

## Caracterización morfológica de líneas de *Phaseolus vulgaris* L. en casa de cultivo

Amanda Martirena-Ramírez<sup>1</sup>, Novisel Veitía<sup>1</sup>, Lourdes R García<sup>1</sup>, Raúl Collado<sup>1</sup>, Damaris Torres<sup>1</sup>, Leonardo Rivero Quintana<sup>1</sup>, Miriam Ramírez- López<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara, Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: amanda@ibp.co.cu

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

### RESUMEN

Conocer y caracterizar el patrimonio genético conservado contribuye al desarrollo de nuevos cultivares de plantas. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar morfológicamente, en casa de cultivo, líneas de frijol común obtenidas a partir del cultivar 'BAT-93'. Se encontraron variaciones en la forma de la hoja, color predominante del hipocotilo, color del tallo principal, color de la flor y color de la semilla, no siendo así para los caracteres: color de la legumbre, textura de la legumbre y grado de curvatura de la legumbre, los cuales se mantuvieron similares para todas las líneas. Las principales variaciones se observaron en el color de la flor y de la semilla, con valores por encima del 60% en comparación con 'BAT-93'. Se observaron flores de color violeta, blancas y violetas, amarillas y blancas. En las plantas procedentes de semillas de color rojo y negro, el hipocotilo y el tallo fueron de color rojo y en el caso de las plantas procedentes de semillas de color marrón y jaspeado, el hipocotilo y el tallo fueron de color verde similares a 'BAT-93'. Se observó que las hojas con ápices con márgenes lobulados fue el tipo de variación que predominó en las líneas procedentes de semillas de color rojo, negro y marrón. La variabilidad descrita en las líneas obtenidas en la primera generación, sugiere estudios de caracteres agronómicos y de la estabilidad genética.

Palabras clave: caracteres cualitativos, condiciones *ex vitro*, frijol común, variaciones fenotípicas

### Morphological characterization of *Phaseolus vulgaris* L. lines in greenhouse

#### ABSTRACT

Knowing and characterizing the preserved genetic heritage contributes to the development of new plant cultivars. The objective of the present work was to characterize morphologically, in greenhouse, lines of common bean obtained from the cultivar 'BAT-93'. Variations were found in the shape of the leaf, predominant color of the hypocotyl, color of the main stem, color of the flower and color of the seed and not for the characters: color of the legume, texture of the legume and degree of curvature of the legume, which remained similar for all the lines. The main variations were observed in the color of the flower and the seed, with values above 60% in comparison with 'BAT-93'. Violet, white and violet, yellow and white flowers were observed. In the plants from red and black seeds, the color of the hypocotyl and the stem was red and in the case of the plants from brown and marbled seeds, the hypocotyl and the stem were green similar to 'BAT-93'. It was observed that the leaves with apices with lobed margins was the type of variation that predominated in the lines coming from red, black and brown seeds. The variability described in the lines obtained in the first generation, suggests studies of agronomic characters and genetic stability.

Keywords: common bean, *ex vitro* conditions, qualitative characteristics, phenotypic variations

#### INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es la leguminosa alimenticia más importante para

el consumo humano directo, ya que representa el 50% del grano de leguminosas consumido en el mundo. Su producción ha alcanzado un carácter universal, y constituye 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 (Ulloa *et al.*, 2011).

Teniendo en cuenta que el frijol común es un cultivo de gran importancia para Cuba (Faure *et al.*, 2013), se hace necesaria la implementación de estrategias para aumentar los rendimientos medios anuales. Entre los principales factores que afectan la producción del frijol, se encuentra la mala distribución de cultivares para las diversas condiciones ambientales en que se cultiva, sean estas climáticas o tecnológicas (Santos *et al.*, 2010). En este sentido, la obtención de cultivares capaces de enfrentar las condiciones climáticas adversas sin afectar su rendimiento constituye una prioridad para los programas de mejoramiento genético en esta especie.

En la búsqueda de nuevos cultivares, el primer paso es conocer y caracterizar morfológicamente el patrimonio genético conservado (Beovides *et al.*, 2014). Este tipo de caracterización tiene una aplicación práctica importante en el mejoramiento genético de plantas, tanto para la identificación de cultivares comerciales, como para la estimación de relaciones genéticas (Bonamico *et al.*, 2004). Tradicionalmente, numerosos caracteres morfológicos se emplean para describir líneas de frijol común, los cuales se evalúan en distintas etapas de crecimiento de las plantas (Galovic *et al.*, 2006).

La descripción morfológica de líneas y cultivares beneficia tanto al mejorador de plantas y productor de semillas, como al agricultor y al comerciante del producto final. Una descripción precisa permite que el agricultor y el comerciante adquieran un cultivar específico o que el productor de semilla genere un producto que reúna un estándar aceptable de calidad y pureza (Smith y Smith, 1989).

El cultivar de frijol común 'BAT-93' (Engañador) está incluido en los programas de mejoramiento genético que se desarrollan en el país, ya que es uno de los más atractivos para los pequeños productores, debido a que presenta un rendimiento elevado. Su grano es pequeño, de color crema, es resistente a la antracnosis, a la mancha angular de la hoja y a la bacteriosis, sin embargo es susceptible a condiciones de déficit hídrico y altas temperaturas (Sánchez-Valdez *et al.*, 2004). Por tanto, reviste gran importancia, obtener líneas promisorias a partir

de este cultivar con adecuada respuesta agroproductiva en siembras tardías. Partiendo de esta base, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar morfológicamente líneas de frijol común en casa de cultivo obtenidas en el programa de mejoramiento genético del IBP a partir del cultivar 'BAT-93'.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Material vegetal*

En el estudio se utilizó como material vegetal un grupo de líneas de *Phaseolus vulgaris* L. procedentes de una selección en condiciones de altas temperaturas en casa de cultivo a partir del cultivar 'BAT-93', donado por el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Las líneas se agruparon de acuerdo con el color de la semilla: rojo (#B22222) (R1-62), negro (#000000) (N1-21), marrón (#A52A2A) (M1-38) y jaspeado (#FFFFCC) (J1-3).

Además, se emplearon 100 semillas del cultivar comercial 'BAT 93' (Engañador) como control (Figura 1). El color de las semillas, tallo y flor se definió de acuerdo con el código hexadecimal de colores (<http://www.cwp.linnet.edu/cwis/cwp.html>).

### *Caracterización morfológica*

La siembra de las semillas se realizó en bolsas de polietileno con 4 kg de sustrato con 80% de materia orgánica y 20% de zeolita, a razón de tres semillas por bolsa para cada línea en estudio y estas fueron colocadas en casa de cultivo con un área de 30 m<sup>2</sup>, 20 m de largo por 1.50 m de ancho. Se depositó una semilla por nido. Las bolsas se distribuyeron de forma aleatoria y se utilizó riego por aspersión dos veces al día durante 3 min.

Las prácticas culturales se realizaron según se establece en la guía técnica para el cultivo del frijol común (Faure *et al.*, 2013).

### *Evaluaciones*

La caracterización morfológica se basó en los criterios de la guía de descriptores para frijol común contenidos en SNICS (2013). Se realizó en las 10 etapas fenológicas del cultivo del frijol indicadas por Fernández *et al.* (1986), donde las primeras cinco corresponden a la fase vegetativa (V) y las siguientes cinco, a la fase reproductiva (R) (Tabla 1).

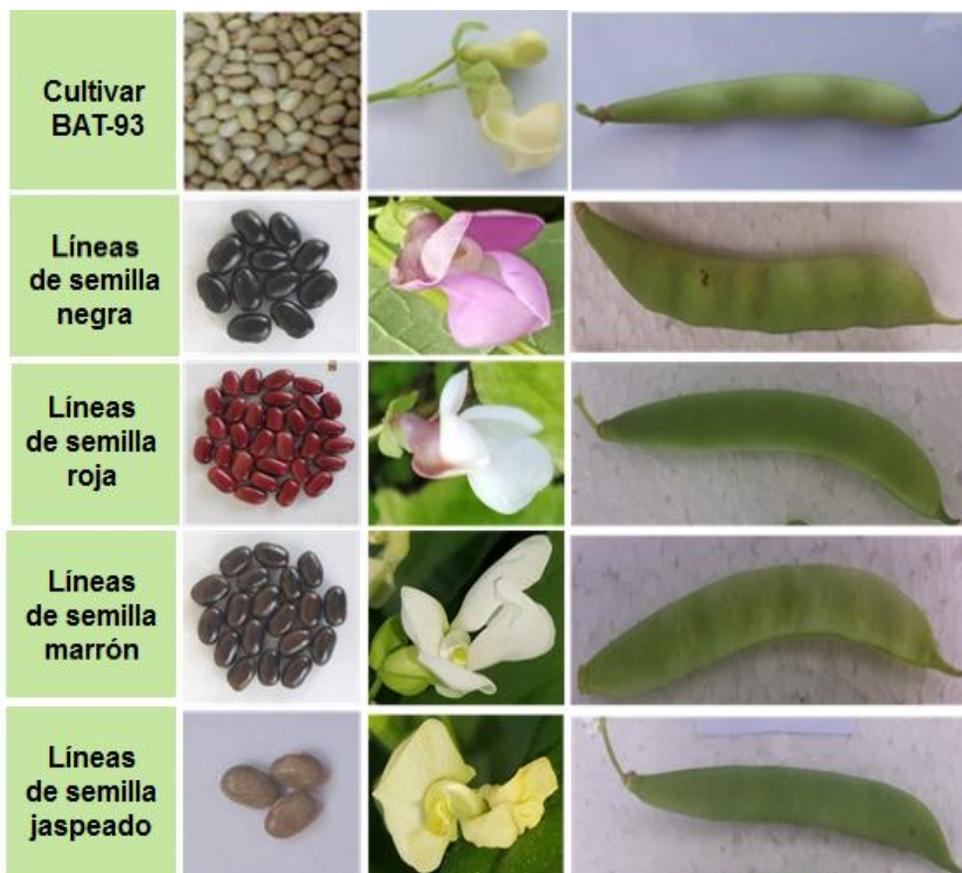


Figura 1. Cultivar comercial 'BAT-93' y líneas de *P. vulgaris* obtenidas en el Programa de mejoramiento genético del IBP.

Tabla 1. Variables para la evaluación morfológica de líneas de *P. vulgaris* en las etapas fenológicas del cultivo descritas por Fernández *et al.* (1986).

Etapas	Fase Vegetativa	
	Evaluaciones	Días después de siembra (DDS)
Germinación (V0)	Color del hipocotilo	0-5
Primera hoja trifoliada (V3)	Color del tallo	11-16
Tercera hoja trifoliada (V4)	Forma de la hoja	16-23
Fase Reproductiva		
Floración (R6)	Color de la flor	32-36
Maduración (R9)	Color de la legumbre	62-77
	Textura de la legumbre	
	Grado de curvatura de la legumbre	
	Color de la semilla	

Las evaluaciones se realizaron mediante observación visual, se detectaron las variaciones morfológicas ocurridas en las plantas procedentes de las líneas con respecto al cultivar 'BAT-93'. Se empleó estadística descriptiva para el cálculo de la frecuencia de aparición (%) de las variantes evaluadas para cada carácter cualitativo estudiado y para ello se utilizó el paquete estadístico *Statistic Packaged for Social Science* (SPSS) versión 21.0 sobre Windows.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el punto de vista morfológico, las líneas presentaron variaciones en la forma de la hoja, color del hipocotilo, color del tallo, color de la flor y color de la semilla, en comparación con el control ('BAT-93'). Se observó que el cultivar 'BAT-93' tenía hojas trifoliadas con nervaduras definidas y márgenes lisos (Figura 2 a), a diferencia de las hojas de las líneas que mostraron variaciones fenotípicas en la forma del ápice con bifurcaciones en la parte terminal de la hoja (Figura 2 b) y ápices lobulados (Figura 2 c). También presentaron variaciones en el desarrollo del folíolo central con un tamaño reducido y forma redondeada, en comparación con los folíolos adyacentes que presentaron un mayor tamaño (Figura 2 d) y hojas con forma lanceolada (Figura 2 e).

Se observó que las hojas con ápices con márgenes lobulados fue el tipo de variación que predominó en las líneas procedentes de semillas de color rojo (#B22222), negro

(#000000) y marrón (#A52A2A). Las plantas procedentes de semillas de color rojo (#B22222) presentaron más del 50% de las hojas trifoliadas con márgenes lisos similares al control ('BAT-93'), donde el 100% de las hojas fueron trifoliadas. También se observaron hojas con márgenes lobulados y con el folíolo central reducido de tamaño, ápices bifurcados y lanceoladas. Las plantas procedentes de semillas de color negro presentaron el 40.7% de las hojas trifoliadas con márgenes lisos y el 33.3% de las hojas con márgenes lobulados, mientras que solo el 3.7% fueron hojas con el folíolo central reducido de tamaño y lanceoladas. Las plantas procedentes de semillas de color marrón (#A52A2A) presentaron más del 40% de las hojas trifoliadas y con márgenes lobulados, mientras que solo el 2.6% fueron hojas lanceoladas (Figura 7d). Las plantas procedentes de semillas de color jaspeado (#FFFFCC) presentaron el 100% de las hojas trifoliadas similares al control ('BAT-93') (Figura 3).

Los resultados del presente trabajo coinciden con lo informado por Meza-Vázquez *et al.* (2015), estos autores caracterizaron morfológicamente líneas de *Phaseolus* y observaron una mayor frecuencia de aparición de hojas con ápices con márgenes lobulados.

Por su parte, Bascur y Tay (2005) evaluaron la forma de la hoja en líneas de *P. vulgaris*, caracterizada de acuerdo con la forma del folíolo central cuando está completamente extendido y refieren que las formas más representativas correspondieron a la ovalada con una frecuencia de 85%.

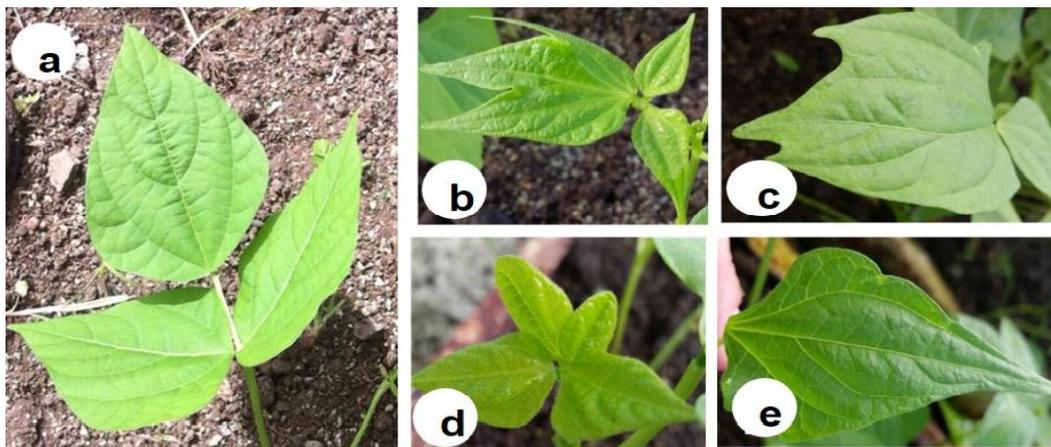


Figura 2. Variaciones en la forma de la hoja de líneas de *P. vulgaris* procedentes del cultivar 'BAT-93'. a) hoja trifoliada con márgenes lisos ('BAT-93'), b) Ápices bifurcados, c) Ápices con márgenes lobulados, d) Hojas con folíolo central reducido, e) Hoja lanceolada.

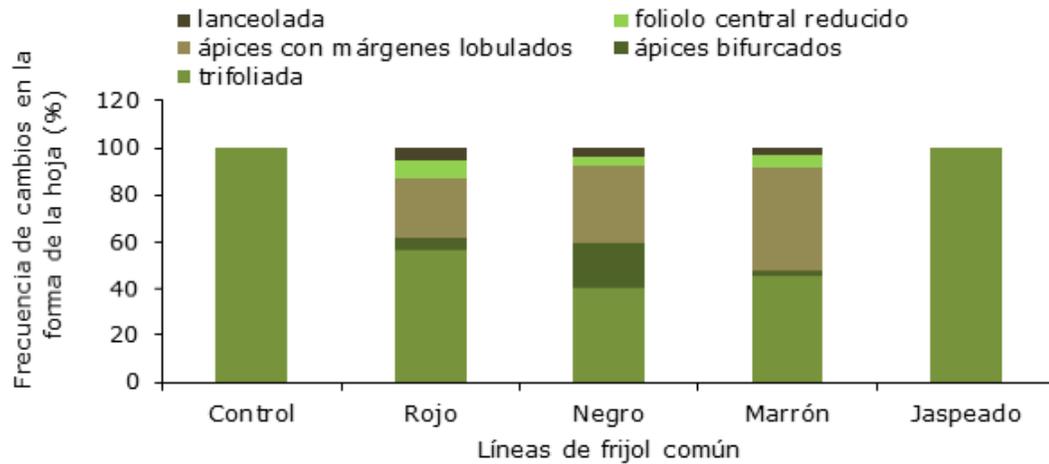


Figura 3. Frecuencia de aparición de variaciones en la forma de la hoja de líneas de *P. vulgaris* obtenidas a partir del cv. 'BAT 93'.



Figura 4. Variaciones en el color del hipocotilo y del tallo de líneas de *P. vulgaris* procedentes del cultivar 'BAT-93'. a) hipocotilo verde (#008000) y morado (#8B0000), b) tallo verde (#008000) y morado (#8B0000).

De igual forma, en otras especies de *Phaseolus* también se ha descrito este tipo de variaciones. Por ejemplo, Walma *et al.* (2007) observaron una amplia variación morfológica entre poblaciones silvestres de *P. lunatus* en cuanto a la forma de las hojas primarias y el foliolo central.

En relación con esto, se ha descrito en la literatura científica que los caracteres cualitativos son más confiables que los cuantitativos para describir cultivares de frijol. Estos usualmente tienen una

distribución discreta, generalmente están determinados por pocos genes y las modificaciones que experimentan por el medio ambiente son pocas (CIAT, 1983).

El color del hipocotilo y del tallo también variaron en las plantas procedentes de las líneas. Los hipocotilos fueron de color verde (#008000) y morado (#8B0000) y el color de los tallos en todos los casos estuvo en correspondencia con la coloración que presentaron los hipocotilos (Figura 4).

En cuanto a la frecuencia de aparición de cambios en la coloración de los tallos, se observó que en el caso del cultivar 'BAT-93', en el 100% de las plantas fue verde (#008000), característico para este cultivar. Las líneas de semillas de color rojo (#B22222), y negro (#000000) presentaron más del 80% de los tallos de color morado (#8B0000). Sin embargo, en las plantas de semillas de color marrón (#A52A2A) la mayor frecuencia se correspondió a tallos de color verde (86.8%), en relación con los morados (13.2%). Las plantas procedentes de semillas de color jaspeado (#FFFFCC) presentaron el 100% de los tallos de color verde (#008000) similares al control ('BAT-93') (Figura 5).

Se ha descrito que el color del hipocotilo es una variable importante a tener en cuenta en evaluaciones morfológicas del cultivo del frijol común, ya que constituye una característica dominante, estable e independiente del ambiente; además de que puede distinguirse fácilmente en los primeros estadios de desarrollo de la planta (Alan y Moh, 1966). El color del hipocotilo está determinado por un solo locus genético (P/p), así el homocigoto recesivo (pp) es verde (sin color) mientras que el genotipo dominante (PP) y el heterocigoto (Pp) tienen hipocotilos morados (Ibarra *et al.*, 1996).

Este carácter morfológico ha sido evaluado por diferentes autores. Por ejemplo, Chaves-Barrantes *et al.* (2014) utilizaron el color del hipocotilo en plantas de *P. vulgaris* como marcador morfológico para identificar las

progenies originadas del cruzamiento entre dos variedades de frijol contrastantes para este carácter. El cruzamiento se evaluó en forma unidireccional de una variedad de semilla de color negro con el carácter dominante para el color de hipocotilo (morado) a una variedad de grano blanco con el carácter recesivo para el color de hipocotilo (verde).

En *P. vulgaris* también se ha descrito la presencia de coloraciones en el hipocotilo diferentes a las observadas en la presente investigación, por ejemplo, Treminio y Maltez (2005) al evaluar siete líneas con semillas de color rojo estos mostraron tres variantes de coloración: café rojizo, verde pigmento café y morado. Estos autores también refieren que en la coloración del tallo se mostró con mayor frecuencia el color verde con pigmento morado.

Este carácter ha sido evaluado en otras especies de *Phaseolus*, por ejemplo, López-Alcocer *et al.* (2016), al evaluar la variabilidad morfológica de poblaciones silvestres de *P. lunatus*, encontraron que en el 50% de la población los hipocotilos fueron de color verde y el 50% restante mostró color morado.

Para el color de la flor, también se presentaron variaciones en las plantas procedentes de las líneas. Se observaron flores de color: amarillo (#FFD700), violeta (#EE82EE), blanco (#FFFFFF), amarillo y blanco, amarillo y violeta. En el caso del cultivar 'BAT-93', el 100% de las flores fueron de color amarillo (#FFD700), características de este cultivar (Álvarez *et al.*, 2013) (Figura 6).

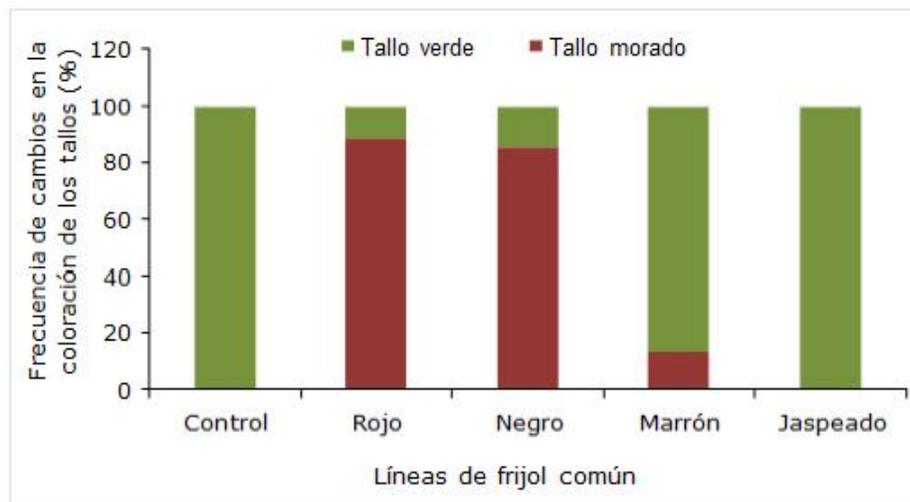


Figura 5. Frecuencia de aparición de variaciones en la coloración del tallo de líneas de *P. vulgaris* procedentes del cultivar 'BAT-93'.

Las plantas procedentes de semillas de color rojo (#B22222), presentaron flores de color amarillo (#FFD700), blanco (#FFFFFF), amarillo y blanco. La mayor frecuencia de aparición se correspondió a flores de color blanco (42.8%) (Figura 7 a). Las plantas procedentes de semillas de color negro (#000000), y marrón (#A52A2A), presentaron flores de color amarillo (#FFD700), violeta y

amarillo y violeta (#EE82EE). Más del 60% de las flores para ambos casos fue de color violeta, mientras que menos del 25% se correspondió a flores amarilla y amarilla y violeta (Figura 7 b y c). Las plantas procedentes de semillas de color jaspeado (#FFFFCC), presentaron el 100% de las flores de color amarillo (#FFD700), similares a 'BAT-93' (Figura 7 d).



Figura 6. Variaciones en el color de la flor de líneas de *P. vulgaris* procedentes del cultivar 'BAT-93'. a) flor amarilla y violeta, b) flor blanca y amarilla, c) flor blanca, d) flor violeta.

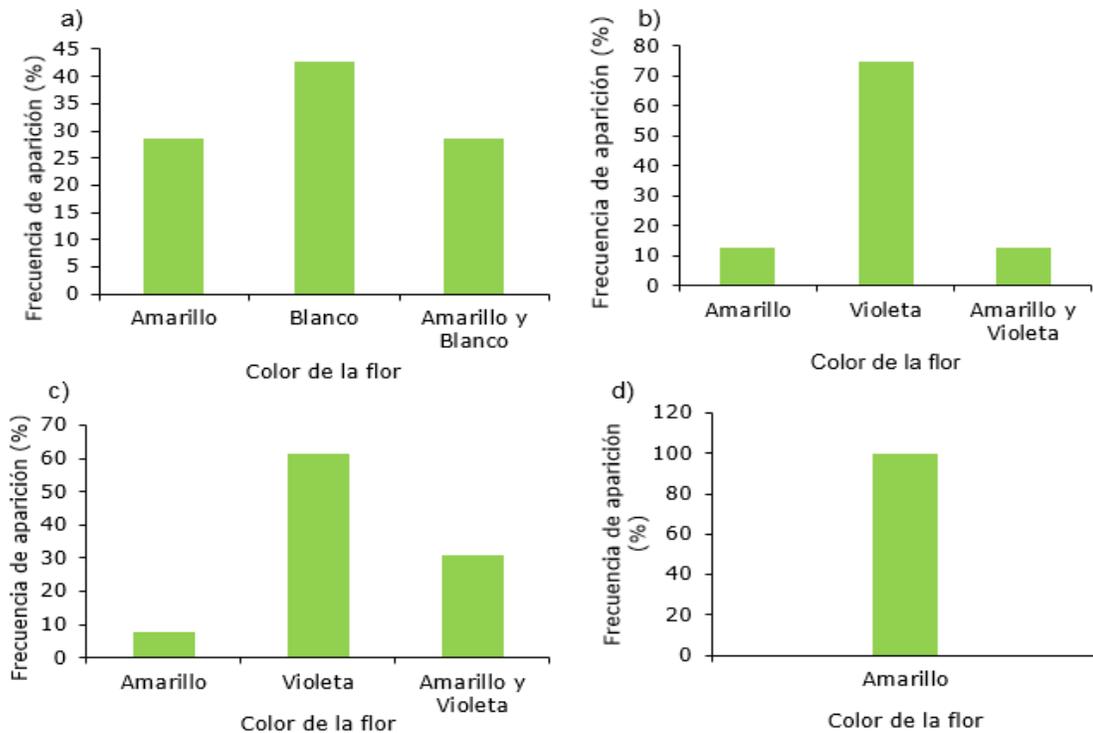


Figura 7. Frecuencia de aparición, en casa de cultivo, de variaciones en la coloración de la flor en líneas de *P. vulgaris* procedentes del cultivar 'BAT-93'. a) plantas de semillas de color rojo, b) plantas de semillas de color negro, c) plantas de semillas de color marrón, d) plantas de semillas de color jaspeado.

Se ha descrito que el carácter color de la flor, está entre los atributos de las plantas fácilmente observables, que pueden ser 100% heredables y contribuyen a una discriminación rápida de fenotipos, y que se expresan en la misma forma en cualquier ambiente, y por tanto, constituye una característica varietal importante a evaluar (Meza-Vázquez *et al.*, 2015). Estos mismos autores destacan que el color de la flor depende de una serie de alelomorfismos múltiples y según las relaciones fenotípicas en las generaciones segregantes, se infiere que tanto el color del tallo, como el color de la flor pueden estar gobernados por un par de genes o por la interacción de dos pares de genes, y los colores que pueden llegar a presentar las flores son violeta, blanco y tonalidades intermedias entre estos.

En relación con esto, Bascur y Tay (2005) evaluaron la variación en el color de la flor en diferentes líneas de *P. vulgaris*, representado principalmente por el color que presentan los pétalos al estado de botón, además de la forma y tamaño de la bractéola. Estos autores refirieron que el color de los pétalos varió desde blanco hasta violeta, con todos los matices intermedios de combinación e intensidad.

En la etapa de maduración, todos los caracteres evaluados para cada una de las líneas fueron similares, excepto el color de la semilla, el cual mostró gran variabilidad. Todas las líneas presentaron legumbres de color

crema, de una textura lisa y fueron ligeramente curvas.

Se observaron semillas de color: rojo (#B22222), crema (#F5DEB3), blanco (#FFFFFF), negro (#000000), veteadas (#CD853F) y marrón (#A52A2A). En el caso de 'BAT-93' el 100% de las semillas fueron de color crema (#F5DEB3) característico de este cultivar (Figura 8).

Las plantas procedentes de semillas de color rojo presentaron semillas de color crema (#F5DEB3), rojo (#B22222), y veteadas (#CD853F). El 57.1% de las semillas fueron de color crema, el 28.6% fueron de color rojo y solo el 14.3% fueron veteadas (Figura 9 a). Las plantas de semillas de color negro, mostraron semillas de color crema (#F5DEB3), negro (#000000), veteadas (#CD853F) y marrón (#A52A2A). El 62.5% de las semillas fueron de color negro (Figura 9 b). Las plantas de semillas de color marrón presentaron semillas de color crema (#F5DEB3), marrón (#A52A2A), blanco (#FFFFFF) y veteadas (#CD853F). El 46.2% de las semillas fueron de color marrón, el 38.5% de color blanco y solamente el 7.7% fueron de color crema y veteadas respectivamente (Figura 9 c). Las plantas de semillas de color jaspeado mostraron el 100% de los semillas de color crema (#F5DEB3), similares a 'BAT-93' (Figura 9 d).

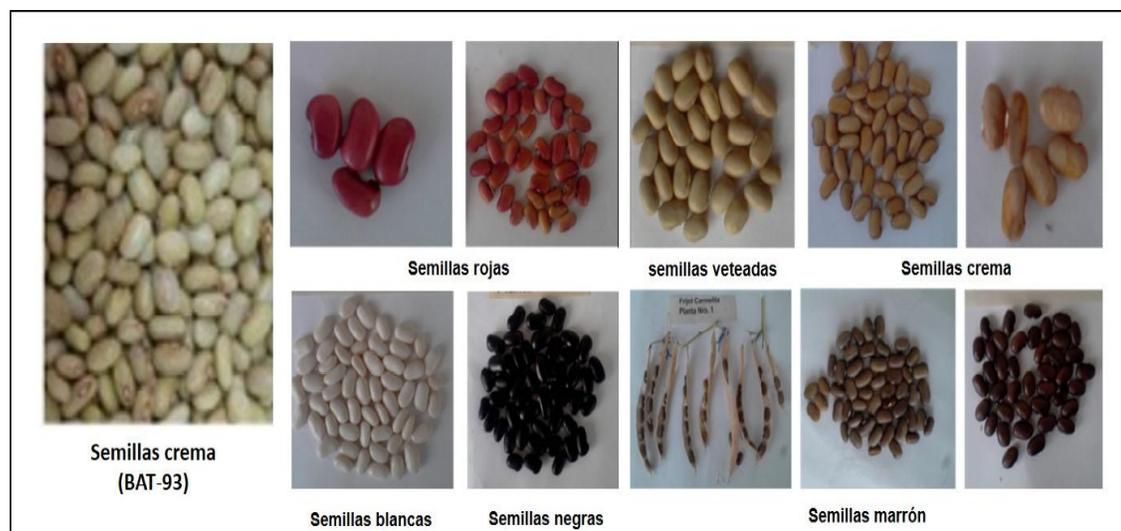


Figura 8. Variaciones en el color de las semillas de líneas de *P. vulgaris* procedentes del cultivar 'BAT-93'.

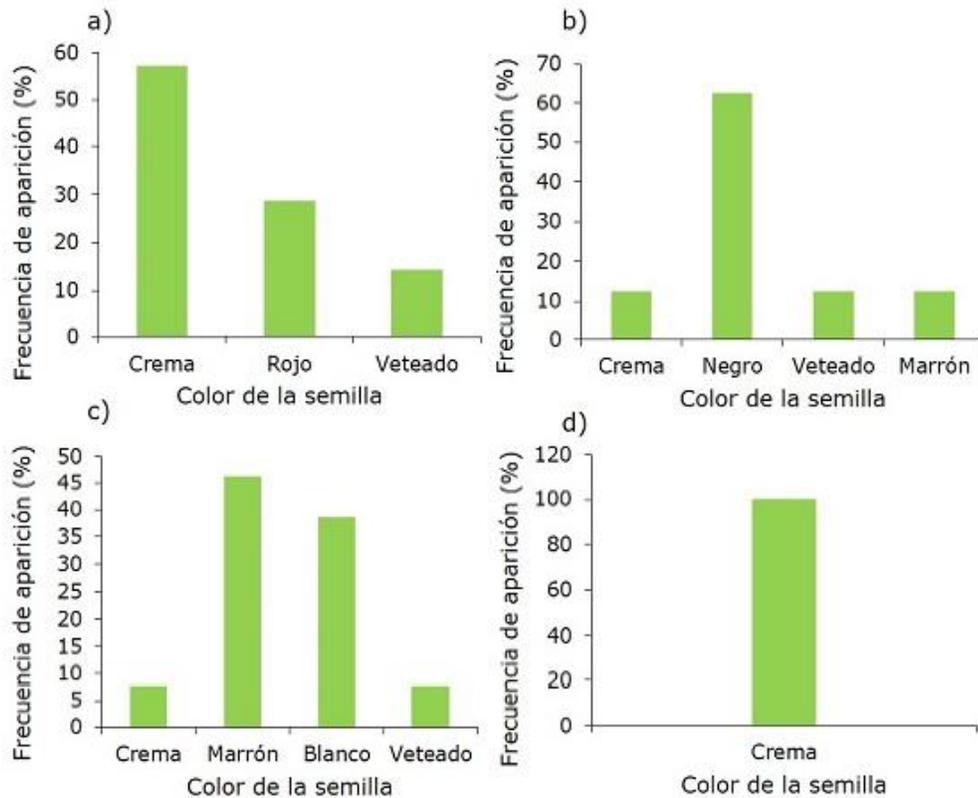


Figura 9. Frecuencia de aparición de variaciones en la coloración de las semillas de líneas de *P. vulgaris* procedentes del cultivar 'BAT-93' en casa de cultivo. a) plantas de semillas de color rojo, b) plantas de semillas de color negro, c) plantas de semillas de color marrón, d) plantas de semillas de color jaspeado.

Pocos estudios de variabilidad en la especie *Phaseolus* emplean los caracteres de la semilla como variables para su descripción. Sin embargo, el análisis de estos ha demostrado ser útil para detectar la variabilidad existente entre líneas de frijol, ya que que el color de la semilla es altamente heredable y fácil de seleccionar y fijar en nuevas variedades (Cruz *et al.*, 2009).

El color de la legumbre no fue un carácter variable en las líneas de *P. vulgaris* evaluadas en la presente investigación, sin embargo, en esta misma especie se informa una gran variabilidad para este carácter. Por ejemplo, Bascur y Tay (2005) refieren líneas donde el color predominante de la legumbre fue el verde, sin embargo el 27% mostraron color rojo con ciertas variaciones de esta tonalidad. Estos mismos autores destacaron de igual forma, una gran variabilidad en cuanto a la coloración de las semillas y refieren la presencia de dos clases de colores predominantes en el grano, la de mayor

frecuencia correspondió a semillas de color crema y luego las de color blanco; ambas categorías representaron el 67% de la diversidad de color encontrada por dichos autores. El resto de las líneas se distribuyó en otras siete clases, cada una con una baja representatividad que no superó el 6%.

Por su parte, Treminio y Maltez (2005) al evaluar siete líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), de semilla de color rojo, informaron que la coloración de las legumbres presentó tres variantes: morado, café rojizo y amarillo con pigmento café rojizo, y que esta coloración estuvo en correspondencia con la coloración que presentaron las semillas.

Es importante destacar que el modo de acción de los genes que determinan el color de las semillas del frijol, pueden agruparse en tres categorías: 1) el factor básico P de pigmentación, el cual no produce por sí mismo ningún color, 2) los genes de colores complementarios que expresan su color

cuando el factor P está presente y 3) los factores o genes modificadores, que no producen color con el factor básico, pero influyen en los colores producidos por los genes complementarios. En semillas de testa coloreada, el tipo de color depende de la interacción que haya entre los genes dominantes para color presentes en el genotipo (Delgado, 1970).

El uso de los caracteres en forma individual permite conocer cómo se distribuye su variación en la población evaluada. Comparar la caracterización de todas las líneas según los descriptores utilizados permitiría establecer una estimación aproximada de la representatividad del cultivar 'BAT-93' en la variabilidad recogida. Según los resultados presentados para cada carácter, se observó que existe una línea (semillas de color jaspeados) que posee características similares a las descritas para el cultivar 'BAT-93', sin embargo serían necesarios estudios de variabilidad genética para confirmar los niveles de polimorfismo presente en las líneas evaluadas en las siguientes generaciones.

#### CONCLUSIONES

Líneas de *Phaseolus vulgaris* L. procedentes del cultivar 'BAT-93' tienen amplia variabilidad morfológica. Las líneas procedentes de granos de color negro y rojo fueron las que presentaron mayor variabilidad en cuanto al color del hipocotilo y el tallo, color de la flor y el color de la semilla.

#### REFERENCIAS

Alan J, Moh C (1966) Determinación del porcentaje de cruzamiento natural en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Alajuela, Costa Rica. Turrialba 16(2): 156-158

Álvarez BF, González RJ, León N, Pérez OC, Miranda OR (2013) Guía técnica para la producción del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Editora Agroecológica, La Habana; ISBN: 978-959-7210-67-2

Bascur GB, Tay JU (2005) Colecta, caracterización y utilización de la variabilidad genética en germoplasma chileno de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.). Agricultura Técnica (Chile) 65(2): 135-146

Beovides GY, Milián JM, Coto AO, Rayas CA, Basail PM, Santos PA, López TJ, Medero VV, Cruz AJ, Ruiz DE, Rodríguez PD (2014) Caracterización morfológica y agronómica de cultivares cubanos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Cultivos Tropicales 35 (2): 43-50

Bonamico NJ, Aiassa M, Ibañez M, Di Renzo D, Salerno J (2004) Caracterización y clasificación de híbridos simples de maíz con marcadores SSR. Revista de Investigaciones Agropecuarias 33 (2): 129-144

Campos G, García D, Pérez Y, Ramis C (2011) Respuesta de 20 variedades de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) ante el estrés por NaCl durante la germinación y en fase plantular. Biagro 23(3): 215-224

Chaves-Barrantes NF, Araya-Villalobos R, Debouck DG (2014) Cruzamiento natural en frijol común en costa rica. Agronomía mesoamericana 25(1): 23-33

CIAT (1983) Metodología para obtener semilla de calidad Arroz, Frijol, Maíz, Sorgo. Unidad de semillas del CIAT, Cali Colombia; ISBN: 84-89206-17-1

Cruz BJ, Camarena MF, Baudoin JP, Huaranga JA, Blas SR (2009) Evaluación agromorfológica y caracterización molecular de la ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.). Idesia (Arica) 27(1): 29-40; doi: 10.4067/S0718-34292009000100005

Delgado FB (1970) Frecuencia de mutaciones inducidas por radiación gamma y metanosulfonato de etilo en la semilla de frijol. Tesis de Maestría, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica

Faure B, Benítez R, León N, Chaveco O, Rodríguez O (2013) Guía técnica para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Agroecológica, La Habana Cuba; ISBN: 978-959-7210-67-2

Fernández FP, Gepts P, López M (1986) Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT, Cali; ISBN: 84-89206-54-6

Galovic VS, Mladnovic DJ, Navalusiæ M, Zlokolica B (2006) Characterization methods

- and fingerprinting of agronomically important crop species. *Genetika* 38 (2): 83-96
- Ibarra F, Ellstrand N, Giles J (1996) Multiple paternity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae). *American Journal of Botany* 83(6):749-758
- López-Alcocer JJ, Lépiz-Ildefonso R, González-Eguiarte R, Rodríguez-Macías R, López-Alcocer E (2016) Variabilidad morfológica de *Phaseolus lunatus* L. silvestre de la región Occidente de México. *Revista Fitotec Mex* 39 (1): 49 - 58
- Meza-Vázquez KE, Lépiz IR, Lopez-Alcocer JJ, Morales-Rivera MM (2015) Caracterización morfológica y fenológica de especies silvestres de frijol (*Phaseolus*). *Revista Fitotecnia Mexicana* 38 (1):17-28
- SNICS (2013) Guía Técnica para la Descripción Varietal en Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). SNICS SAGARPA, Tlalnepantla Estado de México
- Sánchez-Valdez I, Acosta-Gallegos JA, Ibarra-Perez FJ, Rosales-Serna R, Singh SP (2004) Registration of 'Pinto Saltillo' common bean. *Crop Sci* 44 (5): 1865–1866
- Santos PH, Melo LC, Faria LC, Peloso D, Díaz JL, Wendland A (2010) Indication of common bean cultivars based in joint evaluation of different growing seasons. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45(6): 571-578; doi: 10.1590/S0100-204X2010000600006
- Smith IS, Smith OS (1989) The description and assessment of distance between inbred lines of maize: I. the use of morphological traits as descriptors. *Maydica* 34: 141-150
- Treminio BV, Maltez LH (2005) Caracterización y evaluación de 7 genotipos de frijol común grano color rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Estación Experimental La Compañía, Carazo 2004-2005. Tesis de diploma, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua
- Ulloa JA, Rosas UP, Ramírez JC, Ulloa BE (2011) El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Fuente* 3(8):5-9
- Walma NR, Martins LS, da Silva EF, Ferraz MG, Oliveira FJ (2007) Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 11 (1):37-45

Recibido: 02-06-2017

Aceptado: 24-07-2017