

Relación entre la reacción al tizón común y el rendimiento y peso de la semilla de frijol en riego y temporal*

The relationship between the reaction to common blight and the yield and seed weight of irrigated and rainfed beans

Jorge A. Acosta-Gallegos^{1§}, Francisco J. Ibarra-Pérez, Rosa Navarrete-Maya², Bertha M. Sánchez-García, Yanet Jiménez Hernández y Francisco M. Mendoza Hernández

¹Campo Experimental Bajío- INIFAP, km 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende, Guanajuato, C. P. 38110 México. ²Unidad de Investigación en Granos y Semillas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Carretera Cuautitlán-Teoloyucan, km 2.5. Cuautitlán Izcalli, Estado de México, C. P. 54700. (Ibarra.francisco@inifap.gob.mx, rosa_navarrete@hotmail.com, bmsgma@yahoo.com.mx, yajihher_1013@yahoo.com.mx, fmmh25@yahoo.com.mx). [§]Autor para correspondencia: acosta.jorge@inifap.gob.mx.

Resumen

En la región centro de México diversas enfermedades dañan el cultivo del frijol, sobre todo bajo condiciones de temporal. El objetivo fue identificar genotipos de frijol tolerantes al tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*), determinar la asociación entre la reacción a esa enfermedad y el rendimiento y peso de la semilla en 36 genotipos establecidos bajo condiciones de riego y temporal. De 2004 a 2006, se estableció en Celaya, Guanajuato, en cinco ocasiones, un ensayo con 36 genotipos de diferente procedencia y tipo de grano, dos se condujeron bajo condiciones de riego en siembras de febrero y tres bajo temporal en siembras de julio. Se determinó la reacción de los genotipos a la incidencia de tizón común, el rendimiento y peso de 100 semillas. En general, en ambos sistemas de siembra la incidencia de tizón común se observó al inicio de la etapa reproductiva acentuándose, con diferencias entre genotipos ($p < 0.05$), hacia el llenado de grano; la incidencia fue mayor en temporal que en riego. Todos los genotipos mostraron, en diferente grado, síntomas de la enfermedad en hojas y pocos en las vainas. No se observaron genotipos inmunes, los de menor incidencia de la enfermedad a través de los ensayos fueron: Afñ, FEB 190, A 321 (reacción 2.3), Flor de Mayo Anita, PT 98001 (2.6), Alteño 2000, A 339,

Abstract

Various diseases damage the bean crops in the central region of Mexico, especially those under rainfed conditions. The aim of this study was to identify bean genotypes tolerant to common blight (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*), and to determine the association between the reaction to this disease and yield and seed weight in 36 genotypes established under irrigation and rainfed conditions. From 2004 to 2006, an assay was established five times in Celaya, Guanajuato, with 36 genotypes of different origin and type of grain; two were conducted under irrigated conditions in February sowings, and three under rainfed conditions in July sowings. We determined the reaction of the genotypes to common blight incidence, their yield and the weight of 100 seeds of them. Overall, common blight incidence was observed in both planting systems at the beginning of the reproductive stage, intensifying, with differences between genotypes ($p < 0.05$), towards grain filling; the incidence was higher under rainfed irrigation. All genotypes showed, in varying degrees, disease symptoms on the leaves, and a few of them on the pods. No immune genotypes were observed; the ones with the lowest incidence of the disease, as shown in the assays, were: Afñ, FEB 190, A 321 (reaction 2.3), Flor de Mayo Anita, PT 98001 (2.6), Alteño 2000, A

* Recibido: abril de 2012
Aceptado: diciembre de 2013

EMP507 y Flor de Mayo M38 (2.7). No hubo relación entre la incidencia de la enfermedad y el rendimiento y si entre su incidencia y el peso de 100 semillas; esto debido a la susceptibilidad de genotipos de los tipos pinto y bayo con semilla de tamaño intermedio a grande de raza Durango.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, resistencia.

Introducción

El tizón común del frijol (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, *Xcp*) es una enfermedad de amplia distribución en el Altiplano de México. Lo anterior obedece a diversas causas, entre ellas el monocultivo, el continuo intercambio y el re-uso del grano como semilla, que incrementa la dispersión y acumulación de la fuente de inóculo año con año (Navarrete *et al.*, 2008). Además, la reacción diferencial y el control genético de la resistencia a este patógeno entre órganos de la planta, como son hojas, frutos y semillas, hacen que el problema del tizón común sea complejo (Silva *et al.*, 1989; Mutlu *et al.*, 2008).

Se ha considerado que la resistencia que existe es de tipo cuantitativo, con efectos aditivos mayores, heredabilidad de baja a moderada y segregación transgresiva (Singh y Muñoz, 1999; Singh y Schwartz, 2010; Zapata *et al.*, 2011) y que diferentes genes controlan la reacción en los órganos mencionados (Arnaud-Santana *et al.*, 1994; Coyne *et al.*, 2003; Asensio *et al.*, 2006). En investigación previa se determinó que variedades clasificadas como susceptibles a tizón común con base en su reacción en el follaje bajo condiciones de campo, como son Flor de Mayo Sol, Negro 8025 y Flor de Mayo Bajío, produjeron semilla libre de esta bacteria y se concluyó que en estas variedades, la infección del follaje es independiente de la transmisión de la enfermedad a la semilla (Navarrete *et al.*, 2008). Aggour *et al.* (1989) indicaron que los genotipos susceptibles acumulan grandes poblaciones de bacteria en las hojas y que se mueven más rápido a través de tejidos vasculares que en variedades resistentes.

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), y del virus del mosaico común y necrótico (Flores-Estévez *et al.*, 2003), situación que dificulta el desarrollo de variedades resistentes. Por lo

339, EMP507 and Flor de Mayo M38 (2.7). There was no relationship between the incidence of the disease and yield, but there was a relationship between the disease incidence and the weight of 100 seeds; this due to the susceptibility of the "pinto" and "bayo" genotypes with medium to large size seeds of the Durango race.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, disease resistance.

Introduction

Bean common blight (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, *Xcp*) is a widespread disease in the Mexican Plateau. This is due to several causes, including monoculture, the continuous exchange and re-use of grain as seed, which increases the dispersion and accumulation of the inoculum source from year to year (Navarrete *et al.*, 2008). Furthermore, the differential reaction and the genetic control of the resistance to this pathogen among plant organs such as leaves, fruits and seeds, complicate the problem of dealing with the common blight (Silva *et al.*, 1989; Mutlu *et al.*, 2008).

The existing resistance of the plant has been considered as being of the quantitative type, with high additive effects, low to moderate heritability, and transgressive segregation (Singh and Munoz, 1999; Singh and Schwartz, 2010; Zapata *et al.*, 2011); it has been proposed that different genes control the reaction of each of the mentioned organs (Arnaud-Santana *et al.* 1994; Coyne *et al.* 2003; Asensio *et al.*, 2006). Previous studies found that varieties classified as susceptible to common blight based on the reaction of their foliage under field conditions, such as Flor de Mayo Sol, Negro 8025 and Flor de Mayo Bajío, produced seeds free from this bacteria; it was therefore concluded that in these varieties, foliage infection is independent of the transmission of the disease to the seed (Navarrete *et al.*, 2008). Aggour *et al.* (1989) indicated that susceptible genotypes accumulate large populations of bacteria in the leaves, and that the bacteria move faster through the vascular tissues of susceptible genotypes than of resistant varieties.

In Mexico, considered as the center of origin and diversity of beans, the pathogens that cause bean diseases show a large pathogenic diversity, as in the case of anthracnose (Balardin *et al.*, 1997), rust (Araya *et al.*, 1996), common blight (Navarrete *et al.*, 2008), and the common and the necrotic

anterior, es común observar que variedades con resistencia en una región, sean susceptibles en otra. Es probable que el gran uso de grano de frijol como semilla, en siembras bajo condiciones de temporal, haya contribuido a la dispersión y variación de los patógenos que se transmiten a través de la semilla, como los causantes de las enfermedades arriba mencionadas. Por lo anterior, los objetivos fueron determinar, en condiciones de riego y temporal en Celaya, Guanajuato, México, la reacción de 36 genotipos de frijol a la incidencia natural de tizón común (*Xcp*) en campo, el rendimiento y el peso de 100 semillas, así como la relación entre la incidencia de la enfermedad con el rendimiento, y el peso de la semillas.

Materiales y métodos

Localidad de prueba

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) localizado en el Municipio de Celaya, Guanajuato, a 20°52.8' latitud norte, 100°82.8 longitud oeste y a 1 775 msnm. El suelo del sitio experimental es arcilloso clasificado como Vertisol pélico (Soil Survey Staff, 1998). El clima del sitio es subtropical con temperatura media anual de 16°C. En esta región se cultiva el frijol en dos temporadas al año, una en la época seca en siembras de Febrero bajo condiciones de riego y otra bajo temporal con siembras en julio.

Germoplasma utilizado

El estudio incluyó 36 genotipos de frijol de diversos orígenes (Cuadro 1), la mayoría de ellos de las razas Mesoamericana, Jalisco y Durango (Singh *et al.*, 1991). Entre el material genético evaluado se incluyeron genotipos susceptibles y tolerantes al tizón común, de acuerdo a la reacción previa de los mismos en el campo, determinada en otros ensayos.

Conducción del ensayo

Las siembras fueron en dos épocas, una a fines de Febrero en condiciones de riego (2005 y 2006) y la otra en Julio bajo condiciones de temporal (2004, 2005 y 2006). En ambas condiciones de humedad, la siembra se efectuó en suelo húmedo, en riego después de un riego de presembrado y en temporal después del establecimiento de las lluvias. El terreno se preparó de manera convencional mediante un barbecho y un paso de rastra. Se utilizó un diseño de látice triple 6 x 6

mosaic viruses (Flores-Estévez *et al.*, 2003), a situation which hinders the development of resistant varieties. Thus, it is common to observe that varieties that show resistance in one region are susceptible in another region. It is likely that the extensive use of bean grain as seed in crops under rainfed conditions has contributed to the spread and variation of pathogens that are transmitted through the seed, such as the ones mentioned above. Thereby, the objectives of this research were to determine, under irrigation and rainfed conditions in Celaya, Guanajuato, Mexico, the reaction of 36 bean genotypes to the natural incidence of common blight (*Xcp*) in the field, the yield and weight of 100 seeds, and the relationship between the incidence of the disease and yield and seed weight.

Materials and methods

Test location

The study was conducted in the Bajío Experimental Field (CEBAJ) of the National Institute for Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP), located in the municipality of Celaya, Guanajuato, at 20° 52.8' N, 100° 82.8' W and 1 775 masl. The soil of the experimental site is clayey, classified as a pelic Vertisol (Soil Survey Staff, 1998). The site climate is subtropical with an average annual temperature of 16 °C. Beans are grown in this region in two seasons per year, one the dry season of February sowings under irrigated conditions, and another the July sowings under rainfed conditions.

Germplasm used

The study included 36 bean genotypes from different origins (Table 1), most of them of the Mesoamerican, Jalisco and Durango races (Singh *et al.*, 1991). Among the genetic material evaluated we included tolerant and susceptible genotypes to common blight, according to the previous reaction of them in the field, as determined in other assays.

Assay handling

The plantings were done in two seasons, one in late February under irrigated conditions (2005 and 2006) and the other in July under rainfed conditions (2004, 2005 and 2006). In both moisture conditions, planting was done in moist

y la parcela experimental fue de un surco de seis metros de longitud con separación de 0.76 m. En todos los casos se fertilizó al momento de la siembra con la dosis 50-60-00 de $N_2-P_2O_5-K_2O_5$, se dieron dos cultivos mecánicos para controlar la maleza y levantar el surco; además, un deshierbe manual para eliminar maleza en el hilo de siembra. En riego se dio uno de presiembra y tres de auxilio a los 35, 60 y 80 días después de la siembra (dds). Durante el ciclo en todos los ensayos se realizaron dos aplicaciones de insecticida comercial para controlar la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y la chicharrita (*Empoasca kraemeri*) (Cuadro 1).

soil; under irrigation conditions after a preplant irrigation, and under rainfed conditions after the establishment of the rains. The land was prepared conventionally by a fallow and a harrow pass. We used a 6 x 6 triple lattice design, and the experimental plot had a furrow of six meters in length with spacing of 0.76 m. In all cases, fertilization was done at the time of seeding with a dose of 50-60-00 of $N_2-P_2O_5-K_2O_5$; two mechanical cultivations were carried out for controlling the weeds and raising the furrow; a manual weeding was also done to eliminate weeds from the planting thread. A mechanical cultivation was done under irrigation

Cuadro 1. Germoplasma de frijol incluido en el presente estudio.

Table 1. Bean germplasm included in the present study.

Genotipo	Raza ¹	Genotipo	Raza
BY 94220	Durango	Bayo Andrade	Jalisco
BY 98060	Durango	Pinto Saltillo	Durango
PT 98001	Durango	Pinto Bayacora	Durango
Pinto PS99	Durango	Pinto Dgo.	Durango
Afn (ejotero)	Nueva Granada	Pinto Mestizo	Durango
A-285	Mesoamericana	97-RS-101	Durango
A-339	Mesoamericana	97-RS-110	Durango
A-250	Mesoamericana	A-774	Mesoamericana
A-321	Mesoamericana	SEA-5	Durango
EMP-507	Mesoamericana	G21212	Perú
FEB-190	Mesoamericana	TU	Mesoamericana
MAM-49	Durango	Carioca	Mesoamericana
Az. Namiquipa	Durango	Flor de Mayo sol	Jalisco
Montcalm	Nueva Granada	Flor de Mayo Bajío	Jalisco
Negro Sahuatoba	Mesoamericana	Black Jack	Mesoamericana
Flor de Mayo M38	Jalisco	Negro Durango	Durango
Flor de Mayo Anita	Jalisco	Negro 8025	Mesoamericana
Alteño 2000	Jalisco	Negro Vizcaya	Jalisco

¹De acuerdo con Singh *et al.* (1991).

Características determinadas

A la cosecha se determinó el rendimiento en $g\ m^{-2}$ y se expresa en $kg\ ha^{-1}$ y el peso de 100 semillas en g. Para determinar la reacción de los genotipos al tizón común y a otras enfermedades, se utilizó una escala visual de 1 (sin síntomas) a 9 (máxima severidad o planta muerta) (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987). En ésta escala se consideró al mismo tiempo la incidencia y severidad de la enfermedad en el surco completo; la calificación incluye ambas características. En 2004 la incidencia del tizón común se determinó en cinco ocasiones durante la etapa reproductiva, mientras que en el resto de los experimentos se determinó en dos o tres

before planting and three for relief 35, 60 and 80 days after planting (dds). During the cycle, we carried two commercial insecticide applications in all assays to control the whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the leafhopper (*Empoasca kraemeri*) (Table 1).

Determined characteristics

Harvest yield was determined in $g\ m^{-2}$ and is expressed in $kg\ ha^{-1}$ and the weight of 100 seeds. To determine the reaction of the genotypes to the common blight and other diseases, we used a visual scale from 1 (no symptoms) to 9 (maximum severity or dead plant) (Schoonhoven and Pastor-

ocasiones a partir de la etapa reproductiva. En este caso se calculó el promedio de las diferentes lecturas tomadas y esa información se utilizó en los análisis estadísticos realizados.

Los parámetros climáticos diarios se tomaron de la estación meteorológica situada dentro del Campo Experimental, y se consideró principalmente la información de precipitación, humedad relativa y las temperaturas máximas y mínimas durante el año (Figura 1).

Corrales, 1987). This scale considered the incidence and severity of the disease at the same time in the entire furrow; the score includes both characteristics. In 2004, common blight incidence was determined five times during the reproductive stage, while in the rest of the experiments it was determined in two or three occasions from the reproductive stage onwards. In this case we calculated the average of the different readings taken, and this information was used in the statistical analyzes.

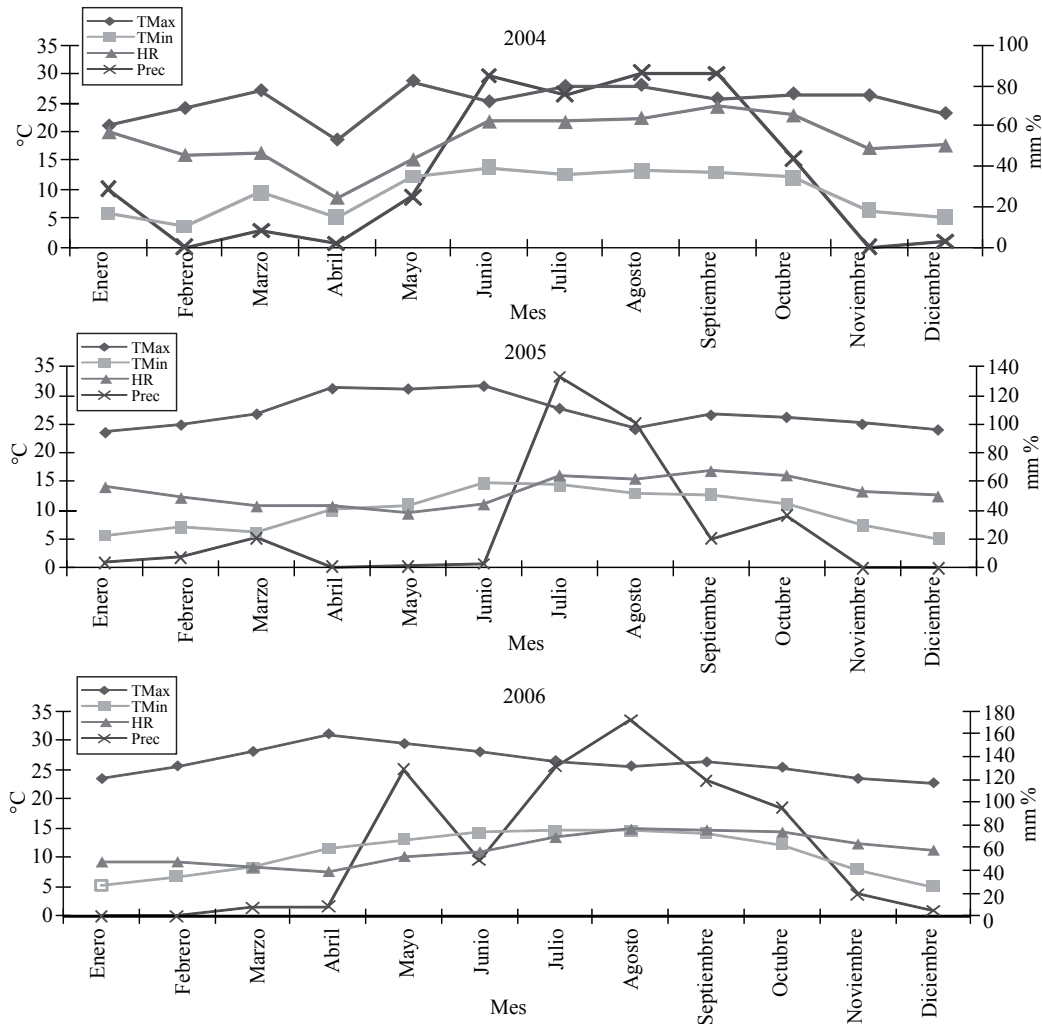


Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas (°C), precipitación (mm) y humedad relativa (%) mensual de 2004 a 2006 en el CEBAJ-INIFAP, Celaya, Guanajuato. La precipitación total en 2004, 2005 y 2006 fue de 443.6, 327.4 y 733.6 mm, respectivamente.
Figure 1. Monthly maximum and minimum temperatures (C°), precipitation (mm) and relative humidity (%) from 2004 to 2006 in the CEBAJ-INIFAP, Celaya, Guanajuato. Total precipitation in 2004, 2005 and 2006 was 443.6, 327.4 and 733.6 mm, respectively.

Análisis de datos

Todos los datos determinados se analizaron siguiendo el diseño experimental utilizado por ensayo individual (látice triple 6 X 6), para ello se utilizó el paquete Statistical

Daily climate parameters were taken from the weather station located within the Experimental Field; we considered mainly the information on precipitation, relative humidity and maximum and minimum temperatures during the year (Figure 1).

Analysis System v. 8.0 (SAS, 1999). Para analizar la reacción de los genotipos de frijol a la enfermedad, los datos se transformaron dividiendo cada valor entre dos y sacándole raíz cuadrada. La información presentada en los cuadros corresponde a los datos originales. También se calcularon correlaciones simples entre la incidencia de la enfermedad (datos originales) y el rendimiento y el peso de 100 semillas.

Resultados y discusión

Durante el 2004 en condiciones de temporal, la ocurrencia de tizón común se inició en la etapa de floración y se incrementó conforme avanzó la etapa reproductiva hasta alcanzar valores de 4.6 en Pinto Bayacora, 4.5 en Flor de Mayo Bajío y 4.1 en A 285 (Cuadro 2), que presentaron esos valores entre los 25 a 30 días después de iniciada la floración, es decir, en la etapa de inicio de llenado de grano (R_8), resultados similares a los obtenidos por Prudencio *et al.* (2008) en el Valle de México. Los genotipos Tu, Alteño 2000, A 339, Azufrado Namiquipa, Afñ y PT98001 resultaron tolerantes (reacción < 3); sin embargo, su grano es de bajo valor comercial, su uso sería como progenitores para el mejoramiento de la resistencia a *Xcp*. Los genotipos con tolerancia al tizón común y grano de valor comercial fueron Flor de Mayo Anita (3.2) y Flor de Mayo M38 (3.3), así como la línea BY98060 (3.6) (Cuadro 2).

En el Cuadro 2 se observa la reacción de los genotipos en los cinco ensayos conducidos. Con excepción de la reacción de 2005, la incidencia fue mayor en condiciones de temporal que bajo riego. Esto sugiere que las condiciones climáticas de la localidad de prueba (Figura 1), son conducentes al ataque de la enfermedad durante el ciclo de temporal en mayor grado que en el de riego. La incidencia bajo temporal, además de estar relacionada con una mayor humedad ambiental, también resulta de mayor dispersión por el salpique ocasionado por las lluvias y es común observar epifitias de *Xcp*. después de una granizada, aún leve, ya que la bacteria penetra por las heridas provocadas por los golpes del hielo en el follaje y vainas.

En 2005 la precipitación fue menor que en 2004 y 2006. En 2006 ésta fue superior al promedio histórico y se inicio desde el mes de mayo. La humedad ambiental por lo general se incrementa con las lluvias, así, en 2005 esta fue baja y alta en 2006. En 2004, entre los genotipos susceptibles se observaron algunos que mostraron síntomas de la enfermedad desde antes de iniciar la floración (Pinto Bayacora) y otros hasta iniciar la etapa de llenado de grano (Pinto Mestizo). Esta última

Data analysis

All data were analyzed following an experimental design by individual assays (6 x 6 triple lattice) using the Statistical Analysis System software, v.8.0 (SAS, 1999). To analyze the reaction of the bean genotypes to the disease, the data were transformed by dividing each value by two and obtaining the square root of the result. The information presented in the tables corresponds to the original data. We also calculated simple correlations between disease incidence (original data), yield and the weight of 100 seeds.

Results and discussion

During 2004, under rainfed conditions, common blight began appeared during the flowering stage and increased as the reproductive stage progressed until reaching values of 4.6 in Pinto Bayacora, 4.5 in Flor de Mayo Bajío and 4.1 in A 285 (Table 2), which presented these values between 25 to 30 days after the initiation of flowering, i.e., at the beginning of the of the grain filling stage (R_8); these were similar to those obtained by Prudencio *et al.* (2008) in the Valley of Mexico. The genotypes Tu, Alteño 2000, A 339, Azufrado Namiquipa, Afñ and PT98001 resulted tolerant (reaction < 3); however, their grain is of low commercial value, so they would be used as parents to improve resistance to *Xcp*. The genotypes with tolerance to common blight and grains with commercial value were Flor de Mayo Anita (3.2) and Flor de Mayo M38 (3.3), as well as the BY 98060 line (3.6) (Table 2).

Table 2 shows the reaction of the genotypes in the five assays conducted. Except for the reaction in 2005, the incidence was higher in rainfed conditions than under irrigation. This suggests that the climatic conditions of the test location (Figure 1) were conducive to attacks by this disease during the rainfed cycle in a greater degree than during the irrigation cycle. The incidence of the disease under rainfed conditions, besides being associated with a higher ambient humidity, is also more dispersed due to the splashing caused by rain; it is common to observe *Xcp* epiphytotics after a hailstorm, even a slight one, as the bacteria penetrates the injuries caused by the ice blows on foliage and pods.

The precipitation was lower in 2005 than in 2004 and 2006. In 2006 it was above the historical average, even when it started falling in May. Ambient humidity usually increases

reacción pudiera indicar una relación con el estado nutrimental de las hojas, ya que en la etapa de llenado de grano ocurre la removilización de asimilados de las hojas hacia los frutos, con lo que se debilitan las hojas y genotipos tolerantes en las primeras lecturas se tornan intermedios o susceptibles. En 2004 la precipitación no fue abundante pero ocurrió hasta mediados de octubre lo que mantuvo la humedad relativa por encima de 60% durante todo el ciclo y las temperaturas mostraron una leve tendencia a disminuir hacia el final de éste (Figura 1).

with the rains; thus, in 2005 it was low, and high in 2006. In 2004, among the susceptible genotypes there were some that showed symptoms of the disease before the start of flowering (Pinto Bayacora) and others until the start of the grain filling stage (Pinto Mestizo). The latter reaction may indicate a relationship with the nutritional status of the leaves, as the remobilization of assimilates from the leaves to the fruits occurs in the grain filling stage, weakening the leaves; with this, the tolerant genotypes become intermediate

Cuadro 2. Reacción promedio al ataque del tizón común en 36 genotipos de frijol establecidos en el CEBAJ, Celaya, Guanajuato de 2004 a 2006 bajo condiciones de riego y temporal.

Table 2. Average reaction to common blight attack in 36 bean genotypes established in the CEBAJ, Celaya, Guanajuato, from 2004 to 2006 under irrigated and rainfed conditions.

Genotipo	Reacción al tizón común					Prom.
	2004T ¹	2005R	2005T	2006R	2006T	
Pinto Bayacora	4.6 ²	5.0	3.6	4.1	5.0	4.4
Negro 8025	4.0	3.3	4.0	3.2	5.0	3.9
Bayo Andrade	3.5	2.3	2.0	2.7	4.6	3.0
Flor de Mayo Bajío	4.5	2.8	3.0	5.0	5.6	4.2
Flor de Mayo Sol	3.4	2.2	2.6	2.7	5.2	3.2
Pinto Saltillo	4.1	3.3	3.0	3.3	4.3	3.6
Pinto Mestizo	3.9	3.7	2.3	3.8	4.0	3.5
A 774	3.5	2.0	1.8	2.9	3.6	2.8
SEA 5	3.2	2.1	2.0	3.1	4.3	3.0
G 21212	4.0	3.3	3.6	4.2	5.3	4.1
TU	3.0	2.0	1.6	3.4	4.9	3.0
97 RS 110	4.3	3.1	3.0	3.8	5.6	3.9
97 RS 101	4.2	3.2	2.5	3.9	5.6	3.9
Negro Dgo.	3.4	1.8	2.5	2.9	4.6	3.0
Black Jack	3.4	2.0	2.0	3.0	5.1	3.1
Carioca	3.1	2.5	1.8	2.8	4.7	3.0
Alteño 2000	2.8	2.2	1.6	2.9	4.1	2.7
Az. Namiquipa	2.5	2.1	2.1	3.7	4.0	2.9
EMP 507	3.5	1.3	1.8	2.3	4.6	2.7
A 321	3.0	1.0	1.8	2.1	3.5	2.3
FEB 190	3.1	1.5	1.8	1.8	3.1	2.3
MAM 49	3.4	1.8	2.1	3.1	4.4	3.0
Negro Sahuatoba	3.3	2.1	2.0	2.9	4.9	3.0
Flor de Mayo Anita	3.2	1.5	1.5	2.1	4.6	2.6
Flor de Mayo M38	3.3	1.9	1.5	2.6	4.3	2.7
A 250	4.4	1.7	3.0	2.8	4.6	3.3
PS 99	3.7	2.3	2.0	2.5	3.9	2.9
A 339	2.8	2.0	1.6	2.6	4.5	2.7
A 285	4.1	2.0	2.8	2.8	4.6	3.3
Montcalm	3.4	4.0	2.0	3.6	5.1	3.6
BY 94220	3.7	2.3	4.0	2.7	4.7	3.5
BY 98060	3.6	1.8	2.0	2.5	4.2	2.8
PT 98001	3.0	1.6	1.8	2.6	4.0	2.6
Afn	2.3	1.7	1.6	1.8	4.1	2.3
Negro Vizcaya	3.8	1.7	2.0	3.0	4.1	2.9
Pinto Dgo.	4.3	3.3	2.3	3.9	5.6	3.9
Promedio	3.5	2.3	2.3	3.0	4.5	3.1
DMS 0.05	4.6	5.0	3.6	4.1	5.0	4.4

¹T= temporal; R= riego; 2- escala de 1 a 9. Donde 1= plantas sin síntomas a 9= máxima severidad (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987).

Los genotipos Bayo Andrade, Afn, Montcalm, Pinto Bayacora y Pinto Durango, mostraron síntomas de la enfermedad en las vainas, lo que ocurrió a los 35 días después de la etapa de floración. La reacción en las vainas no necesariamente sugiere un alto nivel de contaminación de la semilla, ya que la bacteria puede moverse en forma sistémica dentro de la planta (Weller y Saettler, 1980; Zaumeyer, 1930). Genotipos sin síntomas aparentes en hojas y vainas pueden producir semillas contaminadas y viceversa (Navarrete *et al.*, 2008). En este grupo de genotipos, Montcalm de raza Nueva Granada, del acervo andino (Singh *et al.*, 1991) se considera como fuente de resistencia al tizón de halo, causado por la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*; los demás genotipos pertenecen al acervo Mesoamericano, y Pinto Bayacora y Pinto Durango son líneas hermanas de la raza Durango.

En general, se determinó una leve asociación negativa de la reacción al tizón común a través del periodo reproductivo con el rendimiento (Cuadro 3). A diferencia de lo que señalan Lema-Marquez *et al.* (2007) de que el tizón común afecta plantas en cualquier etapa de desarrollo y causa pérdidas de 20 al 60%, la asociación entre el tizón común y la pérdida del rendimiento pudiera ser mayor en variedades susceptibles con incidencia temprana y con semilla ya contaminada. Darrase *et al.* (2007) indicaron que semillas contaminadas externa o internamente pueden constituir la fuente de inóculo primaria del tizón común, aún si provienen de plantas asintomáticas. En esta investigación se consideró que la semilla utilizada estaba libre de enfermedades al ser producida en condiciones óptimas de riego y con control de patógenos.

or susceptible in the first readings. Rainfall was not abundant in 2004 but it did not occur until mid- October, which kept the relative humidity above 60% throughout the cycle and the temperatures showed a slight tendency to decrease towards the end of it (Figure 1).

The genotypes Bayo Andrade, Afn, Montcalm, Pinto Bayacora and Pinto Durango showed symptoms of the disease in the pods, which occurred 35 days after the flowering stage. The reaction in the pods does not necessarily suggest a high level of contamination of the seed, since bacteria can move systemically within the plant (Weller and Saettler, 1980; Zaumeyer, 1930). Genotypes with no apparent symptoms in leaves and pods can produce contaminated seeds and vice versa (Navarrete *et al.*, 2008). In this group of genotypes, Montcalm, of the Nueva Granada race, from the Andean gene pool (Singh *et al.*, 1991) is considered as a source of resistance to halo blight, caused by the bacterium *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*; the other genotypes belong to the Mesoamerican gene pool, and the Pinto Bayacora and Pinto Durango are sister lines of the Durango race.

In general, a slight negative association was found between the reaction to common blight throughout the reproductive period, and yield (Table 3). Unlike what Lema-Márquez *et al.* (2007) point out regarding how the common blight affects plants at any stage of development and causes losses of 20 to 60%, the association between common blight and yield loss could be higher in susceptible varieties with early incidence and already contaminated seed. Darrase *et al.* (2007)

Cuadro 3. Rendimiento promedio de 36 variedades de frijol producidas bajo condiciones de riego o temporal de 2004 a 2006, reacción al tizón común, correlación entre el rendimiento y la reacción a la enfermedad. Celaya, Guanajuato.
Table 3. Average yield of 36 bean varieties grown under irrigated or rainfed conditions from 2004 to 2006; reaction to common blight, correlation between yield and reaction to disease. Celaya, Guanajuato.

Año/condición	kg ha ⁻¹	TC ¹	r1 ¹	P100S -g-	r2 ¹
2004 temporal	2 064	5.2	-0.15	28	0.33*
2005 riego	2 410	2.6	-0.15	30	0.38*
2005 temporal	2 774	6.9	-0.18	27	0.18
2006 riego	3 720	3.9	0.01	30	0.36*
2006 temporal	2 770	6.5	0.02	31	0.23

¹TC= reacción a tizón común; r1 y r2 correlación entre la reacción del TC con el rendimiento y P100S (peso de 100 Semillas), respectivamente. *Significativo $p < 0.05$.

En 2005, en riego, hubo menor incidencia de *Xcp* que en 2004 bajo temporal (Cuadro 2). Los primeros genotipos en mostrar tizón común fueron los de grano tipo Pinto de la región semiárida: Bayacora, Mestizo y Zapata (raza Durango), Montcalm (Nueva Granada) y la accesión G 21212 (Perú) de grano negro (Cuadro 2). Mientras que los genotipos

indicated that seeds contaminated externally or internally may be the source of the primary inoculum of common blight, even if they come from asymptomatic plants. This research found that the seed used was free of diseases to be when produced in optimum irrigation conditions and control of pathogens.

con menor incidencia fueron: A 321, EMP 507, PT 98001, FEB 190, A 250, Afn, Negro Vizcaya, BY98060, MAM49, Flor de Mayo Anita y Negro Durango. Éstos resultados sugieren que la susceptibilidad de los diferentes genotipos es independiente del origen y la raza. Mkandawire *et al.* (2004), señalaron que aislamientos de *Xcp* del este de África fueron más patogénicos en variedades del acervo Andino y menos en las del acervo Mesoamericano; mientras que aislamientos de América fueron igual de patogénicos para ambos acervos. Por lo anterior, estos autores sugieren la especialización o coevolución entre el cultivo y el patógeno. En este estudio, la enfermedad atacó en menor o mayor grado a todos genotipos independientemente de su origen y adscripción racial.

En promedio de los 36 genotipos, la incidencia de tizón común observada en riego en 2005 y 2006 fue menor que la observada bajo temporal en la misma localidad en el 2004, 2005 y 2006. Tomando en cuenta lo anterior, se considera que las condiciones de riego, que corresponden con la época seca del año y con las temperaturas más altas en la etapa reproductiva (Figura 1), son más favorables para la producción de semilla de frijol libre de enfermedades que las condiciones climáticas de temporal (González *et al.*, 2008). Lo anterior debido a que las condiciones en la época de riego, ambiente seco y caliente, no son conducentes a la ocurrencia de enfermedades foliares como lo son las de la época lluviosa. En las siembras de riego en los meses de abril y mayo la temperatura media por lo general es significativamente más alta y la humedad relativa menor que la que ocurre durante la época lluviosa (Figura 1).

El promedio de tizón común en las siembras de temporal del ciclo 2006 fue de 4.5; es decir, los genotipos fueron intermedios (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987); mientras que en los ciclos de riego 2005 y 2006 los genotipos fueron resistentes (reacción <3). Sin embargo, en ambas épocas de siembra otros patógenos, como los hongos causantes de las pudriciones de raíz: *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseolina* y *Sclerotium rolfsii*, provocan daños al cultivo y también pueden ser transmitidos por semilla (Abawi y Pastor-Corrales, 1990; Hall, 1991). En general, la incidencia y severidad de las enfermedades es mayor en temporal, debido a que las lluvias favorecen la dispersión y establecimiento de los patógenos, cuando existen hospedantes susceptibles y el inóculo es virulento.

El rendimiento medio de los 36 genotipos fue mayor bajo riego en 2006, mientras que el más bajo se obtuvo en temporal en 2004 (Cuadro 4). La mayoría de los genotipos conservaron

In 2005, there was a lower incidence of *Xcp* under irrigation than in 2004 under rainfed conditions (Table 2). The first genotypes that showed common blight were those with Pinto grains from the semiarid region: Bayacora, Mestizo and Zapata (Durango race), Montcalm (Nueva Granada) and the accession G 21212 (Peru) of black grains (Table 2). While the genotypes with lower incidence were: A 321, EMP 507, PT 98001, FEB 190, A 250, Afn, Negro Vizcaya, BY98060, MAM49, Flor de Mayo Anita and Negro Durango. These results suggest that the susceptibility of the different genotypes is independent of origin and race. Mkandawire *et al.* (2004) noted that *Xcp* isolates from East Africa were more pathogenic in varieties from the Andean gene pool and less so in varieties from the Mesoamerican gene pool, while American isolates were equally pathogenic in varieties from both gene pools. Therefore, these authors suggest there was specialization or coevolution between the crop and the pathogen. In this study, the disease attacked all genotypes in lesser or greater degree, regardless of their origin and racial affiliation.

The incidence of common blight observed under irrigation in 2005 and 2006 among the 36 genotypes was, on average, lower than the incidence observed under rainfed conditions in the same locality in 2004, 2005 and 2006. In view of the above, it is considered that irrigation conditions, which correspond to the dry season and to higher temperatures during the reproductive stage (Figure 1), are more favorable for the production of bean seeds free of disease than the climatic conditions of rainfed cultivation (González *et al.*, 2008). This is due to the fact that climatic conditions in the irrigation season, a hot and dry environment, are not conducive to the occurrence of foliar diseases, as are the climatic conditions of the rainy season. In irrigated plantings in the months of April and May the average temperature is usually significantly higher, and the relative humidity significantly lower than those of the rainy season (Figure 1).

The average incidence of common blight in rainfed plantings during the 2006 cycle was 4.5; i.e. the genotypes were intermediate (Schoonhoven and Pastor-Corrales, 1987), while in the irrigation cycles 2005 and 2006 the genotypes were resistant (reaction <3). However, in both sowing seasons other pathogens, such as the fungi that cause root rot: *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseolina* and *Sclerotium rolfsii*, cause crop damage and can also be transmitted by seed (Abawi and Pastor-Corrales, 1990; Hall, 1991). In general, the incidence and severity of

el mismo orden en el rendimiento a través ensayos y el bajo rendimiento de las variedades Afn y TU se debe a que el primero es un genotipo del tipo ejotero, de hábito determinado, mientras que el segundo es de hábito indeterminado postrado con pobre adaptación a la localidad de prueba. Los de mayor rendimiento promedio fueron PT 98001, Flor de Mayo Sol, Flor de Mayo M 38, Negro Durango y Flor de Mayo Anita, la mayoría fueron desarrollados en la localidad de prueba, lo que muestra las ventajas de la adaptación local.

the diseases is greater in rainfed crops because the rains favor the spread and establishment of the pathogens when there are susceptible hosts and a virulent inoculum.

The average yield of the 36 genotypes was higher under irrigation in 2006, while the lowest was obtained under rainfed conditions in 2004 (Table 4). Most genotypes retained the same order of yield performance across the assays; the low yield of the varieties Afn and TU is due to the

Cuadro 4. Rendimiento de 36 genotipos de frijol establecidos en el CEBAJ, Celaya, Guanajuato de 2004 a 2006 bajo condiciones de riego y temporal.

Table 4. Yield of 36 bean genotypes established in CEBAJ, Celaya, Guanajuato, from 2004 to 2006 under irrigated and rainfed conditions.

Genotipo	Kg ha ⁻¹					
	2004T ¹	2005R	2005T	2006R	2006T	Prom.
Pinto Bayacora	2019	2356	2446	3219	2183	2445
Negro 8025	2083	2311	2342	3746	2988	2694
Bayo Andrade	1882	2364	2695	4510	3424	2975
Flor de Mayo Bajío	1852	2196	1867	3103	1824	2164
Flor de Mayo Sol	2503	3138	3102	5801	2900	3489
Pinto Saltillo	2093	3058	2944	3406	4014	3105
Pinto Mestizo	1911	2524	2474	4034	1946	2578
A 774	2166	2284	2786	4717	3409	3072
SEA 5	1955	2418	2702	4289	3393	2951
G 21212	1848	2445	2456	3616	2813	2636
TU	1551	2065	1077	1953	1337	1597
97 RS 110	2512	2809	3356	4515	2972	3021
97 RS 101	2023	2364	2699	4615	3911	2935
Negro Dgo.	2230	2993	3178	4016	3668	3217
Black Jack	1762	2273	2194	3027	2708	2393
Carioca	2059	2133	2822	3938	2822	2755
Alteño 2000	2211	2089	3189	4142	4173	3161
Az. Namiquipa	2284	2142	3386	4357	3466	3127
EMP 507	2199	2773	2464	3903	3113	2890
A 321	1903	1849	2238	3205	1900	2219
FEB 190	2098	2471	2822	4077	3010	2896
MAM 49	2191	2569	2555	4586	3915	3163
Negro Sahuatoba	2266	2933	2869	4094	2932	3019
Flor de Mayo Anita	2582	2711	3301	4266	3853	3343
Flor de Mayo M38	2447	3311	3298	4121	2964	3228
A 250	2166	2258	2693	2617	3103	2567
PS 99	2367	2445	3005	3374	2085	2655
A 339	2580	2551	3791	3385	2716	3005
A 285	2249	2258	3329	2587	3161	2717
Montcalm	1460	1452	2769	2150	1341	1834
BY 94220	1556	1407	2228	3157	1393	1948
BY 98060	1632	1164	2936	2871	1393	1948
PT 98001	2347	3022	3216	5152	1245	1970
Afn	1859	1244	2344	2142	3202	3388
Negro Vizcaya	2522	3156	3085	3622	952	1708
Pinto Dgo.	1654	3218	3226	3370	2708	3019
Promedio	2084	2410	2774	3713	2170	2728
DMS 0.05	315	286	410	377	2770	628

En promedio de los 36 genotipos, la relación entre el peso de 100 semillas y el tizón común resultó positiva y significativa, lo que sugiere que los genotipos de la raza Durango incluidos en el estudio, con grano de tamaño intermedio a grande, son más susceptibles que los de otras razas del acervo mesoamericano (Cuadro 5). La reacción de la mayoría de los genotipos fue intermedia; es decir, no se observaron genotipos inmunes y el nivel de tolerancia de los mejores genotipos sugiere la necesidad de recombinación entre estos para incrementar la tolerancia y la necesidad de identificar nuevas fuentes de resistencia, tal y como ha sido mencionado por otros autores (Singh *et al.*, 1999; Singh y Schwartz, 2010). Por otra parte, en el caso de la producción de semilla certificada de variedades con alta demanda, se justifica la combinación de siembra bajo riego y el uso de agroquímicos para controlar la enfermedad.

fact that the former is a ejotero type genotype, of determinate habit, while the latter is of prostrate, indeterminate habit, with poor adaptation to the test location. The genotypes with the highest average yield were PT98001, Flor de Mayo Sol, Flor de Mayo M 38, Negro Durango and Flor de Mayo Anita, most of the developed in the test location, showing the benefits of local adaptation.

The relationship between the weight of 100 seeds and the common blight in the 36 genotypes was, on average, positive and significant, suggesting that the genotypes of the Durango race included in the study, with grains of intermediate to large size, are more susceptible than the grains of other races from the Mesoamerican gene pool (Table 5). The reaction of most of the genotypes was intermediate; i.e. no immune genotypes were observed and the level of tolerance of the

Cuadro 5. Peso de 100 semillas de 36 genotipos de frijol establecidos en el CEBAJ, Celaya, Guanajuato de 2004 a 2006 bajo condiciones de riego y temporal.

Table 5. Weight of 100 seeds of 36 bean genotypes established in CEBAJ, Celaya, Guanajuato from 2004 to 2006 under irrigated and rainfed conditions.

Genotipo	Peso de 100 semillas					Prom.
	2004T ¹	2005R	2005T	2006R	2006T	
Pinto Bayacora	36.0	38.7	37.3	38.6	42.3	38.6
Negro 8025	28.0	18.7	24.0	18.6	20.0	21.9
Bayo Andrade	29.0	31.3	31.0	31.3	31.3	30.8
Flor de Mayo Bajío	28.6	29.7	28.6	29.6	27.0	28.7
Flor de Mayo Sol	26.0	28.0	25.3	28.0	29.6	27.4
Pinto Saltillo	36.3	34.7	36.6	34.6	35.0	35.4
Pinto Mestizo	38.0	42.0	40.3	42.0	34.3	39.3
A774	23.3	25.0	25.0	25.0	26.6	25.0
SEA 5	16.6	18.3	21.3	18.3	25.3	20.0
G21212	22.3	22.7	22.0	22.6	24.0	22.7
TU	21.6	19.7	22.0	19.6	20.3	20.6
97 RS 110	46.0	47.3	43.3	47.0	41.3	45.0
97 RS 101	32.6	49.0	42.0	49.0	42.6	43.0
Negro Dgo.	34.0	35.0	34.3	35.0	37.6	35.2
Black Jack	18.3	19.0	20.0	10.9	21.0	19.5
Carioca	21.0	23.3	22.0	23.3	26.6	23.2
Alteño 2000	20.6	23.0	30.0	23.0	26.3	24.6
Az. Namiquipa	28.3	31.7	30.6	31.6	37.0	31.8
EMP 507	22.0	23.3	23.0	23.3	26.0	23.5
A 321	25.3	27.3	26.6	27.3	27.0	26.7
FEB 190	19.0	21.0	21.0	21.0	24.3	21.3
MAM 49	33.0	35.0	33.6	35.0	36.0	34.5
Negro Sahuatoba	22.0	22.7	26.6	22.6	27.0	24.1
Flor de Mayo Anita	26.3	28.3	27.0	28.3	35.0	29.0
Flor de Mayo M38	25.3	28.7	27.3	28.6	30.3	28.9
A250	19.6	21.3	21.0	21.3	23.0	21.2
PS 99	28.6	30.7	27.3	30.6	28.6	29.2
A 339	18.0	19.7	19.3	19.6	24.3	20.2
A 285	17.0	19.3	19.6	19.3	20.3	19.1

¹T= condiciones de temporal; R= condiciones de riego.

Cuadro 5. Peso de 100 semillas de 36 genotipos de frijol establecidos en el CEBAJ, Celaya, Guanajuato de 2004 a 2006 bajo condiciones de riego y temporal (Continuación).

Table 5. Weight of 100 seeds of 36 bean genotypes established in CEBAJ, Celaya, Guanajuato from 2004 to 2006 under irrigated and rainfed conditions. (Continuation).

Genotipo	Peso de 100 semillas					
	2004T ¹	2005R	2005T	2006R	2006T	Prom.
Montcalm	45.0	55.7	48.0	55.6	51.3	51.1
By 94220	30.0	36.7	33.0	36.6	40.3	35.3
BY 98060	31.3	32.7	31.6	32.6	33.6	32.4
PT 98001	31.0	33.3	28.0	33.3	32.0	31.5
Afn	26.3	27.7	26.0	27.6	26.3	26.8
Negro Vizcaya	31.0	31.7	33.0	31.6	32.3	31.9
Pinto. Dgo.	36.3	36.7	34.6	36.6	37.3	36.3
Promedio	27.6	29.6	28.9	29.6	30.6	
DMS 0.05	2.1	2.9	2.8	2.3	4.1	

¹T= condiciones de temporal; R= condiciones de riego.

Para el mejoramiento genético de la resistencia en genotipos de frijol, es necesario intensificar la búsqueda de fuentes de resistencia, inclusive dentro del acervo genético secundario para la especie, esto es buscar en otras especies del género, por ejemplo, en *Phaseolus acutifolius* L., cuyo nivel de resistencia a esta enfermedad es mayor que el disponible en frijol común (Singh *et al.*, 1999; Singh y Schwartz, 2010).

Conclusiones

La incidencia de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* fue mayor en las siembras de temporal que en las de riego. En la localidad de prueba, en las siembras de temporal la humedad relativa es mayor que en las de riego, mientras que la temperatura es menor; asimismo, las gotas de las lluvias diseminan la enfermedad a través del salpique.

Todos los genotipos evaluados mostraron ataque de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en el follaje y algunos también en las vainas. La incidencia de *Xcp* se incrementó conforme avanzó la etapa reproductiva.

No se observó relación significativa entre la incidencia de tizón común y el rendimiento de los genotipos estudiados y si una relación intermedia entre la incidencia y el peso de 100 semillas. Esto indica que los genotipos de la raza Durango incluidos en el estudio, con semilla de tamaño intermedio a grande, mostraron mayor susceptibilidad.

best genotypes suggests the need for recombination between them in order to increase tolerance, as well as the need to identify new sources of resistance, as has been mentioned by other authors (Singh *et al.*, 1999; Singh and Schwartz, 2010). Moreover, in the case of the production of certified seeds of varieties with high demand, the combination of irrigated planting and the use of chemicals to control the disease is justified.

For the genetic improvement of resistance in bean genotypes, it is necessary to intensify the search for sources of resistance, even within the secondary gene pool for the species, i.e., in other species of the genus, for example, in *Phaseolus acutifolius* L., whose level of resistance to this disease is greater than the resistance available in the common bean (Singh *et al.*, 1999; Singh and Schwartz, 2010).

Conclusions

The incidence of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* was higher in rainfed plantings than in irrigated ones. In the test location, relative humidity is greater in rainfed plantings than in irrigation ones, while the temperature is lower; also, rain drops spread the disease through splashing.

All genotypes evaluated showed attack by *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in foliage and some also in pods. *Xcp* incidence increased as the reproductive stage advanced.

Los genotipos con menor incidencia de la enfermedad a través de los ensayos de prueba fueron: Afn, FEB 190, A 321, Flor de Mayo Anita, PT 98001, Alteño 2000, A 339, EMP507 y Flor de Mayo M38. Éstos son de diferente origen geográfico y raza genética, lo que sugiere la posibilidad de piramidar mayores niveles de resistencia al combinarlos, ya que probablemente poseen diferentes factores de resistencia.

Agradecimiento

Al Fondo Sectorial SAGARPA- CONACYT 2003 por el financiamiento para conducir la investigación. Proyecto Núm. 2003-002-150, 'Control de la bacteriosis común del frijol en el Altiplano Semiárido de México'.

Literatura citada

- Aggour, A. R. and Coyne, D. P. 1989. Heritability, phenotypic correlations, and associations of the common blight disease reaction in beans. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 114:828-833.
- 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.
- Arnaud-Santana, E.; Coyne, D. P.; Eskridge, K. M. and Vidaver, A. K. 1994. Inheritance; low correlations of leaf, pod and seed reactions to common blight diseases in common beans, and implications for selection. *J. Amer. Hort. Sci.* 119(1):116-121.
- Asensio-Manzanera, M. C.; Asensio, C. and Singh, S. P. 2006. Gamete selection for resistance to common and halo bacterial blights in dry bean intergene pool populations. *Crop Sci.* 46:131-135.
- 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.
- Coyne, D. R.; Steadman, J. R.; Godoy-Lutz, G.; Gilbertson, R.; Arnaud-Santana, E.; Beaver, J. S. and Myers, J. R. 2003. Contributions of the bean/cowpea CRSP to management of bean diseases. *Field Crops Res.* 82:155-168.
- Darrase, A.; Bureau, C.; Samson, R.; Morris, C. E. and Jaques, M. 2007. Contamination of bean seeds by *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* associated with low bacterial densities in the phyllosphere under field and greenhouse conditions. *Eur. J. Plant Pathol.* 119:203-215.
- 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.
- Lema-Márquez, M.; Terán, H. and Singh, S. P. 2007. Selecting common bean with genes of different evolutionary origins for resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. *Crop Sci.* 47:1367-1374.
- No significant relationship was observed between the incidence of common blight and the yield of the genotypes studied, but there was an intermediate relationship between incidence of the disease and the weight of 100 seeds. This indicates that the genotypes of the Durango race included in the study, with seeds of medium to large size, showed greater susceptibility.
- The genotypes with lower incidence of the disease across the assays were: Afn, FEB 190, A 321, Flor de Mayo Anita, PT 98001, Alteño 2000, A 339, EMP507 and Flor de Mayo M38. These are from different geographic origins and genetic race, suggesting the possibility of pyramiding higher resistance levels by combining them, as they probably have different resistance factors.

End of the English version



- Navarrete, M. R.; Acosta, G. J. A.; Ibarra, P. F. J.; Cuéllar, R. E. I. y Rosales, S. R. 2008. Bacteriosis común del frijol inducida por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* en el Altiplano Mexicano. INIFAP. Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato. Folleto científico. México. 36 p.
- Mkandawire, A. B. C.; Magabala, R. B. Guzmán, P.; Gepts, P. and Gilbertson, R. L. 2004. Genetic diversity and pathogenic variation of common blight bacteria (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *X. campestris* pv. *phaseoli* var. *fuscans*) suggests coevolution with the common bean. *Phytopathology* 94:593-603.
- Prudencio, S. J. M.; Navarrete, M. R.; Navarrete, M. J. y Acosta, G. J. A. 2008. Dinámica de los tizones común del halo del frijol en el Valle de México. *Agric. Téc. Méx.* 34:213-223.
- SAS Institute. 1999. SAS/STAT user's guide. Versión 8.0. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Schoonhoven, A. V. y Pastor-Corrales, M. A. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. (comps.). CIAT, Cali, Colombia. 56 p.
- Silva, L. O.; Singh, S. P. and Pastor-Corrales, M. A. 1989. Inheritance of resistance to bacterial blight in common bean. *Theor. Appl. Genet.* 78:619-624.
- Singh S. P.; Gepts, P. and Debouck, D. G. 1991. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Econ. Bot.* 45:379-396.
- Singh, S. P. and Muñoz, C. 1999. Resistance to common bacterial blight among *Phaseolus* species and common bean improvement. *Crop Sci.* 39:80-89.
- Singh, S. P. and Schwartz, H. F. 2010. Breeding common bean for resistance to diseases. *Crop Sci.* 50:2199-2652.
- Soil Survey Staff. 1998. Keys to soil taxonomy. 8th edition. USDA. Natural Resources Conservation Service. 326 p.
- Weller, D. M. and Saettler, A. W. 1980. Colonization and distribution of *Xanthomonas phaseoli* and *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans* in field-grown navy beans. *Phytopathology* 70:500-505.
- Zapata, M.; Beaver, J. S. and Porch, T. G. 2011. Dominant gene for common bean resistance to common bacterial blight caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*. *Euphytica* 179:373-382.
- Zaumeyer, W. J. 1930. The bacterial blight of beans caused by *Bacterium phaseoli*. USDA Tech. Bull. 186.