

RENDIMIENTO Y REACCIÓN A ENFERMEDADES EN FRIJOL TIPO FLOR DE MAYO EN RIEGO Y TEMPORAL*

SEED YIELD AND DISEASE REACTION IN FLOR DE MAYO BEAN TYPE GROWN UNDER IRRIGATION AND RAINFED CONDITIONS

Jorge Alberto Acosta Gallegos^{1§}, Bertha María Sánchez García¹, Francisco Manuel Mendoza Hernández¹, Yaneth Jiménez Hernández¹, Rafael Salinas Pérez², Rigoberto Rosales Serna³, Rosa Navarrete Maya⁴, Román Zandate Hernández⁵, Simón Alvarado Mendoza⁶ y José Saúl Padilla Ramírez⁷

¹Campo Experimental Bajío. INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, km 6.5. Colonia Roque, Celaya, Guanajuato. C. P. 38110. ²Campo Experimental Valle del Fuerte. INIFAP. Carretera internacional México-Nogales, km 1609. Colonia Fte. Ej. Juan José Ríos, Ahome. C. P. 81200. Los Mochis, Sinaloa. ³Campo Experimental Valle de Guadiana. INIFAP. Carretera Durango-El Mezquital, km 5. C. P. 34000. Durango, Durango. ⁴Unidad de Investigación en Granos y Semillas, Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, UNAM. A. P. 25. Cuautitlán Izcalli, Estado de México. ⁵Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Carretera Zacatecas-Fresnillo Calera de V. Rosales, km 24.5. C. P. 98500. Calera de V. Rosales, Zacatecas. ⁶Campo Experimental San Martinito. INIFAP. Carretera federal México-Puebla, km 56.5. Colonia Santa Rita Tlahuapan, Puebla. C. P. 74100. ⁷Campo Experimental Pabellón, INIFAP. Carretera Aguascalientes-Zacatecas, km 32.5. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. C. P. 20600. [§]Autor para correspondencia: acosta.jorge@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El frijol tipo Flor de Mayo es de alta demanda entre los consumidores del centro de México, su producción se realiza en las regiones de la Mesa Central, El Bajío y Semiárida. El objetivo fue determinar el rendimiento, peso de la semilla y reacción a enfermedades de un grupo de 14 líneas y dos testigos a través de 14 ambientes, 10 de temporal y cuatro de riego. Los ensayos se condujeron durante los ciclos primavera-verano 2008 y otoño-invierno 2008-2009. Se realizaron análisis de conjunto y por ensayos de temporal y de riego en forma independiente. Diferentes enfermedades atacaron al cultivo a través de los sitios de prueba; bajo temporal, las de mayor distribución fueron la bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv *phaseoli*) y la mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*); mientras que la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y el mildiú veloso (*Phytohophthora phaseoli*) mostraron un fuerte ataque en Calera, Zacatecas y Celaya, Guanajuato, respectivamente. El ambiente de mayor rendimiento promedio fue Celaya bajo riego (4.15 t ha⁻¹) y el menor se obtuvo en Texcoco bajo temporal (0.90 t

ha⁻¹). El análisis conjunto detectó diferencias significativas ($p < 0.0001$) en rendimiento para ambiente, variedad e interacción, pero la mayor contribución a la variación observada correspondió al ambiente (91%) y la menor al genotipo (1%). En el análisis de ensayos bajo temporal el efecto del ambiente fue menor (72%) y se incremento el de la interacción (25%) y en menor grado el del genotipo (3%). De los 14 ensayos, sólo en seis se observaron líneas significativamente superiores ($p < 0.05$) al mejor testigo, Flor de Mayo Anita. La línea FMB 08030 mostró el mayor rendimiento promedio (2.06 t ha⁻¹). En todos los ambientes hubo líneas de mayor peso de 100 semillas ($p < 0.05$) que los testigos. Para rendimiento, el efecto de localidad fue el de mayor influencia en los resultados y en temporal la interacción localidad x genotipo resultó importante.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., interacción genotipo por ambiente, líneas mejoradas, reacción a enfermedades, peso de 100 semillas.

* Recibido: enero de 2009
Aceptado: enero de 2010

ABSTRACT

The 'Flor de Mayo' bean type is highly demanded by consumers in Central Mexico, its production takes place at the semiarid, El Bajío and the central plateau regions. The aim was to test a set of 14 bred lines plus two checks across 10 rainfed locations and four irrigated sites on the basis of seed yield, 100-seeds weight and disease reaction. Trials were conducted in the spring-summer season 2008 and fall-winter season 2008-2009. Data analyses were conducted including all test sites, and independently rainfed and irrigated sites. Different diseases attacked the crop across test sites; those widely distributed were common bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv *phaseoli*) and angular leaf spot (*Phaeoisariopsis griseola*); whereas anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) and downy mildew (*Phytophthora phaseoli*) show a strong attack at Calera, Zacatecas and Celaya, Guanajuato, respectively. Average from the genotypes, the highest yield (4.15 t ha⁻¹) was obtained in Celaya under irrigated conditions and the lowest at Texcoco under rainfed conditions (0.90 t ha⁻¹). The overall analysis indicated highly significant effect ($p < 0.0001$) of environment, genotype and interaction, but the largest contribution to the observed variation was due to location (91%) and the lowest to genotype (1%). The analyses on rainfed data show a lower effect of location (72%) and an increase in the effect of the interaction (25%) and in lower degree that of the genotype (3%). Out of fourteen trials, in six of them there were lines significantly superior ($p < 0.05$) to the best check, Flor de Mayo Anita. Average from all trials, line FMB 08030 displayed the largest yield (2.06 t ha⁻¹). At all trials most of the lines displayed heavier seeds ($p < 0.05$) than the checks. For seed yield, the effect of location was the most influential and under rainfed conditions the interaction location x genotype was important.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., disease reaction, genotype by location interaction, improved lines, 100- seed weight.

INTRODUCCIÓN

El grano de frijol tipo Flor de Mayo es de alta demanda en las regiones centro, Bajío y centro-occidente de México (Castellanos *et al.*, 1997); en la actualidad existen variedades mejoradas para esas regiones (Rosales *et al.*, 2004); sin embargo, bajo condiciones de temporal su producción se ve afectada por factores adversos, entre los que destacan

las enfermedades ocasionadas por hongos, virus y bacterias (Araya *et al.*, 1996; Balardin *et al.*, 1997; Flores-Estévez *et al.*, 2003; Rodríguez-Guerra *et al.*, 2006; Navarrete *et al.*, 2008) y la sequía intermitente (Acosta-Gallegos *et al.*, 1997).

Las variedades de tipo Flor de Mayo se caracterizan por ser de hábito indeterminado postrado o trepador de ciclo intermedio a tardío, pertenecen a la raza Jalisco del acervo mesoamericano (Singh *et al.*, 1991). Existen variedades mejoradas tanto para condiciones de riego, como para temporal (Rosales *et al.*, 2004); sin embargo, las variedades mejoradas de este tipo han mostrado susceptibilidad a la sequía en diversos ambientes en comparación con materiales de la raza Durango (Acosta-Gallegos *et al.*, 1997). La resistencia a la sequía en la raza Durango es ampliamente reconocida (Terán y Singh, 2002; Beebe *et al.*, 2008) y se debe en parte a numerosas generaciones de selección en ambientes secos de la región semiárida, mientras que la raza Jalisco, a la que pertenecen los cultivares de tipo Flor de Mayo, se originaron en una área de mayor precipitación en los estados del centro-occidente de México (Singh *et al.*, 1991).

En los últimos años el tipo Flor de Mayo tradicional ha sido desplazado por el tipo media oreja, que corresponde a un grano de tipo Flor de Mayo alargado con color atractivo y por el tipo Flor de Junio de grano ovalado. Además, existe demanda entre los comercializadores de frijol por grano de forma ovalada y uniforme, características que deben ser tomadas en cuenta en el desarrollo de nuevas variedades. En el proceso de formación de nuevas variedades mejoradas de frijol se utilizan en la etapa final del mismo, un número reducido de líneas sobresalientes, en evaluaciones en múltiples localidades para determinar con base en el rendimiento la adaptabilidad de los materiales y la magnitud de la interacción genotipo por ambiente (Acosta-Gallegos *et al.*, 2000). Por lo general se busca identificar genotipos que no muestren una fuerte interacción con el ambiente o de amplia adaptabilidad y ocasionalmente genotipos con adaptación específica a ambientes determinados, por ejemplo para condiciones de riego (ambientes relativamente libres de enfermedades). Asimismo, durante la conducción de esos ensayos en múltiples localidades se toman notas sobre la incidencia de enfermedades y las características del clima durante el ciclo del cultivo. El objetivo fue determinar el rendimiento, peso de 100 semillas y reacción a enfermedades de 14 líneas experimentales de tipo Flor de Mayo y dos testigos comerciales en diversas localidades de

secano y riego. Estas líneas fueron desarrolladas mediante selección con base en la reacción a enfermedades y rendimiento utilizando tanto localidades de riego como de temporal en Guanajuato.

MATERIALES Y MÉTODOS

En los ciclos de primavera-verano 2008 y otoño-invierno 2008-2009 se establecieron 14 ensayos de rendimiento con frijol tipo Flor de Mayo en las siguientes localidades:

Celaya, Ocampo, Valle de Santiago y San Luis de la Paz, Guanajuato; Villa de Arriaga, San Luis Potosí, Puebla, Puebla, Texcoco, Estado de México, Pabellon, Aguascalientes, Fco. I. Madero y Durango, Durango, Calera, Zacateas y Guasave, Sinaloa. Diez ensayos se condujeron bajo condiciones de temporal en 2008 y cuatro bajo riego en el ciclo otoño-invierno 2008-2009. Los de riego fueron dos en Celaya y uno en San Luis de la Paz, Guanajuato y uno en Guasave, Sinaloa. Las características de las localidades de prueba se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de las localidades de prueba.

| Localidad | Altitud (m) | Latitud N | Longitud O | TM (°C) | PP (mm) | Tipo de suelo* |
|-----------------|-------------|-----------|------------|---------|---------|-------------------|
| Tecamachalco | 1 980 | 20° 52' | 99° 04' | sd | sd | Franco arenoso |
| Texcoco | 2 240 | 19° 29' | 98° 53' | 16.0 | 640 | Mollisol |
| Celaya | 1 752 | 20° 32' | 100° 48' | 18.4 | 620 | Vertisol pelico |
| Ocampo | 2 125 | 21° 31' | 101° 32' | 16.2 | 430 | Planosol eutrico |
| V. Santiago | 1 779 | 20° 21' | 101° 19' | 18.6 | sd | Vertisol |
| S. L. de la Paz | 2013 | 21° 06' | 100° 32' | 16.5 | 501 | Xerosol haplico |
| V. de Arriaga | 2 145 | 21° 56' | 101° 20' | 16.1 | 400 | Xerosol haplico |
| Sandoval | 2 000 | 21° 40' | 102° 10' | 16.0 | 500 | Planosol eutrico |
| Calera | 2 197 | 22° 54' | 102° 39' | 15.5 | 456 | Xerosol haplico |
| Durango | 1 900 | 23° 58' | 104° 37' | 17.1 | 476 | Castañozem lúvico |
| F. I. Madero | 2 000 | 24° 25' | 104° 20' | 17.1 | 530 | Xerosol haplico |
| Guasave | 20 | 25° 30' | 108° 22' | sd | sd | Vertisol |

TM= temperatura media; PP= precipitación anual histórica; sd= sin dato; * = tipo de suelo por la clasificación de la FAO.

Se evaluaron 14 líneas experimentales desarrolladas en el programa de mejoramiento genético del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Celaya, Guanajuato y las variedades Flor de Mayo Anita (Castellanos *et al.*, 2003a) y Flor de Mayo Noura (Cuadro 2), consideradas como testigos; todos los genotipos son de hábito indeterminado tipo III (Singh, 1982). Con excepción de tres líneas codificadas en 1998 (i.e. FM 98XXX) el resto de las líneas se derivó de la cruce simple de Flor de

Mayo Anita por Flor de Junio Marcela (Castellanos *et al.*, 2003b) y se desarrollaron a través de selección por el método genealógico en Celaya, Guanajuato y formaron parte de ensayos preliminares conducidos bajo riego y temporal por dos años en dos localidades, éstas fueron codificadas como materiales uniformes en 2008 (i.e. FMB08XXX). La semilla utilizada para la siembra en todas las localidades de prueba se produjo bajo condiciones de riego en siembra de febrero de 2008, época considerada libre de enfermedades.

Cuadro 2. Incidencia promedio de enfermedades en 16 genotipos de frijol de temporal en nueve localidades de prueba, 2008.

| Enfermedad | Localidad | | | | | | | | | \bar{X} |
|----------------|-----------|-----|--------|--------|-----|-----|-----|-----|--------|-----------|
| | Teca | Tex | Celaya | Ocampo | VS | VA | FIM | Dgo | Calera | |
| Tizón común | 1 | 3.1 | 4 | 3.4 | 3.2 | 4.4 | 6.4 | 6.3 | 1 | 3.6 |
| Tizón de halo | 1 | 1 | 2.4 | 2.7 | 1 | 1.4 | 1 | 1 | 2.3 | 1.5 |
| Roya | 3.7 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.8 |
| Mancha angular | 3.8 | 1 | 1 | 1 | 3.7 | 2.4 | 3.8 | 5.2 | 1 | 2.5 |
| Antracnosis | 1 | 1 | 1 | 2.4 | 2.2 | 2 | 3 | 1 | 5.3 | 2.1 |

Los valores del cuadro están en escala de 1 a 9; donde, 1= sin síntomas; 9= planta muerta o máxima severidad; Teca= Tecamachalco, Puebla; Tex= Texcoco, Estado de México; VS= Valle de Santiago, Guanajuato; VA= Villa de Arriaga, San Luis Potosí; FIM= Francisco I. Madero, Durango; Dgo= Durango, Durango.

En el ciclo primavera-verano 2008 la siembra a través de localidades se realizó durante el mes de julio, después del inicio del período de lluvias. En el ciclo otoño-invierno la siembra se realizó en Guasave, Sinaloa en noviembre 2008 y en Celaya una siembra en febrero y otra en marzo de 2009 y en San Luis de la Paz en marzo de 2009. En todos los casos se utilizó un diseño de látice 4*4 con cuatro repeticiones y la parcela experimental fué de tres surcos de 6 m de longitud separados a 75 cm. El manejo agronómico del cultivo fue tradicional, sin aplicación de agroquímicos para controlar enfermedades y bajo riego en Celaya se aplicaron insecticidas biológicos para el control de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood). En Celaya se establecieron dos ensayos bajo riego, después del riego de presembrado uno recibió cuatro riegos de auxilio y otro solo dos. En San Luis de la Paz el cultivo recibió tres riegos de auxilio y en Guasave dos.

Las siembras de temporal se realizaron en tierra húmeda después del establecimiento de las lluvias. En todas las localidades se registraron datos de fenología (días a floración y madurez fisiológica), bajo temporal la incidencia natural de enfermedades con el uso de la escala visual de 1 (sin síntomas) a 9 (máxima severidad o planta muerta), rendimiento y peso de 100 semillas. Las lecturas de enfermedades se determinaron durante la etapa reproductiva.

Para el análisis de la información recabada por experimento y conjunta se utilizó el paquete estadístico SAS 9.1.3 XP-PRO (SAS Institute, 1999); para la comparación de pares de medias, i.e. cualquier línea vs un testigo u otra línea) se calculó la DMS al 0.05. Se calcularon correlaciones simples con los promedios obtenidos en las localidades de temporal entre la fecha de siembra (días julianos), días a la floración y madurez y con el rendimiento y peso de 100 semillas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los sitios de prueba del ciclo primavera-verano 2008 ocurrieron diversas enfermedades (Cuadro 2) las cuales, según las condiciones climáticas y susceptibilidad de los materiales, afectaron en distinto grado a los genotipos. Inclusive ocurrieron enfermedades que no se mencionan en el cuadro, tales como el virus del mosaico común del

frijol (BCMV), virus del mosaico común necrótico del frijol (BCMNV) y las pudriciones de raíz principalmente causadas por *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani* Kühn.

En Puebla, la roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* F. Strauss) y la mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola* Sacc.) fueron las más severas; en Texcoco, la roya y el tizón común (*Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* Smith Dye); en Celaya, además de los tizones común y de halo (*Pseudomonas syringae* pv *phaseolicola* Burk., Young) y la roya, ocurrió un ataque de mildiú veloso (*Phytophthora phaseoli* Thaxt); en Ocampo, los tizones común y de halo y la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Scrib); en Valle de Santiago, la mancha angular y el tizón común; en Villa de Arriaga el tizón común, la mancha angular y la antracnosis; en Fco I. Madero y Durango, Durango predominaron el tizón común y la mancha angular; y en Calera, Zacatecas, la antracnosis. Las de mayor distribución a través de sitios de prueba fueron el tizón común y la mancha angular; ambas pueden ser transmitidas a través de la semilla (Navarrete *et al.*, 2008). En sitios específicos hubo enfermedades severas (reacción promedio >5.0), como el mildiú veloso en Celaya, Guanajuato, el tizón común en Fco I. Madero, Durango, la mancha angular en Durango, Durango y la antracnosis en Calera, Zacatecas. En el caso de la antracnosis y el tizón común, es conocida la gran diversidad patogénica que existe en México (Balardin *et al.*, 1997; Rodríguez-Guerra *et al.*, 2006; Navarrete-Maya *et al.*, 2008).

El tizón común es considerada como una de las enfermedades más extendidas en el Altiplano de México y por el hecho de ser transmitida a través de la semilla o grano utilizado para la siembra, se ha convertido en un problema muy extendido (Navarrete-Maya *et al.*, 2008). Por otra parte, es conocido que la resistencia al tizón común es independiente en diferentes órganos de la planta (Coyne y Schuster, 1983), así, variedades consideradas como susceptibles a tizón común en el campo como son Flor de Mayo Sol y Flor de Mayo Bajío, produjeron semilla libre de esta bacteria. En estas variedades, la infección del follaje es independiente de la transmisión por semilla. En este caso, las lecturas de reacción al tizón común registradas fueron basadas en el follaje.

En México, considerado como centro de origen y diversidad del frijol, los patógenos causantes de las enfermedades también muestran gran diversidad patogénica, como es el caso de la antracnosis (Balardin *et al.*, 1997), roya (Araya *et al.*, 1996), tizón común (Navarrete *et al.*, 2008), virus del mosaico común y necrótico (Flores-Estévez *et al.*, 2003), situación que dificulta el desarrollo de variedades resistentes y que variedades resistentes en una área o región, sean susceptibles en otra. Es probable que el uso indiscriminado de grano como semilla en temporal, ha contribuido a la dispersión y variación de las enfermedades que se transmiten a través de la semilla.

Respecto al rendimiento, el ambiente de producción en la mayoría de las localidades de prueba resultó favorable para el cultivo como lo muestran los rendimientos obtenidos (Cuadros 3 y 5). En todas las localidades individuales se observaron diferencias entre genotipos, y en el análisis combinado hubo diferencias significativas ($p < 0.0001$), entre localidades, genotipos e interacción genotipo x localidad. El menor rendimiento se obtuvo en Texcoco bajo temporal, donde la precipitación al final del ciclo del cultivo fue mínima, mientras que se obtuvieron altos rendimientos bajo temporal en las localidades: Tochtepec, Puebla y Durango, Durango. A pesar de lecturas altas de las enfermedades de mayor ocurrencia en cada localidad, no se observó asociación entre la incidencia de alguna enfermedad y el rendimiento. Esto se debió a que las lecturas se tomaron cuando ya se había definido el rendimiento, o bien a que el uso de semilla de alta sanidad y vigor, libre de enfermedades, favoreció el crecimiento y desarrollo del cultivo, aún en materiales susceptibles. En esta investigación, la semilla utilizada en todos los ensayos se produjo bajo condiciones de riego en Celaya, Guanajuato y se encontraba libre de enfermedades, además, para la siembra fue tratada con fungicida (Carboxin) e insecticida (Clorpirifos etil) a las dosis recomendadas por el fabricante; es decir, la presión de las diferentes enfermedades se debió a su incidencia natural en los sitios de prueba y no a su presencia en la semilla. La gran diversidad de patógenos atacando al frijol a través de las localidades de prueba es indicativa del monocultivo con frijol en esas amplias regiones del Altiplano mexicano y la constante modificación en la estructura o composición genética de sus poblaciones debido a las presiones ambientales y a la ejercida por el productor (Araya, 2003).

A través de localidades diferentes genotipos resultaron superiores en rendimiento (Cuadro 3) y en promedio de todas las localidades la mayoría de los genotipos evaluados estuvieron cerca del promedio general de 1.94 t ha^{-1} y resultaron similares a las variedades testigo. La línea de mayor rendimiento fue FMB 08030 y el menor lo obtuvo FM 98073. Dos líneas estuvieron entre las tres de mayor rendimiento en cinco de las catorce localidades: FMB 08024 y FMB 08021, incluyendo tanto localidades de temporal como de riego. De los resultados se puede señalar que el rendimiento promedio no es el mejor parámetro para identificar los genotipos de mayor adaptación, es necesario considerar otros atributos de las líneas experimentales, como la magnitud de su desviación estándar a través de los ambientes de prueba, la resistencia a enfermedades, el ciclo de cultivo y calidad del grano, en este caso representada por el peso de 100 semillas. Los ensayos en localidades múltiples son importantes porque permiten tanto la identificación de materiales con adaptación específica a una área o bien con amplia adaptación; estos últimos genotipos deben poseer resistencia o tolerancia a diversas enfermedades y a factores abióticos adversos, así como poseer la fenología adecuada (Berger *et al.*, 2006), ajustada a las condiciones ambientales de los sitios de producción (Wallace *et al.*, 1993) o precocidad (Acosta-Gallegos *et al.*, 2004).

En sólo seis localidades se observaron líneas experimentales superiores ($p < 0.05$) al mejor testigo de la misma. Asimismo, en los seis ensayos conducidos en Guanajuato, donde se desarrollaron las líneas en evaluación, no hubo diferencia entre las líneas de mayor rendimiento y el mejor testigo, Flor de Mayo Anita, progenitor de las codificadas FMB 08XXX. Para el caso de Guanajuato, la principal característica superior de las líneas con respecto al progenitor mencionado, es en el peso de 100 semillas (Cuadro 4), color y forma de la misma. En general, Flor de Mayo Anita es castigado por los comercializadores por su color encendido y forma aplanada, mientras que las líneas tienen el color y forma típica del Flor de Mayo nativo, grano más ancho y de forma oval que el de su progenitor masculino, característico del progenitor femenino, Flor de Junio Marcela (Castellanos *et al.*, 2003b).

Cuadro 3. Rendimiento (t ha⁻¹) de 16 genotipos de frijol tipo Flor de Mayo, establecidos en condiciones de temporal en 10 ambientes de temporal y cuatro de riego. 2008-2009.

| Genotipo | Localidad | | | | | | | | | | \bar{X} | | | | |
|-----------------------|---------------|------|------|-------|-------|------------|------|------|-------|-------|-----------|------|------|------|------|
| | Temporal 2008 | | | | | Riego 2009 | | | | | | | | | |
| | Cel | Oca | VS | VA | Tex | Teca | San | FIM | Dgo | Cal | | Gua | Cel1 | Cel2 | SLP |
| FMB08045 | 1.98 | 1.01 | 1.55 | 1.79* | 0.19 | 2.32 | 1.49 | 1.35 | 1.66 | 1.93* | 2.26 | 3.97 | 2.99 | 2.55 | 1.93 |
| FMB08039 | 1.99 | 1.2 | 1.66 | 1.4 | 1.53* | 2.11 | 1.39 | 1.41 | 2.03 | 1.73 | 1.94 | 3.83 | 2.37 | 2.78 | 1.95 |
| FMB08030 | 1.54 | 1.12 | 1.62 | 1.3 | 1.62* | 2.92* | 1.71 | 1.41 | 2.11* | 1.7 | 2.22 | 4.26 | 2.58 | 2.74 | 2.06 |
| FMB08024 | 2.0 | 1.16 | 1.64 | 1.32 | 0.7 | 1.94 | 1.71 | 1.34 | 2.27* | 1.43 | 2.57 | 4.29 | 3 | 1.89 | 1.95 |
| FMB08023 | 1.7 | 1.08 | 1.62 | 1.48 | 0.82 | 2.67 | 1.3 | 1.26 | 1.97 | 1.28 | 2.46 | 4.11 | 2.32 | 2.46 | 1.89 |
| FMB08021 | 1.53 | 1.06 | 2.09 | 1.36 | 1.0 | 2.12 | 1.71 | 1.44 | 2.19* | 1.63 | 2.2 | 4.51 | 3.1 | 1.97 | 1.99 |
| FMB08013 | 2.06 | 1.21 | 1.86 | 1.62* | 0.9 | 2.33 | 1.37 | 1.48 | 1.99 | 1.55 | 2.31 | 4.16 | 2.55 | 2.54 | 2 |
| FMB08018 | 1.82 | 1.29 | 1.73 | 1.46 | 1.05 | 2.17 | 1.65 | 1.31 | 1.83 | 1.65 | 2.37 | 3.79 | 2.57 | 2.57 | 1.95 |
| FMB08008 | 1.96 | 1.18 | 1.59 | 1.57* | 0.62 | 2.19 | 1.61 | 1.41 | 1.8 | 1.45 | 2.54 | 3.97 | 2.89 | 2.48 | 1.95 |
| FMB08007 | 1.85 | 1.16 | 1.51 | 1.41 | 0.86 | 2.31 | 1.57 | 1.55 | 2.39* | 1.63 | 2.41 | 4.01 | 2.96 | 2.48 | 2.01 |
| FMB08006 | 1.77 | 1.13 | 1.7 | 1.16 | 0.83 | 2.81* | 1.63 | 1.35 | 2.16* | 1.69 | 2.18 | 4.49 | 2.96 | 2.22 | 2.01 |
| FM-98114 | 1.59 | 1.33 | 1.7 | 1.51 | 0.9 | 2.1 | 1.6 | 1.49 | 1.45 | 1.83* | 2.63* | 4.03 | 1.92 | 2.29 | 1.88 |
| FM-98116 | 1.74 | 1.19 | 1.64 | 1.34 | 0.61 | 2.0 | 1.75 | 1.59 | 1.46 | 1.75 | 2.52 | 4.45 | 2.81 | 2.61 | 1.96 |
| FM-98073 | 1.66 | 1.23 | 1.59 | 1.08 | 1.29* | 1.88 | 1.41 | 1.38 | 1.33 | 1.8* | 1.78 | 3.87 | 1.71 | 1.89 | 1.71 |
| FM-Anita | 1.98 | 1.33 | 2.14 | 1.31 | 0.99 | 1.84 | 1.22 | 1.6 | 1.57 | 1.57 | 2.2 | 4.28 | 2.75 | 2.3 | 1.94 |
| FM-Noura | 1.31 | 1.14 | 1.77 | 1.36 | 0.43 | 2.05 | 1.69 | 1.3 | 1.65 | 1.45 | 2.3 | 4.43 | 2.95 | 2.8 | 1.9 |
| \bar{X} | 1.78 | 1.18 | 1.71 | 1.41 | 0.9 | 2.23 | 1.55 | 1.42 | 1.87 | 1.63 | 2.31 | 4.15 | 2.65 | 2.41 | 1.94 |
| DMS _(0.05) | 0.45 | 0.13 | 0.4 | 0.21 | 0.16 | 0.72 | 0.32 | 0.2 | 0.39 | 0.22 | 0.32 | 0.38 | 0.69 | 0.62 | |

Cel= Celaya; Oca= Ocampo; VS= Valle de Santiago; VA= Villa de Arriaga; Tex= Texcoco; Teca= Tecamachalco, Puebla; San= Sandovales; FIM= Francisco I. Madero; Dgo= Durango; Cal= Calera; Gua= Guasave; SLP= San Luis de la Paz; Cel 1= Celaya, fecha de siembra 17 de febrero de 2009, con cuatro riegos de auxilio; Cel 2=Celaya, fecha de siembra marzo de 2009, con dos riegos de auxilio; * = línea estadísticamente superior ($p < 0.05$) al mejor testigo del ensayo correspondiente.

Cuadro 4. Peso de 100 semillas de 16 genotipos de frijol tipo Flor de Mayo, en siete localidades de temporal y tres de riego.

| Genotipo | Localidades | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------------|------|------|------|------------|------|------|-------|-------|------|------|-----------|
| | Temporal 2008 | | | | Riego 2009 | | | | | | | \bar{X} |
| | Cel | Oca | VS | Tex | FIM | Dgo | Cal | Cel 4 | Cel 2 | SLP | | |
| FMB08045 | 35.3 | 34.4 | 29.3 | 25.6 | 30.9 | 34.4 | 33.8 | 38.9 | 29.4 | 36.8 | 32.9 | |
| FMB08039 | 31.4 | 29.8 | 28.8 | 23.8 | 26.8 | 30 | 29.8 | 34.7 | 29.1 | 34.3 | 29.9 | |
| FMB08030 | 29.4 | 28 | 28.8 | 27.2 | 25.8 | 27.9 | 29.3 | 32.8 | 30 | 33.8 | 29.3 | |
| FMB08024 | 32.6 | 27.4 | 34.6 | 27.6 | 28 | 33.8 | 30.1 | 37.1 | 35 | 36.1 | 32.2 | |
| FMB08023 | 33.6 | 30.4 | 31.4 | 26.1 | 29.5 | 32.2 | 31.3 | 37.1 | 30.9 | 35.7 | 31.8 | |
| FMB08021 | 29.9 | 29.3 | 30.8 | 27.7 | 28.4 | 30.7 | 30.4 | 37.8 | 33.6 | 33.8 | 31.2 | |
| FMB08013 | 29.7 | 27 | 28.8 | 26.2 | 26.1 | 28.6 | 27.9 | 33.6 | 29.2 | 34 | 29.1 | |
| FMB08018 | 33.6 | 31.3 | 27.4 | 27.1 | 28.7 | 33 | 31.9 | 36.3 | 30.5 | 36.7 | 31.7 | |
| FMB08008 | 34.1 | 31.7 | 31.7 | 28.7 | 29.3 | 30.1 | 30.4 | 37.7 | 32 | 28.4 | 31.4 | |
| FMB08007 | 31 | 29.3 | 32.1 | 26.3 | 26.9 | 30.7 | 29 | 34.3 | 30.2 | 32.7 | 30.3 | |
| FMB08006 | 29.7 | 30.8 | 30 | 26.9 | 28.1 | 33.1 | 34.4 | 36.6 | 31.8 | 35.8 | 31.7 | |
| FM-98114 | 28 | 25.9 | 30.7 | 28.8 | 24.1 | 26.3 | 25 | 31.4 | 28.8 | 32 | 28.1 | |
| FM-98116 | 28.2 | 26.1 | 27 | 27.5 | 23.8 | 26.4 | 25.3 | 35.1 | 30.5 | 31.1 | 28.1 | |
| FM-98073 | 27.1 | 27 | 30 | 26.2 | 23.5 | 24.8 | 25.2 | 33.3 | 28.5 | 32.7 | 27.8 | |
| FM-Anita | 27.8 | 25.7 | 28.3 | 27.1 | 23.6 | 26.4 | 25.3 | 29.8 | 33.4 | 30.7 | 27.8 | |
| FM-Noura | 28.8 | 26.6 | 31.2 | 26.6 | 24.4 | 27.1 | 24.6 | 30.6 | 30.6 | 32.5 | 28.3 | |
| \bar{X} | 30.6 | 28.8 | 30 | 26.8 | 26.7 | 29.7 | 29 | 34.8 | 30.8 | 33.6 | 30.1 | |

Cel= Celaya; Oca= Ocampo; VS= Valle de Santiago; Tex= Texcoco; FIM= Francisco I. Madero; Dgo= Durango; Cal= Calera; SLP= San Luis de la Paz; Cel 2= Celaya con dos riegos de auxilio; Cel 4= Celaya con cuatro riegos de auxilio.

En el caso de las localidades donde no se detectaron diferencias entre las líneas y el mejor testigo, en parte se debió a la magnitud del error experimental de la localidad que condujo a la obtención de valores altos en la prueba de la DMS (Cuadro 3). Lo anterior probablemente relacionado con un deficiente manejo agronómico del ensayo o a efectos diferenciales del estrés ambiental o por las enfermedades que ocurrieron durante el ciclo del cultivo, resultados similares han sido mencionados en investigación con diversas leguminosas de grano (Berger *et al.*, 2006; Sabaghnia *et al.*, 2006; Salinas *et al.*, 2008). El error experimental podría disminuirse incrementando el número de repeticiones, sobre todo bajo condiciones de temporal.

En todas las localidades hubo líneas de mayor peso de 100 semillas ($p < 0.05$) que los testigos. Cuando se analizaron sólo las localidades de temporal, las líneas FM B0030 y FMB 08039 resultaron significativamente superiores al resto de los genotipos, incluidos los testigos; en contraste, cuando se analizaron los cuatro ensayos conducidos bajo riego en forma independiente, la

variedad testigo Flor de Mayo Noura y la línea FM 98116, resultaron superiores. Esto sugiere que un alto potencial de rendimiento bajo condiciones favorables no necesariamente se relaciona con amplia adaptabilidad destaca importancia de la adaptación local. En contraste, Yadav *et al.* (2004) mencionaron que en garbanzo amplia adaptabilidad y alto rendimiento pueden obtenerse simultáneamente y ambos en parte dependen de resistencia múltiple a enfermedades y a estrés ambiental. Beebe *et al.* (2008) observaron en frijol que materiales seleccionados por resistencia a la sequía, también produjeron altos rendimientos en ambientes favorables y en suelos pobres en fósforo. En este caso, por la presión observada en las localidades de temporal por patógenos, se considera que la resistencia múltiple a enfermedades es tan importante como la resistencia a estrés abiótico.

Con respecto al peso de 100 semillas, se observó un marcado efecto de la localidad de prueba y todas las líneas codificadas en 2008, i.e. FMB 08XXX, mostraron a través de los ambientes de prueba mayor peso de semilla que los testigos y las líneas codificadas con anterioridad, i.e.

FM 98XXX. La semilla de mayor peso se obtuvo en Celaya, Guanajuato bajo riego y la de menor peso en Fco. I. Madero, Durango (Cuadro 4). En promedio de las localidades la línea FMB 08045 resultó con mayor peso de semilla mientras que el testigo Flor de Mayo Anita y la línea FM 98073 fueron las de menor peso. Esta característica, al igual que el rendimiento, fue afectada por el ambiente de producción, sobre todo en la etapa final de llenado de grano, ya que es el componente de rendimiento que se define al final del ciclo (Adams, 1967). El efecto de la interacción genotipo por ambiente fue de menor magnitud para esta característica que para el rendimiento. El peso o tamaño de la semilla se considera una característica oligogénica de mediana a alta heredabilidad (Adams, 1967).

Por otra parte, en el análisis conjunto la mayor contribución a la variación observada correspondió a la localidad (91%) y la menor al genotipo (1%) (Cuadro 5). En el análisis de ensayos bajo temporal el efecto de la localidad fue menor (72%) y se incrementó el de la interacción (25%) y en menor grado el del genotipo (3%). Lo anterior sugiere que en condiciones de temporal la adaptación específica de los genotipos de frijol puede ser importante para la obtención de alto rendimiento y debería explotarse. Asimismo, el coeficiente de variación en condiciones de temporal fue mayor que en riego, parámetro que podría disminuirse con un mayor número de repeticiones en condiciones de temporal o disminuyendo los efectos adversos de factores bióticos y abióticos que ocurren durante el ciclo del cultivo. Por ejemplo, el 'contreo' puede disminuir los efectos negativos de la sequía intermitente.

Cuadro 5. Análisis de varianza de tres series de experimentos conducidos con 16 genotipos de frijol en 14 ambientes, 10 de temporal y cuatro de riego.

| Fuente de variación | 14 localidades | | | 10 localidades de temporal | | | 4 localidades de riego | | |
|---------------------|----------------|-------|--------|----------------------------|-------|--------|------------------------|-------|--------|
| | GL | CM | F | GL | CM | F | GL | CM | F |
| Localidad | 13 | 41.39 | 0.0001 | 9 | 8.952 | 0.0001 | 3 | 47.38 | 0.0001 |
| Genotipo | 15 | 0.34 | 0.0001 | 15 | 0.219 | 0.0006 | 15 | 0.555 | 0.0001 |
| G/L | 195 | 0.245 | 0.0001 | 135 | 0.208 | 0.0001 | 45 | 0.295 | 0.0008 |
| CV (%) | 16.3 | | | 18.2 | | | 13.4 | | |

Con respecto a la fecha de siembra (Cuadro 6), un retraso de la misma en temporal disminuyó los días a la floración ($r = -0.902^{**}$) y a la madurez ($r = -0.790^{*}$), probablemente en respuesta a días más cortos conforme avanzó la estación de crecimiento, lo cual sugiere sensibilidad al fotoperíodo en los genotipos estudiados (White y Laing, 1989); asimismo, se observó un efecto negativo de retraso en la siembra sobre el rendimiento ($r = -0.504$). Esto último sugiere que los genotipos estudiados poseen un ciclo de cultivo relativamente largo para las fechas retrasadas o para aquellas áreas marginales del Altiplano donde la precipitación se regulariza durante el mes de julio. Por su relación con la plasticidad fenológica, la sensibilidad al fotoperíodo es una característica ventajosa para el frijol de temporal

(Acosta y White, 1995) y esta ampliamente difundida en el germoplasma del Altiplano mexicano (White y Laing, 1989).

En las localidades de Durango, Sandoval, Aguascalientes y Guasave, Sinaloa se registraron los menores días a la floración y madurez, mientras que el ciclo más largo se observó en Puebla, en donde se sembró primero (Cuadro 6). Por otra parte, el peso de 100 semillas mostró una gran variación a través de las localidades de prueba y una asociación positiva intermedia con el rendimiento en temporal ($r = 0.702^{*}$). El peso de la semilla, además de ser una característica comercial importante, es uno de los principales componentes del rendimiento que es definido en la fase final del cultivo (Adams, 1967).

Cuadro 6. Día de siembra y características agronómicas, promedio de 16 genotipos de frijol tipo Flor de Mayo en 16 ambientes de prueba, 2008-2009.

| Ambiente | Día del año de siembra | Días a floración | Días a madurez | P100S (g) | Rendimiento (t ha ⁻¹) |
|--------------------------|------------------------|------------------|----------------|-----------|-----------------------------------|
| Celaya T | 198 | 49 | 95 | 30.6 | 1.78 |
| Ocampo T | 193 | 54 | 105 | 28.8 | 1.18 |
| Valle de Santiago T | 199 | 50 | 98 | 30 | 1.71 |
| Villa de Arriaga T | 191 | 54 | 104 | 29.3 | 1.41 |
| Tecamachalco T | 175 | 70 | 112 | 30.2 | 2.23 |
| Texcoco T | 195 | 54 | 100 | 26.8 | 0.9 |
| Sandoval T | 194 | 47 | 95 | 27.1 | 1.42 |
| Durango T | 193 | 47 | 98 | 29.7 | 1.87 |
| Fco. I. Madero T | 198 | 46 | 95 | 26.7 | 1.42 |
| Calera T | 196 | 51 | 105 | 29 | 1.63 |
| Guasave (2) R | 296 | 43 | 102 | 30 | 2.31 |
| Celaya (4) R | 51 | 64 | 106 | 34.8 | 4.15 |
| Celaya (2) R | 57 | 62 | 105 | 30.8 | 2.65 |
| San Luis de la Paz (3) R | 83 | 58 | 105 | 33.6 | 2.41 |

T= temporal; 2R, 3R, 4R= dos, tres y cuatro riegos de auxilio, respectivamente; P100S= peso de 100 semillas.

CONCLUSIONES

Las enfermedades de mayor distribución en los ambientes de prueba fueron el tizón común y la mancha angular y en localidades específicas algunas enfermedades resultaron agresivas, tal fue el caso del tizón común en Fco. I. Madero, Durango, la mancha angular en Durango, Durango, la antracnosis en Calera, Zacatecas y el Mildeu vellosa en Celaya, Guanajuato. Esto indica que para lograr variedades de amplia adaptabilidad, además de resistencia a estreses abióticos, se necesita resistencia múltiple a enfermedades.

Diferentes genotipos ocuparon el primer lugar en rendimiento a través de las localidades de prueba, la interacción genotipo por localidad fue significativa bajo temporal y sólo en seis de catorce localidades se observaron líneas superiores al mejor testigo. Se observó una respuesta similar en el peso de 100 semillas, pero la magnitud de la interacción del genotipo por ambiente fue menor.

Diferentes líneas resultaron superiores en promedio de rendimiento en temporal y riego, lo que indica que la adaptación específica a esos ambientes justifica el desarrollo independiente de variedades para cada una de esas condiciones de producción.

RECONOCIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por el apoyo económico para la conducción de los ensayos a través del proyecto fiscal frijol. A la Fundación Guanajuato Produce (Proyecto Núm. 6056739A) y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Sistema SIHGO, Proyecto Núm. 2002020615) por el apoyo al programa de mejoramiento genético de frijol del CEBAJ, Celaya, Guanajuato para el desarrollo de las líneas experimentales evaluadas.

LITERATURA CITADA

- Acosta-Gallegos, J. A. and White, J. W. 1995. Phenological plasticity as an adaptation by common bean to rainfed environments. *Crop Sci.* 35:199-204.
- Acosta-Gallegos, J. A.; Acosta-Díaz, E.; Rosales-Serna, R.; Padilla-Ramírez, S. and Kelly, J. D. 1997. Yield response of dry bean cultivars from different races under drought stress. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 40:75-76.
- Acosta-Gallegos, J. A.; Rosales-Serna, R.; Navarrete-Maya, R. y Lopez-Salinas, E. 2000. Desarrollo de variedades mejoradas de frijol para condiciones de riego y temporal en México. *Agric. Téc. Méx.* 26:79-98.

- Acosta-Gallegos, J. A.; Padilla-Ramírez, S.; Esquivel-Esquivel, G.; López-Salinas, E.; Aguilar-Garzón, B.; Mayek-Pérez, N. and Kelly, J. D. 2004. Seed yield of diverse bean cultivars grown in three regions of Mexico. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 47:293-294.
- Adams, M. W. 1967. Basis of yield component compensation with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. *Crop Sci.* 7:505-510.
- Araya, C. M.; Steadman, J. R. and Acosta-Gallegos, J. A. 1996. Pathogenic variability of *Uromyces appendiculatus* on dry edible beans in Mexico. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 39:150-151.
- Araya, C. M. 2003. Coevolución de interacciones hospedante-patógeno en frijol común. *Fitopatol. Brasileira* 28:221-228.
- Balardin, R. S.; Jarosz, A. M. and Kelly, J. D. 1997. Virulence and molecular diversity in *Colletotrichum lindemuthianum* from south, central and north America. *Phytopathology* 87:1184-1191.
- Beebe, S. E.; Rao, I. M.; Cajiao, C. and Grajales, M. 2008. Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Sci.* 48:582-592.
- Berger, J. D.; Ali, M.; Basu, P. S.; Chaudhary, B. D.; Chaturvedi, S. K.; Deshmukh, P. S.; Dharmaraj, P. S.; Dwivedi, S. K.; Gangadhar, G. C.; Gaur, P. M.; Kumar, J.; Pannu, R. K.; Siddique, K. H. M.; Singh, D. N.; Singh, D. P.; Singh, S. J.; Turner, N. C.; Yadava, H. S. and Yadav, S. S. 2006. Genotype by environment studies demonstrate the critical role of phenology in adaptation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to high and low yielding environments of India. *Field Crop Res.* 98:230-244.
- Castellanos-Ramos, J. Z.; Guzmán-Maldonado, S. H.; Jiménez, C.; Mejía, A.; Muñoz-Ramos, J. J.; Acosta-Gallegos, J. A.; Hoyos, G.; López-Salinas, E.; González, D.; Salinas-Pérez, R. A.; González-Acuña, J.; Muñoz-Villalobos, J. A.; Fernández, P. y Cázares, B. 1997. Hábitos preferenciales de los consumidores de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en México. *E Arch. Latinoamer. Nutr.* 47:163-168.
- Castellanos-Ramos, J. Z.; Guzmán-Maldonado, S. H.; Muñoz-Ramos, J. J. y Acosta-Gallegos, J. A. 2003a. Flor de Mayo Anita, nueva variedad de frijol para la región Central de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 26:209-211.
- Castellanos-Ramos, J. Z.; Guzmán-Maldonado, S. H.; Acosta-Gallegos, J. A. and Kelly, J. D. 2003b. Registration of Flor de Junio Marcela bean cultivar. *Crop Sci.* 43:1121-1122.
- Coyne, D. P. and Schuster, M. L. 1983. Genetics and breeding for resistance to bacterial pathogens in vegetable crops. *Hort. Sci.* 18:30-36.
- Flores-Estévez, N.; Acosta-Gallegos, J. A. and Silva-Rosales, L. 2003. Bean common mosaic virus and Bean common mosaic necrosis virus in Mexico. *Plant Dis.* 87:21-25.
- Navarrete-Maya, R.; Acosta-Gallegos, J. A.; Ibarra-Pérez, F. J.; Cuéllar-Robles, E. I. y Rosales-Serna, R. 2008. Bacteriosis común del frijol inducida por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en el Altiplano Mexicano. Campo Experimental Bajío, INIFAP. Celaya, Guanajuato. México. Folleto científico. 36 p.
- Rodríguez-Guerra, R.; Acosta-Gallegos, J. A.; González-Chavira, M. M. y Simpson, J. 2006. Patotipos de *Colletotrichum lindemuthianum* y su implicación en la generación de cultivares resistentes de frijol. *Agric. Téc. Méx.* 32:99-112.
- Rosales-Serna, R.; Acosta-Gallegos, J. A.; Muruaga-Martínez, J. S.; Hernández-Casillas, J. M.; Esquivel-Esquivel, G. y Pérez-Herrera, P. 2004. Variedades mejoradas de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Dirección Agrícola, INIFAP-CIRNE-CEVAMEX. Libro técnico. Núm. 6. 147 p.
- Sabaghnia, N., Deghghani, H. and Hossain, S. S. 2006. Nonparametric methods for interpreting genotype x environment interaction of lentil genotypes. *Crop Sci.* 46:1100-1106.
- Salinas-Pérez, R. A.; Acosta-Gallegos, J. A.; López-Salinas, E.; Torres-Estrada, C. A.; Ibarra-Pérez, F. J. y Félix-Gastelum, R. 2008. Rendimiento y características morfológicas relacionadas con tipo de planta erecta en frijol para riego. *Rev. Fitotec. Mex.*
- Statistical Analysis Systems Institute (SAS Institute). 1999. The SAS system for windows. SAS Institute Inc. Cary, NC 27513, USA.
- Singh, S. P. 1982. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 25:92-95.
- Singh, S. P.; Gepts, P. and Debouck, D. G. 1991. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Econ. Bot.* 45:379-396.

- Teran, H. and Singh, S. P. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought tolerance in common bean. *Crop Sci.* 42:64-70.
- Yadav, S. S.; Kumar, J.; Turner, N. C.; Berger, J.; Redden, R.; McNeil, D.; Materne, M.; Knights, E. J. and Bahl, P. N. 2004. Breeding for improved productivity, multiple resistance and wide adaptation in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant Gen. Res. Character. & Util.* 2:181-187.
- Wallace, D. H.; Yourstone, K. S.; Masaya, P. N. and Zobel, R. W. 1993. Photoperiod gene control over partitioning between reproductive and vegetative growth. *Theor. Appl. Genet.* 86:6-16.
- White, W. J. and Laing, D. R. 1989. Photoperiod response of flowering in diverse genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Field Crops Res.* 22:113-128.