



RESPUESTA A BACTERIOSIS COMÚN (*Xanthomonas axonopodis p.v phaseoli*) EN LOS CULTIVARES COMERCIALES DE FRIJOL COMÚN DE CUBA, EN CONDICIONES DE CAMPO. AFECTACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS POR EFECTO DE LA INOCULACIÓN

Answer to common bacterial blight (*Xanthomonas axonopodis p.v phaseoli*) in the commercial cultivars of common bean of Cuba, under field conditions. Affectation of the yields for effect of the inoculation

Odile Rodríguez Miranda¹✉, Benito Faure Álvarez², Rodobaldo Ortiz Pérez¹, Sandra Miranda Lorigado¹ y Alexis Lamz Piedra¹✉

ABSTRACT. It is possible to find in a Cuban bean germplasm, cultivars with some level of resistance to a pathogenic strain of *Xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli* which allow to diminish the losses and increase the yield average of the crop on infected fields. The goals of this work were to evaluate differential responses of common bean genotypes to natural infection and inoculation with the pathogenic strain of *Xap 527* and identify commercial cultivars with better behavior to damages on leaves and sheaths and therefore less losses on yield. The results allowed selecting bean genotypes, with good behavior against the studied strain *Xap*. The decreases of the yield were determined in the studied bean cultivars by its reaction of susceptibility in front of common Bacteriosis, with the inoculation of Cuban the 527*Xap* strain.

Key words: germplasm, inoculation, susceptibility, yield losses

RESUMEN. En el germoplasma de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), en Cuba, es posible identificar cultivares con niveles de resistencia ante un aislamiento patogénico de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, a fin de disminuir las pérdidas y aumentar el rendimiento promedio del cultivo en campos infectados con este patógeno. Los objetivos de este trabajo estuvieron dirigidos a evaluar, en genotipos de frijol común respuestas contrastantes frente a la incidencia natural e inoculación del aislamiento patogénico *Xap527* (*Xanthomonas axonopodis*); identificar los cultivares comerciales con mejor comportamiento en follaje y vainas y con menores pérdidas de rendimiento en campos infectados por este patógeno. Los resultados permitieron seleccionar los genotipos de frijol, con buen comportamiento frente al aislamiento de *Xap* estudiado y se determinó la disminución del rendimiento en los cultivares de frijol por su reacción de susceptibilidad frente a Bacteriosis común, con la inoculación del aislamiento *Xap 527*, de Cuba.

Palabras clave: germoplasma, inoculación, susceptibilidad, pérdidas de rendimiento

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las legumbres comestibles de mayor consumo a nivel mundial, proporciona una fuente importante de proteínas

(22 %), vitaminas y minerales (Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Zn) a la dieta de las poblaciones en América, sobre todo en los países en vías de desarrollo. La producción anual en los países desarrollados excede los 21 millones de toneladas métricas y representa más de la mitad de la producción total de legumbres para el consumo del mundo (1).

En Cuba, la producción de este cultivo en el año 2009 fue de 110800 toneladas métricas, con un área cosechada de 150584 ha (2). En la campaña 2010-2011

¹ Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700.

² Instituto de Investigaciones de Granos. Ministerio de Agricultura.

✉ rortiz@inca.edu.cu

se debieron producir 80 mil toneladas de frijol, en un área de siembra de 85 a 89 mil ha con semilla nacional (3). Durante la última década, la producción de frijol en Cuba estuvo a cargo, en su gran mayoría, del sector agrícola no estatal, constituido fundamentalmente por fincas y pequeñas parcelas, con condiciones muy diversas y baja disponibilidad de insumos agroquímicos y energéticos (4, 5). A la falta de insumos se sumó el limitado acceso de los productores a los nuevos cultivares, mejorados o no, con adaptación a las condiciones de la producción agrícola del contexto cubano. Los frijoles producidos por estos agricultores con bajos recursos, son más vulnerables al estrés causado por factores abióticos, como la sequía y la baja fertilidad de los suelos, y al estrés biótico, debido a plagas de campo y almacén.

Dentro de los principales factores que limitan la producción de frijol común en Cuba se encuentra la Bacteriosis común del frijol, causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) Dye (*Xap*) y *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) Dye (*Xap*) cv. *Fuscans* (*Xapf*) (6). Esta enfermedad ocupa el segundo lugar dentro de las de mayor importancia económica en Cuba y en el mundo.

En Cuba, esta enfermedad se encuentra ampliamente distribuida; sin embargo, aún no se conoce cuánto puede afectar la presencia de niveles altos de este patógeno en el rendimiento de los cultivares comerciales cubanos. En otros países se han informado índices de infección en vainas hasta de un 48,5 % en cultivares susceptibles, cifras que pueden llegar a ser más altas en el follaje, donde se han encontrado índices de infección por encima del 80 % y pérdidas en rendimiento entre un 17 y 45 % (7).

En nuestro país, se cuenta con una amplia colección de cultivares criollos, comerciales, mejorados e introducidos, con caracteres de interés múltiple

para la producción. Sin embargo, la susceptibilidad a la Bacteriosis común, puede limitar la producción de este grano, por la disminución que produce en los rendimientos, al presentarse el patógeno en cultivares susceptibles y con condiciones ambientales favorables para su desarrollo y diseminación.

El desarrollo de cultivares y líneas resistentes contra el ataque del patógeno o contra niveles altos de severidad de esta enfermedad, deberá ser uno de los objetivos de los programas de mejoramiento genético, por cuanto es una necesidad del país obtener altas producciones de frijol en los próximos años, a fin de abastecer, con producciones nacionales, la demanda de la población cubana (8).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló durante tres campañas consecutivas, se realizaron los experimentos correspondientes a la evaluación de la reacción en follaje y vainas (sin inoculación y con inoculación del aislamiento cubano 527 de *Xap*) de los cultivares comerciales de frijol común (*P. vulgaris*) de Cuba.

♦ Cultivares comerciales utilizados frente a la incidencia natural de la Bacteriosis común

Se sembraron 17 cultivares (Tabla I) en parcelas de dos surcos de cuatro metros de largo por 0,70 m de ancho para cada cultivar, a una distancia de siembra de 5 cm entre plantas. La siembra, el riego, la fertilización, las atenciones culturales y el control de plagas se realizaron siguiendo lo establecido para el cultivo del frijol (9).

No se realizó ningún control químico de enfermedades previendo un efecto no favorable sobre la manifestación de los síntomas de la Bacteriosis común.

Tabla I. Cultivares comerciales de Cuba, empleados en el estudio.

Cultivares	Color de la semilla	Progenitores	Lugar de procedencia
'CC 25-9'	Negro	Selección Ticos de Costa Rica	INIFAT
'Bolita42'	Negro	Selección de Holguín 3	IIG
'ICA Pijao'	Negro	Porrillo Sintético x México 11	IIG
'Güira 89'	Negro	Selección Jamapa	INIFAT
'BAT 304'	Negro	Porrillo Sintético x Compuesto Chimaltenango	IIG
'Tazumal'	Negro	(Sal 22 G4 x 11183N) x (ICA Pijao x Turrialba 1)	IIG
'Holguín 518'	Negro	Negro Jamapa x Turrialba 4	IIG
'BAT 832'	Negro	Jutiapa 72 x Blanco 137	IIG
'CC 25-9'	Rojo	Selección de CC 25-9	INIFAT
'Hatuey 24'	Rojo	(Jamapa x Porrillo 70) x Jamapa x Prs 70)	IIG
'Velasco Largo'	Rojo	-----	INIFAT
'M-112'	Rojo	Selección de Mulangri	IIG
'Red Kloud'	Rojo	Red Kote x Charlottee	IIG
'Guamá 23'	Rojo	(Diacol Calima x Red Kloud) x Red Kloud	IIG
'Bonita II'	Blanco	-----	IIG
'Chévere'	Blanco	(Jin 108 x Ica Bunsu)x(Veranic x Jutiapa 72)	IIG
'Engañador'	Crema	(Veranic 2 x G 1320) x (Jamapa x Tara)	IIG

IIG: Instituto de Investigaciones de Granos. INIFAT: Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt.

Se evaluó la severidad de la enfermedad sobre el follaje y las vainas, así como el rendimiento. Las evaluaciones de reacción en el follaje se realizaron utilizando la escala de nueve grados, donde 1= sin síntomas visibles; 9 = síntomas de enfermedad muy severos (10).

La primera evaluación en el follaje se realizó a los 20 días después de la siembra (DDS), con un intervalo de siete días entre una y otra. Se realizaron en total seis evaluaciones en forma consecutiva. Los datos de severidad en follaje frente a Bacteriosis común, correspondieron al valor tomado en la última evaluación realizada (65 DDS) debido a que este valor fue la máxima reacción, expresada por cada cultivar frente a este patógeno. En este mismo momento se realizó la única evaluación de severidad del patógeno para las vainas.

◆ Cultivares comerciales frente al aislamiento *Xap527* de Cuba

De manera simultánea, se sembró un ensayo con los mismos cultivares comerciales ya mencionados (Tabla I). El ensayo se conformó siguiendo el diseño estadístico de bloques al azar con tres repeticiones, donde la parcela experimental consistió en dos surcos de cuatro metros de largo por cultivar.

Se utilizaron como controles los cultivares 'XAN 112' y 'Engañador' y como susceptible el cultivar 'Velasco Largo' e 'ICA Pijao'. Los materiales se establecieron de la siguiente manera: un control resistente y uno susceptible, seguido de cinco cultivares a estudiar, posteriormente, se situaron nuevamente los controles, pero de forma alterna, el susceptible primero, seguido del resistente, ubicando otros cinco cultivares y así sucesivamente, hasta quedar conformado todo el ensayo para la evaluación de reacción a Bacteriosis común.

Las evaluaciones de severidad de la enfermedad en follaje y vainas se realizaron según se describe en el epígrafe anterior "Cultivares comerciales frente a la incidencia natural de la Bacteriosis común".

◆ Inoculación del aislamiento *Xap527* de Cuba en los ensayos de campo

El inóculo se preparó a partir del aislamiento puro 527, para su incremento se sembró el aislamiento puro sobre un medio YCDA en 10 placas Petri, se dejaron crecer por 48 horas y se lavaron con agua destilada estéril. La suspensión obtenida se diluyó en 12 L de agua destilada (cantidad necesaria para una motomochila de espalda, de boquilla cónica, con motor), hasta lograr una concentración bacteriana de 5×10^7 cel/mL, esta concentración se midió a 650 nm de densidad óptica, en un espectrofotómetro Milton Roy (*Spectronic 20*) (11, 12).

La inoculación en condiciones de campo se realizó en cada uno de los ensayos, por el método de aspersión a presión con motomochila de espalda

con motor, para asegurar una infección uniforme de las plantas, en las parcelas experimentales. La primera inoculación se efectuó a los 20 días DDS; las siguientes se efectuaron a los 27 y 34, siendo la última posterior a los 40 DDS, momento en el que los testigos susceptibles ('Velasco Largo' e 'ICA Pijao') presentaron síntomas severos de la enfermedad. Las inoculaciones en los ensayos se realizaron después de las 4:00 pm para evitar que la radiación solar afectara la viabilidad de la bacteria inoculada.

Durante la ejecución de los estudios se establecieron algunas medidas con el fin de evitar posibles riesgos al medio ambiente con la inoculación y diseminación de *Xap* a otras áreas aledañas a estos experimentos:

- Los ensayos se sembraron en zonas alejadas del centro de la finca, se establecieron barreras biológicas al sembrarse dos surcos de maíz (*Zea mays*) bordeando toda el área experimental ya que este cultivo no es hospedero de este patógeno.
- Una vez realizadas las inoculaciones foliares, se efectuaron chequeos frecuentes de las áreas aledañas para identificar posibles brotes de esta enfermedad en otros cultivos hospederos.
- Culminado el estudio, se procedió a incorporar los residuos de cosecha a más de 20 cm de profundidad, rotando posteriormente esta área con cultivos como maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor* L.) u otro, no hospedero de *Xap*, evitando que el patógeno se mantenga viable en los residuos de cosecha de una campaña a otra.

DATOS TOMADOS EN LOS ENSAYOS

◆ Reacción de los síntomas de la enfermedad en follaje y vainas

La clasificación de los cultivares se realizó según la reacción en el follaje, teniendo en cuenta el valor de la media de la última evaluación realizada por réplica, por cultivar. En la evaluación de la reacción en vainas, se tomó el valor sólo una vez, en la etapa de formación y llenado del grano (R_8), se realizó una evaluación en cada cultivar o línea, en cada una de las réplicas. Para ambas clasificaciones se empleó la escala general para evaluar la reacción del frijol a patógenos bacterianos y fungos (10).

◆ Rendimiento de granos por parcela

Una vez cosechado el experimento, se tomaron los datos del rendimiento en gramos de cada genotipo por parcela y se convirtieron a kg ha^{-1} .

◆ Índice depresivo del rendimiento por efecto de la inoculación

Con los valores del rendimiento obtenidos por los cultivares comerciales inoculados y no inoculados con el aislamiento cubano *Xap 527*, se estimó el índice depresivo del rendimiento, siguiendo la fórmula:

$$\text{Índice depresivo} = \frac{\text{Rend. Var. No Inoculada} - \text{Rend. Var. Inoculada}}{\text{Rend. Var. No Inoculada}}$$

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A los valores obtenidos se les determinó la media (\bar{x}). En el caso del rendimiento, se le aplicó un test de T entre plantas inoculadas y no inoculadas con $p \leq 0,05$.

Todo el análisis estadístico se desarrolló con el uso del programa Infostat/Profesional. Versión 2011, sobre Windows (13).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CULTIVARES COMERCIALES FRENTE A LA INCIDENCIA NATURAL E INOCULACIÓN DEL AISLAMIENTO 527 DE *XAP*

En la Tabla II se presentan las evaluaciones de reacción del follaje bajo la incidencia natural del patógeno, se destacan los cultivares 'Tazumal' y 'Hatuey 24', como los menos afectados ante la presencia del patógeno, con valores de reacción de 3 (resistente), según escala empleada (10), similares al valor obtenido por el testigo 'Engañador' (3), seguidas por 'CC25-9 (N)', 'Holguín 518', 'BAT 832', 'CC25-9(R)', 'M-112' y 'Bonita 11', con valores intermedios de 4, frente a este patógeno.

El resto de los cultivares presentaron reacciones entre 5,0 y 6,0, lo que permitió clasificarlos como genotipos de reacción intermedia. Estos resultados coinciden con lo informado anteriormente en evaluaciones realizadas a cultivares comerciales y líneas de frijol, en condiciones de incidencia natural de este patógeno (14).

Una vez realizada la inoculación con el aislamiento de *Xap* 527, se constataron reacciones más severas en el follaje para estos mismos cultivares; sin embargo, 'BAT 304', 'Hatuey 24', 'M-112', 'Guamá 24' y 'Chévere' fueron los menos afectados ante la presencia de este aislamiento, con valores de reacción intermedia entre 5,3 y 6,6; el testigo 'Engañador' se mantuvo en este rango de reacción con un valor de 5,6. El resto de los cultivares evaluados presentaron reacciones de susceptibilidad frente a este aislamiento con valores que oscilaron entre 7,0 y 8,3. Se destacan por la presencia de síntomas severos de la enfermedad y los valores más altos de susceptibilidad en follaje se presentaron en: 'Bolita 42' y 'Gúira 89' y los testigos susceptibles 'Velasco Largo' e 'ICA Pijao' con reacciones entre 8,0 y 8,3.

En la evaluación realizada a las vainas bajo condiciones de incidencia natural (Tabla II), se observó que en la mayoría de los cultivares comerciales no se presentaron síntomas de la enfermedad y se mantuvieron dentro del rango de reacción de resistencia, según la escala empleada (10), con valores entre 2 y 3. Se destaca el testigo 'Engañador', dentro del mismo grupo, pero con reacción de resistencia grado 1. Un grupo compuesto por los cultivares 'CC 25-9 (N)',

'BAT 304' e 'ICA Pijao', presentaron síntomas leves de la enfermedad, lo que los clasifica según sus reacciones, como intermedios con valores de 4,0.

Una vez realizada la inoculación con el aislamiento ya mencionado, se observó en todos los cultivares un aumento de los valores de reacción frente a esta enfermedad en las vainas, incluyendo al testigo 'Engañador'; estos valores oscilaron entre 4,0 y 6,6 (intermedios). Se destacaron 'Hatuey 24', 'M-112', 'Chévere' con los valores más bajos de reacción intermedia entre 4,0 a 4,6. Sólo el cultivar 'Velasco Largo' presentó síntomas severos de la enfermedad, lo que permitió su clasificación como susceptible, con un valor de 7,3.

Los resultados expuestos hasta el momento muestran en la mayoría de los cultivares, un comportamiento diferente bajo la incidencia natural y frente a la inoculación con el aislamiento *Xap*527 de este patógeno (Tabla II), donde el efecto de éste favoreció el incremento de las reacciones en los cultivares de resistentes a intermedios en algunos casos como 'Hatuey 24' y el testigo 'Engañador' y de intermedios a susceptibles en otros, como: 'CC 25-9 (N)' y (R), 'Bolita 42', 'ICA Pijao', 'Gúira 89', 'BAT 832' para el follaje, así como el cultivar 'Velasco Largo', tanto para reacción en el follaje como en las vainas.

En condiciones naturales de campo, sin inoculación directa del patógeno, se presentan síntomas de Bacteriosis común en los cultivares comerciales que se emplean en la producción en Cuba. Sin embargo, una vez inoculados, la reacción frente a esta enfermedad varía y se manifiesta en menor o mayor grado en dependencia del nivel de resistencia de los cultivares que se evalúan y la presión del inóculo. Por lo que, para una evaluación y selección más confiable de cultivares frente a esta enfermedad, se hace necesario realizar inoculaciones con aislamientos patogénicos de *Xap* y evaluar las reacciones de los cultivares frente a una alta presión de este patógeno. De no ser así, se corre el riesgo de seleccionar cultivares que no expresen su verdadero potencial, bajo estas condiciones.

Se observó, además, un aumento en los rangos de reacción en el follaje, oscilando entre intermedios y susceptibles (6,0 y 8,3) superando en gran medida a los valores de reacción observados en las vainas, que oscilaron entre los rangos intermedios (4,6 a 6,6).

Esto puede deberse a que las reacciones frente a este patógeno observadas en el follaje y en las vainas fueron determinadas por el efecto de los genes, que por algún motivo, se expresan en las hojas y en las vainas, o viceversa.

Afirmaciones que concuerdan con estos resultados fueron expuestas por quienes mostraron que la línea de frijol PI207262 presentó diferentes reacciones en las hojas y en las vainas a aislamientos de *Xap*, y que esta estuvo determinada por el efecto de genes diferentes (15).

Tabla II. Reacción en follaje y vainas inducidos por Bacteriosis común y reducción de los rendimientos en los cultivares comerciales de Cuba.

Cultivares	Severidad frente a Xap 527				R (Kg P ⁻¹)	P R (%)
	F	Cat	V	Cat		
CC 25-9 (N)						
NI	4,0	I	4,0	I	1424	44,38
I	7,3	S	6,6	I	792	
P*					0,0225*	
Bolita 42						
NI	5,0	I	3,0	R	1188	55,6
I	8,0	S	5,0	I	527	
P*					0,0015**	
ICA Pijao						
NI	5,0	I	4,0	I	1504	48,93
I	8,0	S	6,0	I	768	
P*					0,0001***	
Güira 89						
NI	6,0	I	3,0	R	1244	30,78
I	8,0	S	5,0	I	861	
P*					0,007**	
BAT 304						
NI	5,0	I	4,0	I	1078	31,35
I	6,3	I	5,3	I	740	
P*					0,019*	
Tazumal						
NI	3,0	R	2,0	R	1579	40,21
I	7,3	S	5,0	I	944	
P*					0,0048**	
Holguín 518						
NI	4,0	I	3,0	R	1474	46,47
I	7,3	S	5,3	I	789	
P*					0,0085**	
BAT 832						
NI	4,0	I	2,0	R	1454	42,50
I	7,3	S	6,0	I	836	
P*					0,0005***	
CC 25-9 (R)						
NI	4,0	I	2,0	R	1165	29,78
I	7,0	S	5,0	I	818	
P*					0,020*	
Hatuey 24						
NI	3,0	R	1,0	R	1634	48,77
I	6,0	I	4,6	I	837	
P*					0,007**	
Velasco Largo						
NI	6,0	I	5,0	I	932	52,47
I	8,3	S	7,3	S	443	
P*					0,003**	
M – 112						
NI	4,0	I	2,0	R	848	41,62
I	6,6	I	4,6	I	495	
P*					0,020*	
Red Kloud						
NI	6,0	I	3,0	R	523	0,76
I	7,3	S	7,0	I	519	
P*					0,968 N.S	
'Guamá 23'						
NI	5,0	I	2,0	R	955	80,73
I	7,3	S	6,6	I	184	
P*					0,0012**	
Bonita 11						
NI	4,0	I	3,0	R	1325	29,81
I	7,6	S	4,6	I	930	
P*					0,008**	
Chévere						
NI	5,0	I	3,0	R	1016	28,93
I	6,6	I	4,0	I	722	
P*					0,003**	
Engañador (T)						
NI	3,0	R	1,0	R	1265	3,90
I	5,6	I	4,6	I	1215	
P*					0,771 N.S	

* p≤0,05 ** p≤0,01 ***Significativo para test de T entre plantas inoculadas y no inoculadas con p<0,001.

Xap: aislamiento patogénico de Cuba. F (Follaje); Cat. (Categoría según escala de 9 grados); V (Vainas); R (Rendimiento); kg/ P⁻¹ (Kilogramos por parcelas); P.R (Porcentaje del rendimiento), NI (No Inoculado) e I (Inoculado).

Algo muy importante y que debe tenerse en cuenta, es la presencia de síntomas en las vainas, ya que esta afectación puede disminuir la calidad de las mismas y producir afectación en las semillas. Una semilla dañada o manchada por efecto de esta bacteria puede constituir una fuente de inóculo primario, seguro, para próximas campañas, y una vía de diseminación efectiva de esta enfermedad, si no se hace un manejo adecuado y una selección de semillas sanas y de calidad, antes de la siembra.

Muchos de estos cultivares están siendo utilizados en la producción de frijol en Cuba. La distribución de los cultivares comerciales y la no implementación de estrategias adecuadas de manejo de esta enfermedad, pueden elevar los niveles del patógeno en los campos por la diseminación de semillas infestadas, facilitando así el rápido desarrollo de la enfermedad y las consecuentes pérdidas en los rendimientos.

Por lo antes expuesto consideramos que se debe tener en cuenta el empleo de los cultivares 'Hatuey 24' y 'Engañador', por presentar los valores más bajos de reacción en follaje y vainas antes (resistentes) y después (intermedios) de la inoculación con el aislamiento 527 de *Xap*, en áreas donde esté presente el patógeno de la Bacteriosis común. Por el contrario, el cultivar 'Tazumal' presentó una afectación más severa en follaje y vainas variando su reacción de resistente antes de la inoculación, a susceptible (follaje) a intermedio (vainas) frente a una alta presión del aislamiento *Xap* 527.

♦ Efecto de la inoculación sobre el rendimiento, en los cultivares comerciales de Cuba

Al evaluar el rendimiento en condiciones de incidencia natural del patógeno (Tabla II), se destacó un grupo de cultivares con los valores más altos, en kg ha⁻¹, ellos son: 'Hatuey 24' (1634), 'Tazumal' (1579), 'ICA Pijao' (1504), 'Holguín 518' (1474), BAT 832' (1454), y 'Bonita 11' (1325), superiores al obtenido por el testigo 'Engañador' con 1265. El resto de los cultivares presentaron rendimientos inferiores a estos, oscilando entre 1244 y 523 kg ha⁻¹. Resultados similares fueron informados anteriormente al evaluar el comportamiento de algunos de estos cultivares comerciales en la antigua provincia Habana, hoy Mayabeque, en las mismas condiciones de incidencia natural del patógeno (16).

Una vez realizada la inoculación se observó una disminución significativa en los rendimientos de estos mismos cultivares 'Hatuey 24' (837 kg ha⁻¹), 'Tazumal' (944 kg ha⁻¹), 'ICA Pijao' (768 kg ha⁻¹), 'Holguín 518' (789 kg ha⁻¹), 'BAT 832' (836 kg ha⁻¹), y 'Bonita 11' (930 kg ha⁻¹). El mayor valor fue obtenido por el testigo comercial 'Engañador' con 1215 kg ha⁻¹, con una afectación mínima de sus rendimientos, por este patógeno.

Al analizar los valores de rendimiento alcanzados por los cultivares comerciales, antes y después de realizada la inoculación, utilizando la prueba de T, se observó una disminución significativa de los rendimientos en la mayoría de éstos, lo que muestra la efectividad de la inoculación realizada para una mejor evaluación del comportamiento de los rendimientos frente a este patógeno bacteriano (Tabla II).

Los cultivares 'Red Kloud' y 'Engañador' (Testigo), no presentaron pérdidas significativas en sus rendimientos por efecto de la inoculación, los valores obtenidos fueron 0,76 y 3,90 respectivamente. Sobresalen con los valores más bajos de pérdidas en sus rendimientos frente a la inoculación del aislamiento 527 de *Xap* los cultivares 'Bonita 11' con 29, 81; 'Chévere' con 28,93; 'CC 25-9 (R)' con 29,78; 'Güira 89' con 30,78 y 'BAT 304' con 31, 35. Todos ellos pueden ser catalogados como cultivares con tolerancia a Bacteriosis común, siempre que recordemos que tolerancia es una cualidad intermedia entre la susceptibilidad y la resistencia (17) y se cumple cuando la presencia de un patógeno sobre una planta tolerante conlleve a menos daño (expresados como menos reducción en sus rendimientos), o que la presencia de los síntomas en ellos, sean más ligeros que en una planta sensible (18).

Resultados similares de pérdidas en rendimiento por efecto de la inoculación con aislamientos de *Xap*, han sido obtenidos en estudios anteriores en México (19), España y Puerto Rico (20, 21).

El valor más alto de pérdidas de rendimiento fue obtenido en el cultivar 'Guamá 23' con una reducción desde 955 hasta 184 kg ha⁻¹ para un 80,73 %, acompañado de reacciones de susceptibilidad al ser inoculado con el aislamiento 527 de este patógeno. La susceptibilidad se expresa como síntomas severos o muy severos de la enfermedad que puede causar pérdidas considerables en rendimiento, o la muerte de la planta (11).

Este análisis permitió conocer el comportamiento de los rendimientos de los cultivares comerciales al ser inoculados con el aislamiento patogénico 527 de *Xap* y determinar la reducción de los rendimientos, en condiciones de campo. Se destacan los cultivares tolerantes: 'Tazumal', 'Bonita 11' y 'Hatuey 24', seguidos de 'CC 25-9 (R)', 'BAT 304', y 'Güira 89' porque a pesar de haber presentado diferentes niveles de reacción frente a este aislamiento, sus rendimientos no fueron muy afectados, por el efecto de la inoculación.

Se sugiere la incorporación de los mismos en las estrategias de manejo para disminuir las afectaciones producidas por la Bacteriosis común, así como evitar la disminución y pérdidas de los rendimientos de este cultivo en la producción.

Además, incorporar a los cultivares 'Hatuey 24', 'M-112', 'Chévere' y 'Engañador' como posibles progenitores, en el Programa de Mejora Nacional para la resistencia a esta enfermedad, liderado por

el Instituto de Investigaciones de Granos y el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), por sus reacciones en follaje y vainas bajo la incidencia natural e inoculación del patógeno de la Bacteriosis común, en condiciones de campo.

La obtención de cultivares comerciales con tolerancia a esta enfermedad bacteriana, representa una protección adicional dentro de un sistema de control integrado de plagas para este cultivo, lo que contribuye a disminuir las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad en condiciones de producción.

CONCLUSIONES

Existe variabilidad en la reacción de los genotipos de frijol frente al aislamiento cubano de Bacteriosis común (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Xap)), lo cual permitió seleccionar a los cultivares comerciales 'Hatuey 24', 'M-112', 'Chévere' y 'Engañador' como los más tolerantes al ataque del mismo.

Los daños causados por Bacteriosis común en el follaje y en las vainas, producto de la inoculación con el aislamiento Xap 527, determinó la disminución del rendimiento en los cultivares y líneas de frijol estudiados en campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Miklas, P. N.; Kelly, J. D.; Beebe, S. E. y Blair, M. W. Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical to MAS breeding. *Euphytica*, 2006, vol. 147, pp. 105-135. ISSN: 0014-2336.
- FAO. Estadísticas sobre los cultivos, los conceptos, las definiciones y las clasificaciones. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. División de Estadísticas. [en línea]. 2010. [Consultado: 26 de diciembre de 2010]. Disponible en: <<http://www.fao.org/es/ess/rmcrops.asp>>.
- González, A. M. Suelos; regadío y atenciones culturales: el trinomio perfecto para el cultivo del frijol. *Periódico Trabajadores*, 27 de noviembre del 2010. Ciudad de La Habana. Cuba.
- Mkandawire, A. B. C.; Mabagala, R. B.; Guzmán, P.; Gepts, P. y Gilbertson, R. L. Genetic diversity and pathogenic variation of common blight bacteria (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* y *X. campestris* pv. *phaseoli* var. *fuscans*) suggests pathogen coevolution with the common bean. *Phytopathology*, 2004, vol. 94, pp. 593-603. ISSN: 0031-949X.
- Rodríguez, M. O.; Chaveco, O.; Ortiz, R.; Ponce, M.; Ríos, H.; Miranda, S.; Días, G.; Portelles, Y.; Torres, R.; Cedeño, L. Evaluación del comportamiento de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) resistentes a la sequía; en condiciones de riego y sin riego e incidencia de enfermedades. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 2009, vol. 13, no. 39, pp. 19-30. ISSN: 2007-0977.
- Hernández, J. C. F. Manual de recomendaciones técnicas de cultivo de frijol. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología (INTA), Costa Rica. 2008, 82 pp.
- Stefanova, M. Aspectos Etiológicos y epidemiológicos de la Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv.) de frijol en Cuba. En: 1er Taller Internacional sobre Bacteriosis común del Frijol. (15: 1996, 5- 9 de mayo: Univ. de Puerto Rico). Memorias Mayaguez, Puerto Rico, PROFRIJOL, 1996, pp. 121-129.
- Leyva, A. I. El país tendrá que pagar más por importar. En: Diario Granma Internacional. Órgano Oficial de Partido Comunista de Cuba. [en línea]. 2011. [Consultado: enero 2012]. Disponible en: <<http://www.granma.cubaweb.cu>>.
- Alfonso, L. C. A.; Avilés, P. R.; Challioux, L. M. Manual práctico para la producción de frijol. Ed. Marisa Chailioux Laffita. Santo Domingo. R. Dominicana. 1996, pp. 36.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Eds: Van Schoonhoven, A. y Pastor-Corrales, M. A, Palmira, Colombia. CIAT, 1981, 56 pp.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Enfermedades bacterianas del frijol: Identificación y control. Guía de Estudio. Palmira. Colombia. 1981, pp. 11-13.
- Cruz-Izquierdo, S.; Vallejo, P. R.; Bolaños, T. B.; Ramírez, R. I.; Espinosa, G. R.; Islas, S. S. y González, C. F. Producción masiva de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) Dye. *Agrociencia*, 2001, vol. 35, pp. 575-581. ISSN: 1405-3195.
- Di Rienzo, J. A.; Casanova, F.; Balzani, M. G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. Infostat Versión 2011. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [en línea]. 2011. Disponible en: <<http://www.infostat.com.ar>>.
- Hernández, T.; García, E.; Rodríguez, I. y Guzmán, C. Análisis de la resistencia a Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) en variedades de frijol. En: 1er Taller internacional sobre Bacteriosis común del frijol. (15: 1996, 5- 9 de mayo: Univ. de Puerto Rico). Memorias. Mayagüez, Puerto Rico. PROFRIJOL. 1996, pp. 96-106.
- Santos, A.; Bressan-Smith, R. E.; Pereira, M. G.; Rodríguez, R. y Ferreira, C. F. El Mapa genético de ligação del *Phaseolus vulgaris*, identificação de e QTLs responsáveis pela resistência à el *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*. *Fitopatología Brasileña*. 2003, vol. 28, no. 1, pp. 67-72. ISSN: 0100-4158.
- Faure, A. B.; Hernández, D. T. y Rodríguez, M. O. Mejoramiento del frijol común por su resistencia al virus del Mosaico dorado, Bacteriosis común y Mustia hilachosa. PROFRIJOL. Proyectos Regionales de Investigación. Doc.93/5. PROFRIJOL. Colombia. 1993, pp. 125-140.
- Robinson, R. A. Fitomejoramiento de los Cultivos para Reducir la Dependencia de Plaguicidas. *Bank Policy Research Report*, 2000, pp. 308-447.
- Niks, R. E. y Lindhout, W. H. Curso sobre mejoramiento para resistencia durable a patógenos especializados. Eds: Universidad de Wageningen, Wageningen, Holanda. 2004, 214 pp.

19. Cruz-Izquierdo, S.; Vallejo, P. R.; Espinosa, G. R.; González, C. F. y Islas, S. S. Selección para resistencia a Tizón común en frijol. *Fitotécnica Mexicana*, 2004, vol. 27, no. 2, pp. 141-147. ISSN: 0187-7380.
20. Lema, M.; Terán, H. y Singh, S. P. Selecting common bean with genes different evolutionary origins for resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. *Crop. Science*. 2007, vol. 43, pp. 1367-1374. ISSN: 1435-0653.
21. Beaver, S. J. y Osorio, J. M. Achievement y limitation of contemporary common bean breeding using conventional and molecular approaches. *Euphytica*. 2009, vol. 168, pp. 145-175. ISSN: 0014-2336.

Recibido: 27 de noviembre de 2013

Aceptado: 11 de junio de 2014

¿Cómo citar?

Rodríguez Miranda, Odile; Faure Álvarez, Benito; Ortiz Pérez, Rodobaldo; Miranda Lorigado, Sandra y Lamz Piedra, Alexis. Respuesta a bacteriosis común (*Xanthomonas axonopodis* p.v. *phaseoli*) en los cultivares comerciales de frijol común de cuba, en condiciones de campo. Afectación de los rendimientos por efecto de la inoculación. [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 2, pp. 92-99. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <-----/>.