

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

**Efecto de la selección participativa de variedades en la
identificación de genotipos sobresalientes de frijol común
(*Phaseolus vulgaris* L.)**

**Effect of participatory selection of varieties on the identification of
outstanding common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Alexis Lamz Piedra¹, Regla María Cárdenas Travieso¹, Rodobaldo Ortiz Pérez¹, Yoel
Hernandez Gallardo² y Lázaro Eladio Alfonso Duque³

¹Departamento de Genética y Mejoramiento de las Plantas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Carretera a
Tapaste km 3½, Gaveta Postal No. 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700

²Cooperativa de Crédito Servicios Fortalecida (CCSF) Orlando Cuellar, Carretera a Tapaste km 4 ½, San José de las
Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700

³Universidad Agraria de la Habana (UNAH), km 23½ de la Autopista Nacional, San José de las Lajas, Mayabeque,
Cuba, CP 32700

E-mail: alamz@inca.edu.cu

RESUMEN

Entre los principales factores que afectan la producción de frijol se encuentra la pobre distribución de variedades para las diversas condiciones ambientales en que se cultiva. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de la selección participativa de materiales genéticos foráneos y comerciales o precomerciales de frijol común en la identificación de genotipos sobresalientes por su rendimiento y resistencia a la Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye (Xcp). En la finca "El Mulato" perteneciente a la Cooperativa de Crédito y Servicios Fortalecida (CCSF) "Orlando Cuellar", en el municipio San José de las Lajas, Mayabeque, se condujeron dos experimentos; en el primero se sembraron 15 genotipos el 13 de septiembre de 2014 (época temprana) en parcelas experimentales para desarrollar una feria de diversidad y evaluar la incidencia natural de Bacteriosis común del frijol. En el segundo experimento, se sembraron el 25 de diciembre (época tardía) los materiales seleccionados por los agricultores con comportamiento agronómico superior (siete genotipos) para validar la estabilidad de su rendimiento. Los resultados permitieron identificar una diversidad efectiva de 93,33 % entre los materiales seleccionados y los criterios selectivos con los que esta diversidad estuvo relacionada fueron el alto rendimiento, la resistencia a la Bacteriosis común y el color de los granos. Se detectó que la selección de la diversidad de frijol por los agricultores no está influenciada por el origen de los materiales y la selección participativa permite identificar genotipos de frijol común con alto potencial de rendimiento, estables entre épocas de siembra.

Palabras clave: cultivares, diversidad varietal, fitomejoramiento, frijol, plagas, *Xanthomonas campestris*

ABSTRACT

Among the main factors affecting bean production is poor distribution of varieties for different environmental conditions in which its are grown. The aim of this work was to evaluate the impact

of participatory selection of foreign genetic materials and national commercial and pre-commercial common bean in identifying genotypes for their outstanding performance and resistance to common bacteriosis (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye (Xcp). In the “El Mulato” farm belonging to the Empowered Cooperative of Credit and Services (CCSF) “Orlando Cuellar” in the municipality San José de las Lajas, Mayabeque, two experiments were conducted. In the first one, 15 genotypes were planted in 13 September 2014 (early season) in experimental plots to develop a diversity Fair and evaluate the natural incidence of common bean bacteriosis. In the second experiment, they were sown on 25 December (late season) the materials selected by farmers with superior agronomic performance (7 genotypes) to validate the stability of its performance. Among the results, an effective range of 93,33 % between the selected materials and selective criteria that this diversity was identified were high performance, resistance to common bacteriosis and color of beans. It was found that the selection of the diversity of beans by farmers is not influenced by the origin of materials and participatory selection identified common bean genotypes with high yield potential and stability between planting seasons.

Keywords: cultivars, varital diversity, plant breeding, common bean, genotypes, pest, *Xanthomonas campestris*

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa alimenticia más importante en el trópico de América Latina y África oriental y meridional; es cultivado generalmente por pequeños agricultores en estas regiones (Beebe *et al.*, 2008).

Esta leguminosa constituye un plato fundamental en la dieta de los cubanos, donde de conjunto con el arroz conforman la comida típica de la población. Sin embargo, el país ha estado importando unas 60 mil toneladas del grano por año para poder satisfacer la demanda del mercado, cifra que al precio promedio actual equivale a más de 52 millones de dólares, lo que pone en riesgo la seguridad alimentaria de la población debido a la erogación de gran cantidad de divisas (BCC, 2013).

En Cuba se siguen estrategias para aumentar el rendimiento y reducir las importaciones, para lo cual, se han destinado grandes extensiones de tierras tanto en el sector estatal como en fincas de agricultores, seguido de la implementación de acciones con el fin de promover la producción de semillas, el mejoramiento de las variedades, entre otras.

Por otro lado, la producción de frijol se lleva a cabo mayoritariamente por el sector no estatal de producción, en condiciones diversas y de limitada disponibilidad de insumos agroquímicos y energéticos. En estas condiciones, las variedades desarrolladas obtenidas en los centros de investigación, muchas veces no están disponibles para los pequeños campesinos por problemas de

acceso o no se adaptan a las diversas condiciones de las fincas (Miranda, 2011).

A tal efecto, se hace necesario contar con variedades que contribuyan al aumento de los rendimientos por su mejor adaptación a los diversos agroecosistemas en que se cultiva esta leguminosa (Pedroza-Sandoval *et al.*, 2016), Asimismo, se hace necesario encontrar puntos de encuentros entre la selección campesina y la de los fitomejoradores para lograr obtener variedades con mayor impacto productivo.

En este contexto, el diseño de estrategias de disseminación, manejo y conservación de los cultivares disponibles en Cuba es de suma importancia. A partir del año 2000, en Cuba se ha desarrollado una metodología nombrada “Ferias de Agrobiodiversidad”, la cual ha contribuido a la introducción de nuevas tecnologías y nueva diversidad de diferentes cultivos a las fincas de los agricultores (Miranda, 2011). Ello permite una selección participativa de las nuevas variedades que pueden influir en el aumento de los rendimientos ya que se identifican genotipos sobresalientes para cada ecosistema (Moya *et al.*, 2009) lo que está dado por la adaptación específica de variedades que juega un papel crucial en los sistemas de agricultura agroecológica.

Dicho lo anterior, se hace necesario la evaluación del impacto de estas ferias. Una tentativa pudiera ser la evaluación de la respuesta agronómica de los nuevos materiales introducidos de frijol común, centrándose en conocer cómo influye la selección participativa en la identificación

de genotipos foráneos y locales de frijol común sobresalientes por su rendimiento y respuesta ante las principales plagas.

Así se puede plantear la hipótesis que la selección participativa de material genético de frijol común permitiría la identificación de genotipos sobresalientes por su rendimiento y resistencia a plagas, así como, relacionarlo con criterios de selección que permitan la valoración de la preferencia de los agricultores entre material foráneo y comercial. Debido a lo planteado anteriormente el presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la selección participativa de materiales genéticos foráneos y comerciales nacionales de frijol común en la identificación de genotipos sobresalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se desarrollaron sobre un suelo clasificado como Nitisol ferrálico lixiviado típico (éutrico, ródico, arcílico) según Hernández *et al.* (2015), en la finca “El Mulato” dedicada a la producción de cultivos varios (raíces y tubérculos, hortalizas y granos), perteneciente a la Cooperativa de Crédito y Servicios Fortalecida (CCSF) “Orlando Cuellar”. Esta finca está situada en la localidad Tapaste, municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque, a los 23°01’ latitud norte y los 82°13’ W, con una altitud de 122 msnm.

Montaje de los experimentos

Experimento I. Selección participativa de material genético de frijol común y análisis de la coincidencia con el rendimiento

Para el desarrollo de la feria de agrobiodiversidad de frijol, el 13 de septiembre de 2014 se

sembraron parcelas experimentales de cinco hileras separadas a 0,60 m y 5 m de longitud y distancia entre plantas de 0,10 m. Las atenciones culturales se hicieron según lo establecido en la guía técnica para la producción del cultivo del frijol (Faure *et al.*, 2014). Se utilizaron 15 genotipos de frijol común (seis variedades comerciales, una variedad precomercial, cinco donadas por el Programa de Investigaciones en Frijol de Honduras (PIF) y tres del Vivero de Fuentes de Resistencia (VIFURE) del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

En la fase R 6 (Inicio de la floración) se evaluó de la reacción de los diferentes materiales genéticos ante la incidencia natural de la Bacteriosis común, mediante la escala de nueve puntos que clasifica dicha reacción en tres categorías discretas: resistente, intermedia o susceptible (Van-Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1991) (Tabla 1).

En la etapa R 8, se invitaron agricultores de cooperativas agropecuarias del territorio para participar en una feria de agrobiodiversidad. La feria fue organizada según lo informado en la metodología descrita por De la Fé *et al.* (2003). Participaron 22 agricultores, de los que 21 (95,45 %) son cultivadores de frijol en sus fincas.

Los genotipos se identificaron solo con un número de serie y a cada agricultor se les dio una planilla para seleccionar hasta cinco materiales de los expuestos en la feria. Cada material de los expuestos tenía una muestra de las semillas para que se observara el color, forma y tamaño de los granos.

Los resultados de la selección se agruparon según el porcentaje de aceptabilidad de los genotipos y se verificó la relación existente

Tabla 1. Escala general para evaluar la reacción del germoplasma de frijol a patógenos bacterianos y fungos

Calificación	Categoría	Descripción	Comentarios
1			
2	Resistente	Síntomas no visibles o muy leves	Germoplasma útil como progenitor o variedad comercial
3			
4			
5	Intermedio	Síntomas visibles y conspicuos que solo ocasionan un daño económico limitado	Germoplasma utilizables como variedad comercial o como fuente de resistencia a ciertas enfermedades
6			
7	Susceptible	Síntomas severos a muy severos que causan pérdidas muy considerables en rendimiento o muerte de planta	En la mayoría de los casos, germoplasma no útil, ni aun como variedad comercial
8			
9			

con el rendimiento de los diferentes materiales seleccionados por los productores. Se analizó el porcentaje de la diversidad efectiva según el origen del material genético, foráneos (MF) o nacionales (comerciales o precomerciales).

La toma de muestras para determinar el rendimiento se hizo en madurez de cosecha, seleccionando un metro lineal de los surcos del centro de la parcela (tres veces en cada parcela) y se expresó en kg ha⁻¹ al 13 % de humedad.

Experimento II. Validación del comportamiento agronómico de las líneas y variedades seleccionadas

Para la validación del comportamiento agronómico del material genético más seleccionado (siete genotipos), se hizo una siembra el 25 de diciembre de 2014 en un diseño de bloques al azar y tres réplicas. Las parcelas para cada genotipo tuvieron un área de 3,6 m² con tres hileras de 2 m de longitud, separadas a 0,60 m entre sí y una distancia entre plantas de 0,10 m. Para evaluar el rendimiento se tomó un metro lineal del surco central de cada parcela, dejando 0,50 m en cada extremo de la hilera para evitar el efecto de borde y se expresó en kg ha⁻¹ al 13 % de humedad.

Para determinar la preferencia en la selección, los porcentajes obtenidos por los dos grupos

de genotipos (foráneos y comerciales) fueron transformados al arcoseno raíz del % y se sometieron a una prueba t de Student, dado que los dos grupos no tenían la misma cantidad de genotipos.

La estabilidad del comportamiento agronómico de los genotipos más seleccionados, se determinó mediante un análisis bifactorial del rendimiento donde los dos factores fueron las variedades o líneas y las dos épocas de siembra (temprana y tardía). El análisis se realizó mediante el paquete estadístico SPSS 15 para *Windows*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respuesta ante la Bacteriosis común como criterio para la introducción de la diversidad de frijol

En Tabla 2 se puede apreciar la reacción de los genotipos evaluados según la incidencia natural de Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli*), enfermedad de vital importancia en la producción de este grano en Cuba (Rodríguez, 2011).

Se detectó una reacción entre 2 y 8 (resistente y susceptible, respectivamente) según la escala propuesta por Van-Schoonhoven y Pastor-Corrales (1991) para la evaluación de reacción en campo ante este patógeno, lo que indica que

Tabla 2. Reacción de los genotipos de frijol común a la incidencia natural de la Bacteriosis del frijol

No	Identificación Genotipo	Procedencia	Color	Reacción a Bc	
				VE	Cat.
1	Catrachita	PIF	rojo	8	S
2	X0104-45-5-1-4	PIF	rojo	3	R
3	BAT 93	V. Comercial	crema	2	R
4	M 112	V. Comercial	rojo	4	I
5	Velasco largo	V. Comercial	rojo	7	S
6	Ica Pijao	V. Comercial	negro	5	I
7	XAN 159	VIFURE	crema	3	R
8	CUT 53	V. precomercial	negro	5	I
9	X0104-52-5-5-3	PIF	rojo	2	R
10	X069157-14-4-1-3	PIF	café	3	R
11	X069157-14-4-5-5	PIF	rojo	2	R
12	Chévere	V. Comercial	blanco	5	I
13	PI325761	VIFURE	rojo	4	I
14	XAN 112	VIFURE	crema	4	I
15	Cuba Cueto 25-9N (CC25-9N)	V. Comercial	negro	5	I
		Media General		4,1	

Bc: Bacteriosis común; **VE:** Valor de la escala; **Cat.:** Categoría (Susceptible, Resistente, Intermedia); **V. Comercial:** Variedad comercial asentada en el registro nacional de variedades comerciales de Cuba; **V. pre-comercial:** variedad pre-comercial o línea experimental en estado avanzado; **VIFURE:** Vivero de Fuentes de Resistencia; **PIF:** Programa de Investigaciones en Frijol de Honduras

hubo variación en la respuesta de los diferentes genotipos. Las variedades Velasco largo y Catrachita fueron las únicas que mostraron reacción susceptible (7 y 8 valor de la escala, respectivamente) lo que está en correspondencia con lo informado por Rodríguez (2011).

Por otro lado, la reacción de resistente, así como la reacción intermedia de la mayoría de los genotipos evaluados, ha sido informada anteriormente por los obtentores de estos en los diversos programas de mejora de donde provienen. Tal es el caso de XAN 159 que ha sido un avance en el mejoramiento para la resistencia a la Bacteriosis común a partir de un cruce entre *P. vulgaris* y *P. acutifolius* (PI 319443). Asimismo, XAN 112 ha mostrado mejor adaptación a los trópicos, madurez temprana, así como resistencia a otros patógenos importantes (Rodríguez, 2011). Si se tienen en cuenta estos resultados, resulta importante valorar el comportamiento agronómico y la aceptabilidad de los agricultores de estos materiales para ser diseminados en las zonas productoras de este grano.

La Bacteriosis común es una enfermedad importante del frijol común, debido a los daños que ocasiona y a su amplia distribución en diferentes países, principalmente en las áreas productoras del trópico, donde se ubica dentro

de los primeros cuatro problemas fitopatológicos para este cultivo (Rodríguez, 2011).

Dado la importancia de esta enfermedad, ha sido informado el uso de genotipos resistentes como una de las principales medidas para evitar el daño causado por la Bacteriosis común (Rodríguez, 2011) de aquí que varios programas de mejora se han enfocado en la búsqueda de resistencia a dicha enfermedad.

Por otro lado, algunos de los genotipos evaluados pueden ser incorporados a los programas de mejora genética de este cultivo para ser utilizados como progenitores y así conferir resistencia a las progenies resultantes. Asimismo, su introducción en fincas de agricultores resultaría de vital importancia para enfrentar los daños ocasionados por Bacteriosis común. En esta actividad, resulta importante el empleo de métodos participativos donde los propios agricultores puedan seleccionar la diversidad mostrada por sus propios criterios de selección.

Selección participativa de variedades (SPV) y su relación con el rendimiento

La selección participativa de variedades arrojó que el 93,33 % de la diversidad de frijol mostrada fue seleccionada por los agricultores del territorio (Tabla 3), lo que demuestra una alta aceptación de los materiales expuestos. Esto ha sido definido

Tabla 3. Coincidencia en la selección por el rendimiento y la selección participativa efectuada por los agricultores

No	Identificación		Rend. (kg ha ⁻¹)	Porcentaje de selección	
	Genotipo	Color		%	NP
1	Catrachita	rojo	600,96	0	0
2	X0104-45-5-1-4	rojo	2252,91	90,90	20
3	BAT 93	crema	1843,06	9,09	2
4	M 112	rojo	1525,29	59,09	13
5	Velasco Largo	rojo	804,5	13,63	3
6	Ica Pijao	negro	2031,39	95,45	21
7	XAN 159	crema	1944,40	18,18	4
8	CUT 53	negro	1231,2	31,82	7
9	X0104-52-5-5-3	rojo	3605,63	95,45	21
10	X069157-14-4-1-3	café	2239,28	90,91	20
11	X069157-14-4-5-5	rojo	1950,85	90,91	20
12	Chévere	blanco	1804,87	90,91	20
13	PI325761	rojo	979,38	50,5	11
14	XAN 112	crema	1217,58	50,5	11
15	Cuba Cueto 25-9N (CC25-9N)	negro	3055,56	100	22
Media general			1805,79	59,156	
Porcentaje de diversidad efectiva total				93,33	

Rend. (rendimiento) y NP (Número de participantes)

como porcentaje de diversidad efectiva y consiste en determinar el número de materiales seleccionados respecto al número de materiales expuestos en la feria (Acosta *et al.*, 2007).

Los materiales foráneos tuvieron como promedio una diversidad efectiva de 60,8 % de selección, mientras que los materiales comerciales o precomerciales de Cuba fueron seleccionados en un 57,14 % sin diferencias significativas entre los grupos (Figura), lo que indica que no hubo incidencia del origen de los materiales en la selección efectuada por los agricultores.

Algunos autores (Acosta *et al.*, 2007) han informado en el cultivo de maíz que, al desarrollar una selección participativa de variedades con materiales foráneos y materiales locales, los foráneos han manifestado menor porcentaje de diversidad efectiva, lo que ha estado relacionado con que los materiales foráneos manifiesten patrones diferentes en sus características a los materiales que poseen los agricultores de la región en que se seleccionan. En este estudio, hubo divergencia a este criterio, lo cual indica que no solo las características de los genotipos pudieran influir en la diversidad efectiva, sino que el porcentaje de selección o diversidad efectiva entre materiales foráneos y locales puede estar influenciado por el tipo de cultivo refiriéndose, al historial del programa de mejoramiento y la obtención de los diferentes cultivares que conforman los materiales locales.

Asimismo, también puede estar relacionado con la variabilidad que muestra la especie en estudio, ya que en una especie con mayor variabilidad los materiales locales pueden tener mayor importancia que en especies de menor variabilidad.

En este sentido, se puede añadir que la mayoría de las variedades comerciales de frijol incluidas en los programas de mejoramiento de Cuba, generalmente tienen sus orígenes en los programas de mejora genética de otros países como, Colombia y Honduras de donde provienen los materiales foráneos que se evalúan en este estudio. Así es el caso de BAT 93, Ica Pijao y Chévere entre otros, lo que hace un comportamiento agronómico similar en condiciones de campo (Acosta *et al.*, 2007).

Tampoco se puede asociar la selección a la menor reacción de los materiales foráneos ante la incidencia natural de la Bacteriosis común (Tabla 2), ya que este es uno de los patógenos que se manifiesta con mayor intensidad durante el desarrollo del cultivo del frijol en la región donde se evaluó la diversidad de frijol. Esto puede estar dado que solo se detectaron dos genotipos susceptibles dentro de la diversidad evaluada. La mayor respuesta de resistencia entre los materiales foráneos está dada a que estos provienen de programas de mejora genética enfocados en la obtención de resistencia a la Bacteriosis común (Rodríguez, 2011).

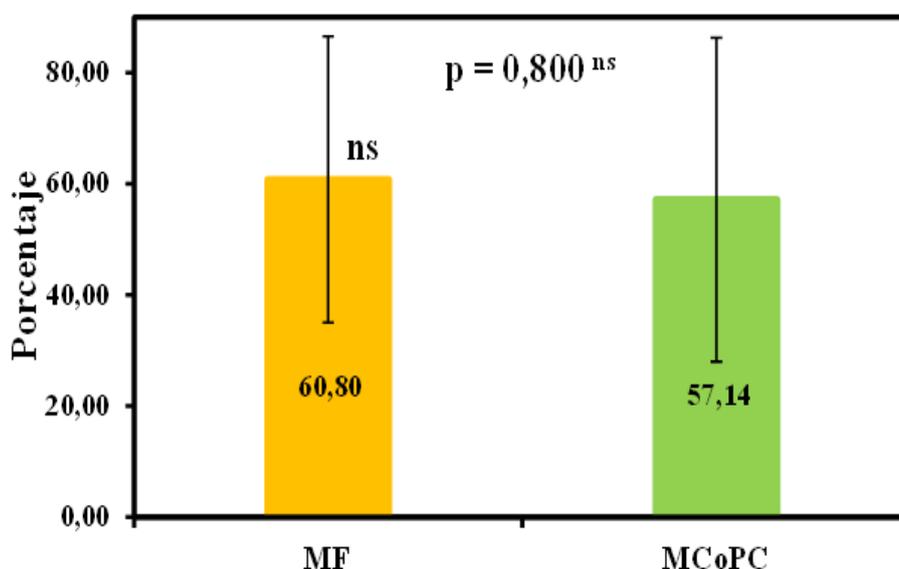


Figura. Porcentaje de la diversidad efectiva promedio considerando el origen del material genético MF (Materiales Foráneos) y MCoPC (Materiales Comerciales o precomerciales)

Las barras verticales corresponden al Intervalo de confianza ($p \leq 0,05$)

ns - no significativo para prueba t de Student ($p \leq 0,05$)

A partir de estos resultados, se puede corroborar la importancia de las ferias de diversidad como metodología eficiente para diseminar e introducir de forma efectiva la diversidad existente de una especie determinada. Se ha informado que, a través de la selección participativa de variedades se incrementa la diversidad del cultivo en el ámbito de finca y de comunidad ya que los agricultores emplean una gran diversidad de criterios en la selección participativa de variedades (Miranda, 2011).

En el análisis del rendimiento (Tabla 3) y la coincidencia del porcentaje de selección de cada variedad comercial, precomercial y líneas o variedades foráneas, se pudo observar que, de forma general, figuraron genotipos de alto rendimiento con un promedio general de 1805,79 kg ha⁻¹ lo que se considera adecuado para las condiciones de la zona (De la Fe *et al.*, 2009).

Se destacaron, por rendimiento superior a la media general los cultivares comerciales, CC25-9N, con rendimiento superior a los 3000,0 kg ha⁻¹, BAT 93 (1843,06 kg ha⁻¹), Ica Pijao (2031,39 kg ha⁻¹) y Chévere (1804,87 kg ha⁻¹) y las líneas donadas por PIF, X0104-52-5-5-3 (3695,63 kg ha⁻¹), X0104-45-5-1-4 (2252,91 kg ha⁻¹), X069157-14-4-1-3 (2239,28 kg ha⁻¹) y X069157-14-4-5-5 (1950,85 kg ha⁻¹).

Se pudo apreciar que entre las variedades más seleccionadas por los agricultores se encuentran, en alta medida, aquellas de mayor rendimiento y con mejor respuesta ante a la Bacteriosis común. Son excepciones en este caso, los cultivares comerciales Ica Pijao y CC 25-9N con rendimiento alto (Tabla 3) pero con reacción intermedia a Bacteriosis común (Tabla 2), y su alta selección pudiera estar dada por el color negro del grano de estos cultivares, que es el de mayor preferencia en el territorio nacional. Inversamente sucede con los cultivares de color crema BAT 93 y XAN 159 debido a que figuraron entre los de mayor rendimiento y reacción resistente a la bacteriosis, sin embargo, fueron poco seleccionados por los productores. Esto pudiera indicar que el color del grano es un importante criterio a tener en cuenta por los agricultores en el momento de seleccionar los cultivares de frijol a sembrar en sus fincas, ya que esto puede tener influencia en el momento de la comercialización de la cosecha.

El rendimiento a través de los años ha sido el principal criterio de selección de los programas de mejora genética en la mayoría de los cultivos, sin embargo, en ocasiones ignoran otros intereses de los agricultores relacionados con aspectos culinario, religiosos, culturales o características

específicas que permiten a las variedades adaptarse a las condiciones particulares de sus fincas (Bellon *et al.*, 2003).

Los agricultores cubanos en gran medida, tratan de enfrentar los problemas que se manifiestan en sus fincas con el uso de alternativas locales. Ello está dado que el acceso a los recursos e insumos agroquímicos y energéticos es limitado (Miranda, 2011). Por ello, es importante en todo proceso extensionista, incluida la selección participativa, tener en cuenta la resistencia de algunas variedades ante las enfermedades ya que resulta un criterio de selección importante para los agricultores. Aun cuando los criterios de selección de los agricultores son diversos (Miranda, 2011) el rendimiento es el principal criterio selectivo entre las variedades lo cual está asociado a la necesidad de incrementar los ingresos para satisfacer necesidades primarias de la familia. Varios autores han detectado resultados similares a los que se presentan en este trabajo, pero en diferentes cultivos. Al respecto, Acosta *et al.* (2007) al analizar la selección participativa de variedades de maíz detectaron que los caracteres más considerados por los agricultores fueron principalmente los asociados con el rendimiento. Moya *et al.* (2009) manifestaron que en varias ferias de diversidad realizadas con variedades de tomate los agricultores mostraron inclinación por las variedades que mostraron mayor número de frutos por plantas, constituyendo este un componente del rendimiento de este cultivo. Así mismo, coinciden De la Fé *et al.* (2009) al informar altos porcentajes de coincidencia entre las variedades de papa más seleccionadas y el alto rendimiento que expresaron en las condiciones agroclimáticas en que se evaluaron. En sentido general, los genotipos más adoptados por los productores fueron X0104-52-5-5-3, X0104-45-5-1-4, X069157-14-4-1-3, Ica Pijao, X069157-14-4-5-5 y Chévere, que conjuntamente con el CC 25-9N presentaron rendimientos superiores a la media de los genotipos evaluados y altos porcentajes de selección. Los resultados muestran el sentido común de los agricultores y los fitomejoradores, con una alta coincidencia en la selección de variedades de frijol con buenos rendimientos, complementados con otros criterios de uso generalizado por los productores como la resistencia a plagas y otras variables relacionadas con la comercialización como el color de los granos. Este resultado puede variar en función del historial de mejoramiento del cultivo y al parecer de la zona

Tabla 4. Análisis factorial para determinar la estabilidad del rendimiento de los materiales genéticos más seleccionados por los agricultores

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	65490270,092	21	3118584,290	3,050	0,001
Intersección	574953419,040	1	574953419,040	562,229	0,000
época	582071,242	1	582071,242	0,569	0,454
Replica x época	8555178,365	8	1069397,296	1,046	0,416
variedad	50972383,837	6	8495397,306	8,307	0,000
variedad x época	5380636,649	6	896772,775	0,877	0,519
Error	49086372,770	48	1022632,766		
Total	689530061,902	70			
Total corregida	114576642,862	69			

Sig. $\leq 0,05$ Significancia al nivel 5 %; Sig. $\leq 0,01$ Significancia al nivel 1 % y Sig. $\leq 0,001$ Significancia al nivel 0,1 % de probabilidad

donde se cultiven, ya que no en todos los territorios los principales intereses de los agricultores están vinculados a la comercialización, sino también al autoconsumo familiar y otras cuestiones.

Validación del comportamiento agronómico de las líneas y variedades seleccionadas

En la Tabla 4 se muestran los resultados del análisis factorial para determinar la estabilidad de los materiales genéticos más seleccionados por los agricultores en los dos momentos en que fueron sembrados. Se pudo apreciar que no hubo efecto dentro de los momentos de siembra (época), no hubo efecto de réplica ni entre de las diferentes líneas experimentales y variedades (variedad), lo que indica la estabilidad del rendimiento de los diferentes materiales seleccionados y su adaptabilidad a las condiciones agroclimáticas donde fueron seleccionados.

A pesar de las diferencias que se han establecido por otros autores (Faure *et al.*, 2014; Márquez, 2015) referente al comportamiento de la diversidad de frijol entre las diferentes épocas en que se puede sembrar este grano en Cuba (épocas temprana, óptima y tardía) estos materiales seleccionados por los agricultores mostraron un comportamiento estable, lo que indica la selección eficiente y justifica su empleo en las condiciones agroclimáticas de cultivo, lo que puede contribuir a la diversificación de este cultivo en dicha finca.

Estas líneas y variedades evaluadas en la finca “El Mulato” permitirán un manejo agroecológico de la Bacteriosis común del frijol y la disminución de riegos de pérdidas de rendimiento por incidencia de dicha plaga, dado que el manejo de variedades, se considera una alternativa viable para el control agroecológico de plagas si se tiene

Tabla 5. Rendimiento de los materiales genéticos más seleccionados por los agricultores en dos épocas de siembra

Genotipo	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
X0104-52-5-5-3	3619,54 a
C. Cueto 25-9N	3512,05 ab
Chévere	2256,09 bc
X069157-14-4-5-5	2438,56 bc
Ica Pijao	2539,24 bc
X069157-14-4-1-3	2799,10 bc
X0104-45-5-1-4	1896,97 c
p	0,000***

*** Significativo al nivel de 0,001 %

en cuenta la resistencia varietal ante determinado patógeno en determinado agroecosistema, además de reducir los costos de producción por no emplear plaguicidas en el control fitosanitario (Jarvis *et al.*, 2011; Schwartz and Singh, 2013).

Seleccionar cultivares que se comporten bien en un amplio rango de ambientes es una de las misiones más importante de los fitomejoradores. Sin embargo, la identificación de cultivares ampliamente adaptados se hace difícil cuando existe interacción genotipo-ambiente (G x A). La interacción G x A ha mostrado que reduce el progreso en la selección y complica la identificación de cultivares superiores en ensayos regionales (Rea y De Sousa-Vieira, 2001).

Los genotipos (variedad) fueron diferentes en su potencial genético para el rendimiento (Tabla 5) pero no fueron afectados por la época de siembra lo que indica la estabilidad del rendimiento y lo que nos permite su uso en diferentes épocas sin pérdidas por este concepto en las condiciones agroclimáticas de la finca “El Mulato”.

Se detectaron altos rendimientos entre los siete materiales más seleccionados por los agricultores, confirmando ello que esta es una de las principales variables que más utilizan los agricultores como criterio de selección de sus variedades (Acosta *et al.*, 2007; De la Fé *et al.*, 2009; Moya *et al.*, 2009). Esta variable osciló entre 1896,97 y 3619,54 Kg ha⁻¹ y se destaca la línea X0104-52-5-5-3 con el mayor rendimiento. Dentro de este grupo más seleccionado la línea X0104-45-5-1-4 mostró el menor rendimiento, pero superando la media general del rendimiento. Además, este rendimiento también supera el rendimiento medio que se obtiene en Cuba tanto para el sector estatal (0,9 t ha⁻¹) como el no estatal (1,1 t ha⁻¹) según lo informado por ONEI (2013).

Estos resultados justifican la utilización de los materiales genéticos seleccionados por los agricultores en la finca “El mulato” así como, su experimentación en otras fincas del territorio.

CONCLUSIONES

Se identificó una diversidad efectiva de 93,33 % entre los materiales seleccionados.

La selección de la diversidad de frijol por los agricultores no está influenciada por el origen de los materiales ni su respuesta agronómica.

Hay un alto nivel de coincidencia entre la selección por los productores y los caracteres de rendimiento y de tolerancia al tizón bacteriano.

La selección participativa de variedades

permite identificar genotipos de frijol común con alto potencial de rendimiento y de tolerancia a enfermedades.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, R., H. RÍOS, A. KESSEL, M. MARTÍNEZ y M. PONCE. 2007. Selección participativa de germoplasma cubano de maíz. *Cultivos Tropicales*, 28 (2): 63-70.
- BCC (Banco Central de Cuba). 2013. Información económica. Alimentos. Disponible En: <http://www.bc.gob.cu/Anteriores/InfoBCC/2014/Informacion%20Economica%20No.%2034%20del%20010814.doc>. Consultado: 9/12/2016.
- BEEBE, S., I. M. RAO, C. CAJIAO and M. GRAJALES. 2008. Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Science*, 48 (2): 582-592.
- BELLON, M., J. BERTHAUD, M. SMALE, A. AGUIRRE, S. TABA, F. ARAGON, (*et al.*). 2003. Participatory landrace selection for on-farm conservation: An example from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50 (4): 401-416.
- DE LA FE, C., O. RODRÍGUEZ, M. PONCE y R. ORTIZ. 2009. Coincidencia en la selección participativa de variedades de frijol común y la selección por rendimiento en una feria de agrobiodiversidad. *Cultivos Tropicales*, 30 (2): 73-79.
- DE LAFÉ., C.F., H. RÍOS, R. ORTIZ, M. MARTÍNEZ, R. ACOSTA, M. PONCE, (*et al.*) 2003. Las ferias de agrobiodiversidad. Guía metodológica para su organización y desarrollo en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 24 (4): 95-106.
- FAURE, B., R. BENÍTEZ, E. RODRÍGUEZ, O. GRANDE, M. TORRES y P. PÉREZ. 2014. Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. Editora Molinos Trade S.A., La Habana, Cuba. ISBN: 373260,047 373550.
- HERNÁNDEZ, A., J. PÉREZ, D. BOSCH y N. CASTRO. 2015. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. Ediciones INCA, San José de

las Lajas, Mayabeque, Cuba, 93 p. ISBN 978-959-7023-77-7.

- JARVIS, A., J. RAMÍREZ, O. BONILLA-FINDJI and A. ZAPATA. 2011. Impacts of climate change on crop production in Latin America p. 44-56. In: YADAV, S.S.; REDDEN, R.; HATFIELD, J.L.; LOTZE- CAMPEN, H.; HALL, A. (eds.) Crop Adaptation to Climate Change. Wiley-Blackewll, Oxford, UK. 596p.
- MÁRQUEZ, G. 2015. Comportamiento agronómico y análisis de la variación morfológica de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sembradas en época tardía. Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de la Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. 37 p.
- MIRANDA, S. 2011. La Diversidad Genética del Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cuba y su Diseminación por Métodos Participativos. Tesis en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Biológicas. Facultad de Biología, Universidad de la Habana, Cuba, 99 p.
- MOYA, C., J. ARZUAGA, I. AMAT, L. SANTISTEBAN, M. ÁLVAREZ, D. PLANA, *et al.* 2009. Evaluación y selección participativa de nuevas líneas y variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la región oriental de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 30 (2): 66-72.
- ONEI (Oficina Nacional de Estadística e Información). 2014. Anuario estadístico de Cuba, 2013, Edición 2014. http://www.one.cu/aec2013/esp/20080618_tabla_cuadro.htm. Consultado: 9/12/2016.
- PEDROZA-SANDOVAL, A., R. TREJO-CALZADA, I. SÁNCHEZ-COHEN, J.A. SAMANIEGO-GAXIOLA y L.G. YÁÑEZ-CHÁVEZ. 2016. Evaluación de tres variedades de frijol pinto bajo riego y sequía en Durango, México. *Agronomía Mesoamericana*, 27:167-176.
- REA, R. y O. DE SOUSA-VIEIRA. 2001. Interacción genotipo x ambiente y análisis de estabilidad en ensayos regionales de caña de azúcar en Venezuela. *Caña de Azúcar*, 19 (único): 3-15.
- RODRÍGUEZ, O. 2011. Evaluación de la reacción de cultivares y líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a Bacteriosis común (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli*) e identificación de marcadores de interés para este carácter. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 100 p.
- SCHWARTZ, H. F., Y SHREE, P. 2013. Breeding Common Bean for Resistance to White Mold: A Review. *Crop Science*, 53: 1832–1844.
- VAN SCHOONHOVEN, A. y M. A. PASTOR-CORRALES. 1991. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. edit. CIAT, 60 p. ISBN 978-84-89206-73-1.

Recibido el 13 de marzo de 2017 y aceptado el 16 de septiembre de 2017