación del comportamiento de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a la sequía, en condiciones de riego y sin riego, e incidencia de enfermedades. *Temas de Ciencia y Tecnología* 13 (39): 19 -30.
- Rosales, S. R.; V. P. Ramírez, G. J. A. Acosta, G. F. Castillo y J. D. Kelly. 2000. Rendimiento de grano y tolerancia a la sequía del frijol común en condiciones de campo. *Agrociencia* 34 (2): 153-165.
- Singh, S. P.; P. Gepts and D. G. Delauck. 1991. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Econ. Bot.* 45: 379-396.
- Tobon. J. 1992. Producción de semillas de fréjol voluble o trepador. Publicación miscelánea N° 63. INIAP. Quito, Ecuador. 32 p.