



EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRO-MORFOLÓGICO A PARTIR DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD EN LÍNEAS DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) SEMBRADAS EN ÉPOCA TARDÍA

Evaluation of agro-morphological behavior based on the variability characterization of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines for late sowings

Alexis Lamz Piedra^{1✉}, Regla M. Cárdenas Travieso¹, Rodobaldo Ortiz Pérez¹, Víctor Montero Tavera², Benedicto Martínez Coca³, Carlos F. de la Fé Montenegro¹, Yanisia Duarte Leal³ y Lázaro E. Alfonzo Duque⁴

ABSTRACT. Among the main factors affecting bean production is the wrong varietal distribution over diverse environmental conditions under which it is grown. The research work was aimed at evaluating the agro-morphological behavior based on the variability characterization of promising common bean lines for late sowings. Thus, seeding was performed on January 20, 2014, using a randomized block design and four repetitions in "El Mulato" farm, belonging to "Orlando Cuellar" Strengthened Credit and Service Cooperative (SCSC), San José de las Lajas municipality, Mayabeque province. The evaluation was carried out on 14 agro-morphological variables that included phenological and morphological parameters, yield and its components, as well as rust (*Uromyces appendiculatus*) resistance. Results from analyzing statistical parameters and main components allowed detecting genetic variability among the evaluated lines. It was also detected that pod number per plant and 100-grain weight were the highest correlated variables with yield. In general, six out of the evaluated lines combined a high-yielding potential and from mid to high rust resistant reaction, standing out SCR 15 line, with a greater yield potential than those so far reported in Cuba. This suggests assessing these lines in regional trials for a further generalization-extension of the possible cultivars that contribute to focus an appropriate management of these genotypes and their use as rust resistant sources in bean breeding programs.

Key words: cultivar, genotypes, yield, rust, varieties

RESUMEN. Entre los principales factores que afectan la producción de frijol se encuentra la mala distribución de variedades para las diversas condiciones ambientales en que se cultiva. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento agro-morfológico, considerando la caracterización de la variabilidad de líneas de frijol común promisorias para siembras tardías. La siembra se realizó el 20 de enero de 2014 con un diseño de bloques al azar y cuatro repeticiones en la finca "El Mulato", perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) "Orlando Cuellar", en el municipio San José de las Lajas, Mayabeque. La evaluación se realizó usando 14 variables agro-morfológicas que incluyeron parámetros fenológicos, morfológicos, rendimiento y sus componentes, y resistencia a la roya (*Uromyces appendiculatus*). Los resultados del análisis de parámetros estadísticos y componentes principales, permitió detectar la variabilidad genética entre las líneas evaluadas. Además, se detectó que las variables de mayor correlación con el rendimiento fueron el número de vainas por plantas y la masa de 100 granos. De forma general, seis de las líneas evaluadas combinan alto potencial de rendimiento y reacción entre intermedia y altamente resistente ante la roya, destacándose la línea SCR 15, con rendimiento potencial muy superior a los reportados en Cuba hasta la fecha. Esto sugiere evaluar estas líneas en ensayos regionales para una posterior generalización-extensión de los posibles cultivares que contribuyan a enfocar un manejo adecuado de estos genotipos y su empleo como fuentes de resistencia a la roya en los programas de mejoramiento genético del frijol.

Palabras clave: cultivares, genotipos, rendimiento, roya, variedades

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

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío (INIFAP), México.

³ Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

⁴ Universidad Agraria de la Habana (UNAH), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

✉ alamz@inca.edu.cu

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es originario de América, pero se cultiva intensamente en toda la zona tropical y algunas regiones templadas del planeta. En la actualidad su producción ha alcanzado un carácter universal, constituyendo un valioso componente de la dieta humana, por ser una fuente importante de proteínas, vitaminas y minerales, con especial relevancia en la dieta de las poblaciones en América, sobre todo en los países en vías de desarrollo (1). Teniendo en cuenta que el frijol común es un cultivo de gran importancia para Cuba (2), se hace necesaria la implementación de estrategias para aumentar los rendimientos medio anuales, ya que están muy por debajo de la demanda nacional, con una producción de 68,1 miles de toneladas^A, por lo que el país tiene que erogar gran cantidad de divisas en la importación de este grano^B.

Entre los principales factores que afectan la producción del frijol, se encuentra la mala distribución de variedades para las diversas condiciones ambientales en que se cultiva, sean estas climáticas o tecnológicas (3), lo cual potencia el desarrollo de plagas que pueden en ocasiones limitar el rendimiento de los cultivos (4).

En Cuba, para el cultivo del frijol, se consideran tres épocas de siembra, septiembre-octubre como época temprana en la que generalmente ocurre la aparición de plagas bacterianas y fungosas, debido a la presencia de alta humedad y altas temperaturas; octubre-noviembre como época óptima, donde generalmente se registran los mejores rendimientos en este grano y, como época tardía, se consideran las siembras de diciembre-enero, donde los periodos húmedos de al menos 10 horas continuas por la entrada de frentes fríos (5) y la combinación con temperaturas moderadas a frescas (17-27 °C) provoca la aparición de la roya, ocasionada por el hongo *Uromyces appendiculatus*, en la etapa de prefloración (R5) y floración (R6), (6), lo que influye negativamente en el rendimiento, disminuyendo entre el 8 y el 54 %, en función del grado de tolerancia de las diferentes variedades, ya que este patógeno se considera la causa principal de las pérdidas en las cosechas en siembra tardía (7).

^A Oficina Nacional de Estadísticas. *Sector Agropecuario. Indicadores Seleccionados* [en línea]. cod. Anuario Estadístico de Cuba, 2015, [Consultado: 19 de febrero de 2016], Disponible en: <<http://www.one.cu/mensualprincipalesindicadoresagropecuario.htm>>.

^B Banco Central de Cuba. *Información Económica*, vol. 9, no. 34, 1 de agosto de 2014, RNPS 2330, [Consultado: 19 de febrero de 2016], Disponible en: <<http://www.bc.gob.cu/Anteriores/InfoBCC/2014/Informacion%20Economic%20No.%2034%20del%20010814.doc>>.

El manejo de variedades es una alternativa viable para el control agroecológico de plagas, si se tiene en cuenta la resistencia varietal ante un patógeno determinado, además de reducir los costos de producción por no emplear plaguicidas en el control fitosanitario (8). En la búsqueda de nuevos cultivares, el primer paso es conocer y explotar debidamente el patrimonio genético conservado (9). Partiendo de esta base, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento agro-morfológico, considerando la caracterización de la variabilidad de líneas de frijol común promisorias para siembras tardías.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el área de producción de la finca “El Mulato”, perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) “Orlando Cuellar”, teniendo en cuenta que esta finca se considera un ambiente de destino de los nuevos genotipos seleccionados.

En el estudio se evaluaron nueve líneas avanzadas, introducidas al Programa de la Innovación Agropecuaria Local (PIAL), rectorado por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Además, se evaluaron los cultivares comerciales BAT 93 (Engañador) como testigo con buen comportamiento agroproductivo en siembras tardías, Ica Pijao como testigo susceptible al ataque de roya (10) y Cuba Cueto 25-9N, siendo este el genotipo cultivado por el productor en dicha finca (Tabla I).

La preparación de suelo y las prácticas culturales se realizaron según se establece en la guía técnica para el cultivo del frijol común (2), con la excepción de que no se realizó control fitopatológico para prever la influencia sobre la aparición natural de las plagas.

Para la evaluación de los genotipos se tuvieron en cuenta 14 variables morfoagronómicas, según los descriptores recomendados para la caracterización de genotipos de frijol (11), así como la incidencia natural de roya del frijol provocada por el hongo *Uromyces appendiculatus* (Tabla II) por su importancia en variedades para siembras tardías.

Tabla I. Material genético evaluado

No	Genotipo	CS	Procedencia
1	SEN 81	negro	CIAT
2	SURU	blanco	PIF
3	SEN 74	negro	CIAT
4	RBF 15-70	negro	PIF
5	SCR 5	rojo	CIAT
6	SEN 95	negro	CIAT
7	XRAV 40-4	negro	PIF
8	MHN 322-49	Negro	PIF
9	SCR 15	rojo	CIAT
10	CC 25-9N	negro	INIFAT
11	Ica Pijao	negro	IIGranos
12	BAT 93 (Engañador)	crema	IIGranos

CS (Color de la semilla); CIAT (Centro Internacional de agricultura Tropical); PIF (Programa de Investigación de Frijol de Honduras), INIFAT (Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt.) IIGranos (Instituto de Investigaciones de Granos)

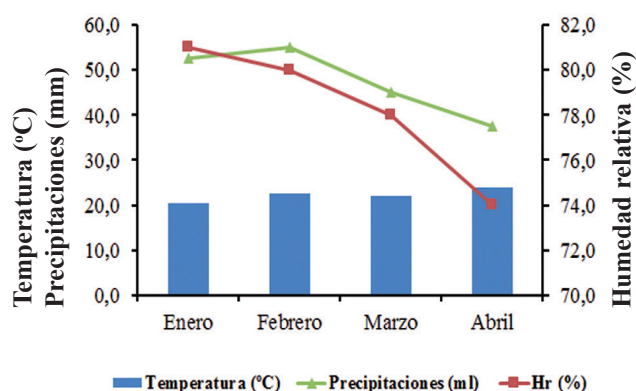
Tabla II. Variables para la evaluación del comportamiento agro-morfológico de líneas de frijol común

No	Código	Variables	No	Código	Variables
1	AP	Altura de la planta (cm)	8	NGV	Número de granos por vaina
2	NR	Número de ramas	9	MG	Masa de 100 granos
3	LV	Longitud de la vaina (cm)	10	Rend.	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
4	IF	Días al inicio de la floración	11	LG	Longitud del grano
5	DF	Días a la floración	12	AG	Ancho del grano
6	DMC	Días a la madurez de cosecha	13	Al.G	Alto del grano
7	NVP	Número de vainas por planta	14	R	Incidencia de roya (<i>Uromyces apendiculatus</i>)*

* Escala que clasifica la reacción del germoplasma al patógeno de la roya en tres categorías discretas: resistente, intermedia o susceptible según Van Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1991

La siembra se efectuó el 20 de enero de 2014, sobre un suelo clasificado como Nitisol ferrálico lixico (éutrico, arcilloso, ródico) (12). Las parcelas experimentales tuvieron cinco surcos con 5 m de longitud, separados a 0,60 m entre sí y la distancia entre plantas fue de 0,10 m. Estas se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas.

Se obtuvieron los valores medio de humedad relativa, temperatura y precipitaciones en el periodo en que se desarrolló el ensayo, en la estación meteorológica de Tapaste a 500 m del área experimental (Figura).



Comportamiento de las variables climáticas (temperatura, humedad relativa y precipitaciones) en el periodo en que se desarrolló la experimentación

Para las variables morfoagronómicas de cada genotipo, se seleccionaron 10 plantas al azar de los surcos centrales de cada parcela y para la evaluación de la incidencia de la roya, se tomaron los valores de los niveles de la enfermedad en la etapa R8 (llenado de las vainas) que fue donde mayor severidad se observó y se empleó la escala que clasifica la reacción del germoplasma al patógeno de la roya en tres categorías discretas: la resistente, la intermedia o la susceptible (11). La escala utilizada fue la siguiente:

Grados	Descripción
1	<i>Altamente resistente</i> : ausencia, a simple vista, de pústulas (Inmune).
3	Resistente: Presencia, en la mayoría de las plantas, de solo unas pocas pústulas, por lo regular pequeñas, que cubren aproximadamente el 2 % del área foliar.

5 *Intermedia*: presencia, en todas las plantas, de pústulas generalmente pequeñas o intermedias que cubren aproximadamente el 5 % del área foliar.

7 *Susceptible*: presencia, de pústulas generalmente grandes y rodeadas, con frecuencia de halos cleróticos que cubren aproximadamente el 10 % del área foliar.

9 *Altamente susceptible*: presencia, de pústulas grandes y muy grandes con halos cloróticos, las cuales cubren más del 25 % del área foliar y causan defoliación prematura.

Para determinar el rendimiento en grano, se tomó un metro lineal de los dos surcos centrales de las cuatro parcelas de cada genotipo y se llevó a kg ha⁻¹.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los estadísticos básicos (media, desviación estándar y coeficiente de variación) se obtuvieron para cada variable evaluada. Para determinar las variables que más contribuyen a la variabilidad total en la colección, se realizó un análisis de componentes principales (ACP). El coeficiente de correlación simple de Pearson se calculó para medir el grado de asociación entre pares de caracteres. A las variables que se relacionaron con el rendimiento y a la variable, incidencia de roya, luego de comprobar los supuestos teóricos de normalidad y homogeneidad de varianza, se le aplicó análisis de varianza de clasificación doble y las diferencias significativas entre tratamientos se verificaron por la prueba de rango múltiple de Tukey 0,05. El análisis estadístico se llevó a cabo con el software SPSS versión 15.0.1 (13).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 14 variables evaluadas sólo el rendimiento y la reacción ante la roya mostraron CV>50 % y las 12 restantes presentaron CV≤50 % (Tabla III). Cabe destacar que las variables fenológicas (IF, media=35,12, DF, media=40,31, DMC, media=82,98) estuvieron entre las de menor CV. Los valores medio de estos parámetros se encuentran entre las preferencias de los productores en Cuba, ya que generalmente se opta por genotipos que culminen

su ciclo biológico antes de los 100 días después de la siembra. Además, un ciclo biológico relativamente corto será de mucha importancia en aquellos genotipos que se proponen para siembras tardías, pues terminan su ciclo cuando las condiciones agroclimáticas aún son favorables para el cultivo.

Por medio del análisis de componentes principales con las 14 variables, se logró explicar el 93,33 % de la variabilidad total con las dos primeras componentes. Los caracteres de mayor contribución en las dos primeras componentes, resultaron ser, en la primera componente la longitud de la vaina (LV), la masa de cien granos (MG), el largo del grano (LG) y el ancho del grano (AG); mientras que, en la segunda componente, los días a la madurez de cosecha (DMC), el número de vainas por plantas (NVP) y el rendimiento (Rend), que presentaron los mayores valores absolutos (Tabla IV).

Estas variables son ampliamente empleadas para la caracterización de genotipos de frijol^c y tienen suma importancia ya que están relacionados con el rendimiento (NVP, NGV, Rend. LG y AG), los gustos culinarios (LG y AG) y la fenología del cultivo (IF) que es uno de los criterios de los productores para la selección de la variedad a cultivar.

Tabla III. Parámetros estadísticos de las características cuantitativas evaluadas en 12 genotipos de frijol común sembrados en época tardía

Variables	Media	DE	CV
AP (cm)	55,52	18,37	33,09
NR	2,72	1,08	39,69
IF	35,12	4,09	11,66
DF	40,31	3,31	8,2
DMC	82,98	5,97	7,19
NVP	16,46	7,4	44,95
NGV	5,65	0,89	15,84
LV (cm)	9,77	1,62	16,57
MG (g)	24,38	6,21	25,46
Rend. (kg)	2422,38	1312,68	54,19
LG (mm)	10,43	1,29	12,37
AG (mm)	6,31	0,52	8,18
Al.G (mm)	4,64	0,67	14,5
Roya	3,3	2,4	72,71

(AP) altura de la planta en cm; (NR) número de ramas; (IF) días al inicio de la floración; (DF) días a la floración; (DMC) días a la madurez de cosecha; (NVP) número de vainas por plantas; (NGV) número de granos por vainas; (LV) largo de la vaina en cm; (MG) masa de 100 semillas en g; (Rend.) rendimiento kg ha⁻¹; (LG) largo del grano; (AG) ancho del grano; (Al.G) altura del grano; (DE) desviación estándar; (CV) coeficiente de variación

Tabla IV. Matriz de componentes principales

Variables	Componentes	
	1	2
AP	0,57	-0,30
NR	-0,11	0,32
IF	-0,69	0,36
DF	-0,56	0,68
DMC	-0,23	0,77
NVP	0,10	0,83
NGV	-0,54	0,00
LV	0,71	-0,10
MG	0,75	0,56
Rend	0,44	0,81
LG	0,87	-0,11
AG	0,81	-0,02
Al.G	0,66	0,42
Roya	-0,58	-0,10
Porcentaje de contribución	35,15	58,18
Contribución total		93,33

Otro aspecto importante de las variables de mayor contribución a la variabilidad entre las líneas evaluadas es que son de fácil determinación, lo que ahorraría tiempo y humaniza el trabajo de caracterización de los diferentes materiales. Todas estas características correlacionaron positivamente, con excepción del IF que correlacionó negativamente con la primera componente.

Las características agromorfológicas tienen un rol importante en el análisis de varianza entre especies cultivadas y progenitores criollos o silvestres^A. Por su parte, los caracteres de grano en el frijol han sido objeto de estudio en disímiles investigaciones (14) y, a través de estos, se ha podido encontrar variación biológica en cuanto a características físicas relacionadas con el tamaño y la masa de los granos.

Existen investigaciones donde se ha corroborado la variabilidad entre variedades criollas intra e inter especies de frijol, en relación con las características físicas de la semilla y de la planta, estos por lo general, corresponden a amplias zonas geográficas (14), lo que resalta la importancia de estos caracteres del grano que contribuyen a caracterizar la diversidad existente en una colección de frijol y contribuyen estos métodos clásicos a estimar la diversidad genética entre y dentro de grupos de las variedades cultivadas. Pocos estudios de variabilidad en la especie *Phaseolus* emplean los caracteres del grano como variables para su descripción. Sin embargo, el estudio de estos caracteres ha demostrado ser útil en detectar la variabilidad existente entre accesiones de frijol, particularmente con la forma, el tamaño y el color de los granos (15).

El análisis de las correlaciones permitió detectar que el rendimiento mostró correlación positiva y significativa con el número de vainas por plantas (0,83) y la masa de 100 granos (0,76) (Tabla V). Es evidente encontrar relaciones positivas entre el NVP y el rendimiento, ya que la contribución de este carácter al rendimiento en granos final en cultivares de frijol se

^c Gill, L. H. R. *Diversidad genética del frijol común y su implicación en el mejoramiento genético asistido en México*. Tesis de Doctorado, Altamira, Tamaulipas, 2009, 112 p.

ha informado anteriormente (16). Al respecto, algunos autores han señalado que el número de vainas por planta es el principal componente del rendimiento final en grano seco del frijol común, lo que indica la participación directa de este componente en el rendimiento final de este cultivo (17).

Por otro lado, la masa de 100 granos, también ha sido reportado con correlación positiva y altamente significativa con el rendimiento (17), aunque de menor magnitud ($r=0,5027$); sin embargo, esta variable, no siempre ha mostrado correlación positiva con la productividad de esta leguminosa, pero ya se ha reportado correlación negativa y significativa en líneas de frijol caupi (*Vigna unguiculata* L.) cultivadas en condiciones de secano y de riego (18).

Cabe destacar, que la incidencia de la roya no mostró correlación con el rendimiento (-0,34), lo cual puede estar dado por una influencia indirecta de este carácter, a través de otros componentes del rendimiento, como es el caso de la masa de 100 granos que si mostró correlación negativa y significativa con

esta variable (-0,60*), lo que indica una disminución de la masa con el aumento de la susceptibilidad a la roya con su consecuente efecto sobre el rendimiento final en granos (Tabla V).

En la Tabla VI, se puede observar el análisis de varianza de las variables NVP y la masa MG, que fueron las que mostraron mayor correlación con el rendimiento y la respuesta a la roya, por la importancia de este carácter en los genotipos de frijol propuestos para siembras tardías.

De manera general, se obtuvieron buenos rendimientos teniendo en cuenta que la media general fue superior a los 2400 kg ha⁻¹ (Tabla VI).

La línea SCR 15 mostró los mejores resultados con un NVP de 27,8, la mayor masa MG (33 g), comportamiento altamente resistente ante la incidencia natural de la roya y un rendimiento que superó al testigo (BAT-93) recomendado para siembras tardías (10). El rendimiento de este genotipo además, se considera el primer reporte de rendimiento superior a las 3,300 kg ha⁻¹ en las condiciones agroclimáticas en que se desarrolló el cultivo.

Tabla V. Matriz de correlaciones

	AP	NR	IF	DF	DMC	NVP	NGV	LV	MG	Rend.	LG	AG	Al.G	Roya
AP	1													
NR	0,27	1												
IF	-0,54	0,19	1											
DF	-0,53	0,12	0,87**	1										
DMC	-0,12	0,25	0,27	0,65*	1									
NVP	-0,15	0,33	0,05	0,34	0,58*	1								
NGV	-0,08	0,17	0,07	0,16	0,18	0,04	1							
LV	0,85**	0,29	-0,57	-0,51	-0,22	0,13	-0,05	1						
MG	0,09	0,05	-0,24	-0,02	0,11	0,46	-0,45	0,42	1					
Rend	0,02	0,28	-0,18	0,16	0,49	0,83**	-0,08	0,31	0,76**	1				
LG	0,44	-0,15	-0,45	-0,45	-0,35	-0,06	-0,70*	0,57	0,63**	0,21	1			
AG	0,39	-0,41	-0,57	-0,34	-0,06	-0,02	-0,44	0,40	0,52**	0,25	0,76**	1		
Al.G	0,17	-0,13	-0,19	0,08	0,17	0,18	-0,24	0,31	0,78**	0,49	0,54	0,71**	1	
Roya	-0,06	0,15	0,27	0,26	0,24	-0,07	0,59*	-0,15	-0,60*	-0,34	-0,34	-0,32	-0,35	1

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral)

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Tabla VI. Resultado del análisis de varianza para las variables que se relacionaron con el rendimiento y la reacción a la roya de 12 genotipos de frijol

Línea o variedad	NVP	MG (g)	Variables		Rend. (kg ha ⁻¹)
			Roya	Cat.	
			VE		
SEN 81	10,2 d	23 e	1	AR	1424,68 de
SURU	16,9 bcd	26,05 d	5	I	3030,95 bc
SEN 74	19,7 bc	29 c	2,2	R	2381,71 cd
RBF 15-70	10,9 d	14,93 g	7,2	S	1017,23 e
SCR 5	15,2 bcd	29 c	2,6	R	2812,34 bc
SEN 95	13,1 cd	31 b	2	R	2472,45 cd
XRAV 40-4	9,4 d	13,60 g	3	R	888,57 e
MHN 322-49	13,1 cd	29 c	2,2	R	2387,88 cd
SCR 15	27,8 a	33 a	1	AR	4772,57 a
CC 25-9N	22,4 ab	24,02 e	5,2	I	3671,00 ab
Ica Pijao	19,4 bc	17 f	7,2	S	1450,51 de
BAT 93 (Engañador)	19,4 bc	23 e	1	AR	2758,62 bc
Media	16,45	24,38	3,3		2422,38
DE	7,39	6,20	2,39		1312,68

Valores con la misma letra indican respuesta estadística similar con la prueba de Tukey $\alpha = 0,05$

(NVP) número de vainas por plantas; (MG) masa de 100 granos; (Rend.) rendimiento; (VE) valor de la escala; (Cat.) categoría; (DE) desviación estándar de la media

Resulta importante destacar, que el cultivar Cuba Cueto 25-9N, a pesar de mostrar reacción intermedia ante la incidencia natural de la roya, lo cual no concuerda con autores anteriores (10) quienes lo clasificaron como susceptible, mostró alto rendimiento, superando también al testigo para estas siembras tardías BAT-93. Esta respuesta puede estar dada por la patogénesis y la diversidad de los patotipos del hongo presente en el área en que se realizó el estudio.

La respuesta de los diferentes materiales genéticos puede variar. Al respecto, se ha planteado que, *U. appendiculatus* es un hongo genéticamente variable con numerosas razas fisiológicas, motivo por el cual el frijol se ha adaptado mediante la utilización de aproximadamente 11 genes de resistencia conocidos genéricamente como *Ur* (5). Además, se ha comprobado que los genes de resistencia se encuentran formando grupos y la resistencia que confieren son raza-específica; por ello diversas combinaciones de genes podrían conferir resistencia a diferentes razas (19).

Por otro lado, el genotipo RBF15-70 mostró reacción susceptible ante la incidencia de la roya con un comportamiento similar para este carácter al testigo susceptible Ica Pijao.

Los restantes genotipos mostraron rendimientos superiores a 1 000 kg ha⁻¹, con reacción a la roya entre resistente e intermedios, lo que sugiere el empleo de los materiales estudiados como fuentes de resistencia a esta importante plaga en los programas de mejoramiento del cultivo del frijol en Cuba o como posibles cultivares, así como la evaluación en ensayos regionales de estos para una posterior generalización-extensión de los resultados.

CONCLUSIONES

- ◆ Se detectó variabilidad entre las líneas evaluadas. Las variables que más contribuyen a la variabilidad entre los genotipos fueron la longitud de la vaina, masa del grano, largo de grano, ancho del grano, los días a la madurez de cosecha, el número de vainas por plantas y el rendimiento.
- ◆ Las variables número de vainas por plantas y masa de 100 granos, son indicadores que permiten seleccionar los genotipos de frijol con mejor respuesta agronómica en condiciones época tardía.
- ◆ Excepto la línea RBF15-70 todos los genotipos evaluados mostraron reacción entre altamente resistente e intermedios a la incidencia natural de la roya. El rendimiento medio de todos los genotipos superó los 2000 kg ha⁻¹ y la línea SCR 15 mostró rendimientos superiores a 4500 kg ha⁻¹ y respuesta de inmunidad ante la incidencia natural de la roya.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guachambala, C. M. S. y Rosas, S. J. C. "Caracterización molecular de accesiones cultivadas y silvestres de frijol común de Honduras". *Agronomía Mesoamericana*, vol. 21, no. 1, 2 de octubre de 2009, pp. 51-61, ISSN 2215-3608, DOI 10.15517/am.v21i1.4911.
2. Faure, B.; Benítez, R.; León, N.; Chaveco, O. y Rodríguez, O. *Guía técnica para el cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. edit. Agroecológica, La Habana, Cuba, 2013, ISBN 978-959-7210-67-2.
3. Santos, P. H.; Melo, L. C.; Faria, L. C. de; Peloso, D.; José, M.; Díaz, J. L. C. y Wendland, A. "Indication of common bean cultivars based in joint evaluation of different growing seasons". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 45, no. 6, junio de 2010, pp. 571-578, ISSN 0100-204X, DOI 10.1590/S0100-204X2010000600006.
4. Cárdenas, T. R. M. y de la Fé, M. C. F. "Respuesta de genotipos de garbanzo (*Cicer arietinum* Lin.) a la roya (*Uromyces ciceris-arietini* (Grognot) Jacz. & Boyd y su relación con el tipo de hoja". *Cultivos Tropicales*, vol. 34, no. 4, diciembre de 2013, pp. 50-54, ISSN 0258-5936.
5. Montero, T. V.; Gallegos, A. J. A.; García, G. B. Z. y Chavira, G. M. M. "Combinación de genes de frijol que le confieren resistencia contra *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger". *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 33, no. SPE.4, septiembre de 2010, pp. 111-115, ISSN 0187-7380.
6. Mena, J. y Velázquez, R. *Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas*. vol. 24, edit. CIRNOC-INIFAP, Campo Experimental Zacatecas, México, 2010, ISBN 978-607-425-353-5.
7. González, M. y García, E. "Evaluación de las pérdidas por roya en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferentes épocas de siembra en Cuba". *Agronomía mesoamericana*, vol. 7, no. 1, 1996, pp. 95-98, ISSN 1021-7444.
8. Schwartz, H. F. y Singh, S. P. "Breeding Common Bean for Resistance to White Mold: A Review". *Crop Science*, vol. 53, no. 5, 2013, p. 1832, ISSN 0011-183X, DOI 10.2135/cropsci2013.02.0081.
9. Beovides, G. Y.; Millán, J. M. D.; Coto, A. O.; Rayas, C. A.; Basail, P. M.; Santos, P. A.; López, T. J.; Medero, V. V. R.; Cruz, A. J. A.; Ruiz, D. E. y Rodríguez, P. D. "Caracterización morfológica y agronómica de cultivares cubanos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)". *Cultivos Tropicales*, vol. 35, no. 2, junio de 2014, pp. 43-50, ISSN 0258-5936.
10. Bernal, C. A.; Cuevas, A. A.; Quintero, F. E.; Quiñones, R. R.; Díaz, C. M.; Saucedo, C. O. y Herrera, Of. I. "Evaluación de la resistencia a la roya (*Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint var. *typica* Arth) en 25 variedades de frijol común *Phaseolus vulgaris* L.". *Fitosanidad*, vol. 16, no. 1, 20 de diciembre de 2012, pp. 33-38, ISSN 1818-1686.
11. Van Schoonhoven, A. y Pastor-Corrales, M. A. *Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol*. edit. CIAT, 1987, 60 p., ISBN 978-84-89206-73-1.
12. Hernández, A.; Pérez, J.; Bosch, D. y Castro, N. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. edit. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 2015, 93 p., ISBN 978-959-7023-77-7.

13. IBM Corporation. *IBM SPSS Statistics* [en línea]. versión 15.0.1, [Windows], U.S, 2006, Disponible en: <<http://www.ibm.com>>.
14. Pliego, M. L.; López, B. J. y Aragón, R. E. "Características físicas, nutricionales y capacidad germinativa de frijol criollo bajo estrés hídrico". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, no. 6, 2 de agosto de 2013, pp. 1197-1209, ISSN 2007-9230.
15. Cruz, B. J.; Camarena, M. F.; Baudoin, J. P.; Huaríngá, J. A. y Blas, S. R. "Evaluación agromorfológica y caracterización molecular de la ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.)". *Idesia (Arica)*, vol. 27, no. 1, abril de 2009, pp. 29-40, ISSN 0718-3429, DOI 10.4067/S0718-34292009000100005.
16. Barrios, E. J.; López, C.; Kohashi, J.; Acosta, J. A.; Miranda, S. y Mayek, N. "Avances en el mejoramiento genético del frijol en México por tolerancia a temperatura alta y a sequía". *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 34, no. 4, diciembre de 2011, pp. 247-255, ISSN 0187-7380.
17. Delgado, H.; Pinzón, E. H.; Blair, M. y Izquierdo, P. C. "Evaluation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines result of an advanced backcross between a wild accession and radical cerinza". *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 16, no. 1, junio de 2013, pp. 79-86, ISSN 0123-4226.
18. Silva, J. A. L. da y Neves, J. A. "Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado". *Revista Ciência Agronômica*, vol. 42, no. 3, 30 de mayo de 2011, pp. 702-713, ISSN 1806-6690.
19. Correa, R. X.; Costa, M. R.; Good-God, P. I.; Ragagnin, V. A.; Faleiro, F. G.; Moreira, M. A. y de Barros, E. G. "Sequence Characterized Amplified Regions Linked to Rust Resistance Genes in the Common Bean". *Crop Science*, vol. 40, no. 3, 2000, p. 804, ISSN 1435-0653, DOI 10.2135/cropsci2000.403804x.

Recibido: 8 de diciembre de 2014

Aceptado: 13 de agosto de 2015