

Caracterización de cuatro genotipos de Frijol Negro en Martínez de la Torre, Veracruz, México

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, José Raúl, LÓPEZ-SALINAS, Ernesto y TOSQUY-VALLE, Oscar Hugo

J. Rodríguez, E. Lopez'' y O. Tosquy''

´Campo Experimental Ixtacuaco. INIFAP. Km. 4.5 Carretera Federal Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Veracruz, México. A. P. 162

''Campo Experimental Cotaxtla. INIFAP; Km 34.5 Carr. Veracruz-Córdoba, Medellín de Bravo, Veracruz, México
rodriguez.jose@inifap.gob.mx
salinaser@hotmail.com

E. Figueroa, L. Godínez, F. Pérez (eds.) Ciencias de la Biología y Agronomía. Handbook T-I. -©ECORFAN, Texcoco de Mora-México, 2015.

Abstract

In food legumes, common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is the most important species for human consumption; all cultivars of this species have phenotypic and genotypic expressions that allow their identification and make them different from rest; due to the above must register a set of quantitative and qualitative observations enabling discriminate a group of plants that constitute a plant variety of other population of same species.

The objective was to qualitatively and quantitatively characterize two promising lines of black beans, and two commercial varieties for traits that allow them apart. In February 2014, on grounds Experimental Ixtacuaco INIFAP the SEN-70 and 17-99 NGO-lines and varieties Jamapa and black INIFAP they were seeded, in plots of 10 rows of 10 m long, 0.60 m apart (were planted 60 m²), conducted in conditions of residual moisture. In each genotype 31 qualitative and 12 quantitative traits were recorded at different stages of crop growth and development, according to the methodology of International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV).

Eight qualitative characteristics and four quantitative were identified, in which genotypes differed; the most notable were: in the first, the intensity of green leaf color, the shape of the terminal leaflet, the pod color and their intensity on physiological maturity, and in the second size of the terminal leaflet, flowering date, physiologic maturity days and seed length.

13 Introducción

La población de individuos en una especie tiene características comunes, pero en cada uno existen variantes particulares.

La suma de todos los componentes con sus respectivas diferencias, les permiten adaptarse a los cambios que se presentan en su entorno (Fernández *et al.*, 1985; Gepts y Debouck, 1991). Dentro de las leguminosas alimenticias el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la especie más importante para la dieta humana; existen clasificaciones de gran utilidad práctica que ubican al cultivo de acuerdo a la forma de consumo, duración del período de siembra a cosecha, reacción a la duración del día, origen, etc. (Voysest, 2000; Reyes *et al.*, 2008; Vargas-Vázquez *et al.*, 2008). Algunos consumidores prefieren el frijol en verde, ya que tienen una reducida o nula presencia de fibras en las paredes de las vainas verdes, pero la gran mayoría, lo utiliza como grano seco. Pueden encontrarse diferencias en el hábito de crecimiento, características fenológicas, tamaño de semilla, forma, color, período de madurez, sabor, tiempo de cocción, reacción a enfermedades, tolerancia a algún factor limitante, etc. (White, 1985; Kohashi, 1990; Singh, 2001). Las expresiones fenotípicas y genotípicas, permiten su identificación y las hacen diferentes del resto de los cultivos. Por lo anterior se hace necesario registrar un conjunto de observaciones morfológicas cualitativas y cuantitativas, que permitan caracterizar y distinguir a un conjunto de plantas que constituyen una variedad vegetal de otra población de la misma especie (UPOV, 2012; SNICS, 2013). No siempre la constante o variable de un carácter o rasgo tiene relación directa con su nivel de importancia o de utilidad, por ejemplo el color de la flor que es una característica altamente heredable y propia de cada variedad, o la altura de la planta, la cual depende para su expresión de las condiciones ambientales, pero ambas son importantes (CIAT, 1984).

Todos los rasgos tienen de alguna forma relación con la producción final aunque sea de manera indirecta, pero algunas características están más relacionadas directamente con el potencial de rendimiento como el número de vainas por planta, el peso del grano, los granos por vaina, las plantas cosechadas, etc. (Dalla-Corte *et al.*, (2010); Lépiz *et al.*, 2010; Stoilova *et al.*, 2013).

En términos generales la variabilidad genética se puede determinar en base a características morfológicas como la presencia de antocianinas en el hipocótilo después de la emergencia cuando la planta está en la etapa de hojas primarias; aunque las antocianinas también se pueden encontrar en el grano y la testa del frijol negro y opaco, ya que este tipo de frijol de la raza Mesoamericana, es una fuente importante de antocianinas que se pueden utilizar como antioxidantes naturales (Salinas-Moreno *et al.*, 2005; Santos-de Lima *et al.*, 2012), el número de días en alcanzar la floración o la madurez fisiológica, el color de la vaina, entre otras cualidades.

Algunos rasgos tales como color, tamaño y forma de la semilla, brillo, etc. pueden ser importantes para el mejoramiento genético, preferencia de los consumidores o de la industria, pero son menos relevantes para caracterizar la diversidad de los genotipos de frijol (Muñoz, 2010; Santos-de Lima *et al.*, 2012; Gathu *et al.*, 2012).

El objetivo de esta investigación fue caracterizar cualitativa y cuantitativamente dos líneas promisorias de frijol negro y dos variedades comerciales, para identificar caracteres que permitan diferenciarlas y facilitar su identidad, así como mantener su pureza genética.

13.1 Materiales y metodos

La parcela de caracterización se estableció el 14 de febrero de 2014, en el Campo Experimental Ixtacuaco del INIFAP, ubicado a 20° 02' 17.9" latitud norte y 97° 05' 47.8" longitud oeste, y una altitud de 92 m; su clima es cálido húmedo Af(m)(e), con una precipitación pluvial anual de 1743 mm y temperatura media anual de 24.0 °C, y está localizado en la parte norte del estado de Veracruz. Se sembraron las líneas: SEN-70 y NGO-17-99 seleccionadas por su tolerancia a la sequía terminal (Tosquy *et al.*, 2014), cuyo origen de la primera es el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, y de la segunda el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de México; además se agregaron como testigos de referencia las variedades comerciales:

Negro Jamapa y Negro INIFAP, generadas por el INIFAP para el trópico mexicano (Villar y López, 1993; Voysest, 2000).

Cada genotipo ocupó una superficie de 10 surcos de 10 m de longitud, separados a 0.60 m (60 m²), los cuales se condujeron en condiciones de humedad residual.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron dos escardas manuales (con azadón) para mantenerlo libre de maleza; se fertilizó con la fórmula 40-40-00, utilizando urea y fosfato diamónico grado 18-46-0, como fuentes nutrimentales; se realizaron tres aplicaciones de insecticida para controlar diabrótica (*Diabrótica sp.*) y chicharrita (*Empoasca kraemeri*).

En cada genotipo se registraron 31 características cualitativas y 12 cuantitativas durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo (CIAT, 1984); las observaciones se efectuaron en 20 plantas con competencia completa o partes de cada una de ellas, tomando como base los criterios y calificaciones de la guía metodológica propuesta por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2012) (Tablas 13 y 13.1)

Tabla 13 Características cualitativas y su etapa de registro en cuatro genotipos de frijol negro. Ciclo invierno-primavera de 2014. Campo Experimental Ixtacuaco-INIFAP

Característica	Etapa de registro
PLANTA	
Pigmentación antociánica del hipocótilo	En plántula (hojas primarias)
Intensidad de pigmentación del hipocótilo	“ “ “ “
Tipo de crecimiento	Floración media
Tipo de planta	“ “
HOJA	
Intensidad del color verde	En plena floración
Rugosidad	“ “ “ “
Forma del foliolo terminal	“ “ “ “
Longitud del ápice del foliolo terminal	“ “ “ “
INFLORESCENCIA Y FLOR	
Ubicación de inflorescencias	En plena floración
Tamaño de las brácteas de la flor	Floración media
Color del estandarte de la flor	“ “ “ “
Color del ala de la flor	“ “ “ “
VAINA	
Forma en sección transversal	Madurez de mercado
Color base	“ “ “ “
Intensidad del color base	“ “ “ “
Color base	Madurez fisiológica
Intensidad del color base	“ “ “ “
Presencia de un color secundario	En vaina y semilla seca
Filamento de la sutura ventral	Madurez de mercado
Grado de curvatura	“ “ “ “
Forma de la curvatura	“ “ “ “
Forma de la parte distal (excluido el pico)	“ “ “ “
Curvatura del pico	“ “ “ “
Textura de la superficie	“ “ “ “
Estrangulamientos	En vaina seca
SEMILLA	
Forma en la sección longitudinal	En semilla seca
Forma en sección transversal	“ “ “ “
Número de colores	“ “ “ “
Color principal (superficie mayor)	“ “ “ “
Color secundario	“ “ “ “
Venación	“ “ “ “

Tabla 13.1 Características cuantitativas, época de registro y unidades de medida de cuatro genotipos de frijol negro. Ciclo invierno-primavera 2014. Campo Experimental Ixtacuaco-INIFAP

Característica	Étapa de registro	Unidad de medida
PANTA		
Altura	100% de floración	cm
HOJA		
Tamaño del foliolo terminal	En plena floración	cm
INFLORESCENCIA Y FLOR		
Época de floración media	Momento de ocurrir	dds*
VAINA		
Longitud (excluida el pico)	Madurez de mercado	cm
Anchura	“ “ “ “	mm
Espesor	“ “ “ “	mm
Relación espesor/anchura	“ “ “ “	Adimensional
Longitud del pico	“ “ “ “	mm
Época de madurez fisiológica	Momento de ocurrir	dds*
SEMILLA		
Peso de 100 semillas	En estado seco	g
Anchura en sección transversal	“ “ “ “	mm
Longitud	“ “ “ “	mm

*días después de la siembra

13.2 Resultados y discusión

En la tabla 13.2 se muestra que de las 31 características cualitativas que fueron registradas, sólo en ocho se observaron diferencias (una en planta, dos en hoja, una en flor y cuatro en vaina), de las cuales las más notorias fueron: la intensidad del color de hojas, que resultó media en la línea SEN-70 y la variedad Negro INIFAP y oscura en la línea NGO-17-99 y la variedad Negro Jamapa, así como el color de la vaina y su intensidad en la etapa de madurez fisiológica, el cual fue violeta, de intensidad fuerte en la variedad Negro INIFAP y amarillo paja, de intensidad débil en los otros tres genotipos. Cabe indicar que el color de las vainas es una característica de alta heredabilidad, es decir, que está determinado por cada variedad (CIAT, 1984; Yuste-Lisbona *et al.*, 2014). Negro INIFAP también mostró vainas con una curvatura del pico ausente o muy débil, en contraste con las de NGO-17-99 y Negro Jamapa, las cuales presentaron una curvatura media. La baja variabilidad existente en este tipo de cualidades morfológicas se debe principalmente, a que los genotipos caracterizados pertenecen al acervo genético Mesoamericano, por lo que tienen muchos rasgos en común, los cuales fueron muy uniformes (Singh *et al.*, 1991; Ligarreto y Martínez, 2002; Medina *et al.*, 2013).

Tabla 13.2 Características cualitativas en cuatro genotipos de frijol. Ciclo Invierno-Primavera 2014. Campo Experimental Ixtacuaco-INIFAP

Característica	SEN-70	NGO-17-99	Negro Jamapa	Negro INIFAP
PANTA				
Pigmentación antocianica del hipocótilo	Presente	Presente	Presente	Presente
Intensidad de pigmentación del hipocótilo	Débil	Media	Media	Débil
Tipo de crecimiento	Mata baja	Mata baja	Mata baja	Mata baja
Tipo de planta	No rastrero	No rastrero	No rastrero	No rastrero
HOJA				
Intensidad del color verde	Media	Oscura	Oscura	Media
Rugosidad	Media	Media	Media	Media
Forma del foliolo terminal	Circular a rómbica	Circular a rómbica	Triangular a circular	Triangular a circular
Longitud del ápice del foliolo terminal	Medio	Medio	Medio	Medio
INFLORESCENCIA Y FLOR				
Ubicación de inflorescencias	En el follaje	En el follaje	En el follaje	En el follaje
Tamaño de brácteas de la flor	Pequeño	Pequeño	Medio	Pequeño
Color del estandarte de la flor	Violeta	Violeta	Violeta	Violeta
Color del ala de la flor	Violeta	Violeta	Violeta	Violeta
VAINA				
Forma sección transversal	Oval	Oval	Oval	Oval
Color base en madurez de mercado	Verde	Verde	Verde	Verde
Intensidad del color base en madurez de mercado	Medio	Medio	Medio	Medio
Color base en madurez fisiológica	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Violeta
Intensidad del color base en madurez fisiológica	Débil	Débil	Débil	Fuerte
Presencia de un color secundario	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Filamento de la sutura ventral	Presente	Presente	Presente	Presente
Grado de curvatura	Débil	Ausente o muy débil	Débil	Débil
Forma de la curvatura	Cóncava	Cóncava	Cóncava	Cóncava
Forma de la parte distal (excluido el pico)	Aguda a truncada	Aguda a truncada	Aguda a truncada	Aguda a truncada
Curvatura del pico	Débil	Media	Media	Ausente o muy débil
Textura de la superficie	Lisa	Lisa	Lisa	Lisa
Estrangulamientos	Ausentes o muy débiles			
SEMILLA				
Forma en la sección longitudinal	Circular a elíptica	Circular a elíptica	Circular a elíptica	Circular a elíptica
Forma en sección transversal	Elíptica estrecha	Elíptica estrecha	Elíptica estrecha	Elíptica estrecha
Número de colores	Uno	Uno	Uno	Uno
Color principal (superficie mayor)	Negro	Negro	Negro	Negro
Color secundario	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene
Venación	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Con respecto a las variables cuantitativas, sólo se observaron diferencias en cuatro caracteres: el tamaño del foliolo terminal, clasificado como grande en la variedad Negro INIFAP, el cual ya se ha reportado en otros estudios de caracterización realizados en el centro de Veracruz; el tamaño resultó mediano en los otros tres genotipos. La longitud de la semilla que resultó media en la línea SEN-70 y corta en los demás; así como en el número de días en llegar a las etapas de floración media y de madurez fisiológica. Aunque la floración de las líneas SEN-70 y NGO-17-99 ocurrió en forma más temprana que en las variedades, solamente SEN-70 fue la primera en llegar a su madurez fisiológica (Tabla 13.3).; esta misma línea tuvo la mayor longitud de semilla, aunque no deja de estar el grupo de tamaño pequeño de grano (Voystest, 2000; Dalla-Corte *et al.*, 2010); mencionan Cerón *et al.*, (2001; Sadeghi *et al.*, (2011), esta característica está relacionada con un mayor peso de semilla y en forma directa con el rendimiento de grano. La precocidad de esta línea, puede representar un mecanismo clave de escape a la sequía (White e Izquierdo, 1991; Otálora *et al.*, 2006; Acosta-Gallegos y Kelly, 2012), además de que ayuda a programar la fecha de siembra, para evitar que etapas críticas como la floración, coincidan con la falta de humedad y con la presencia de plagas y enfermedades (Fernández *et al.*, 1985; Cerón *et al.*, 2001; Singh, 2001). En general, los cuatro genotipos caracterizados son de mata baja, planta arbustiva y erecta tipo II (Singh, 1982), de hábito de crecimiento indeterminado, con guías de longitud media a larga (CIAT, 1984; Gepts y Debouck, 1991), inflorescencia predominantemente en el follaje, flores color violeta y grano de peso ligero (menor a 25 g por 100 semillas), clasificado como de tamaño pequeño (SNICS, 2013), de color negro y opaco, de alta demanda en el sureste de México (Voystest, 2000; Rosales *et al.*, 2003; Pereira *et al.*, 2009).

Tabla 13.3 Valores promedio de características cuantitativas de cuatro genotipos de frijol negro. Ciclo Invierno-Primavera de 2014. Campo Experimental Ixtacuaco-INIFAP

Característica	SEN-70	NGO-17-99	N.Jamapa	N. INIFAP
PLANTA				
Altura (cm)	66.10	58.50	55.15	67.40
	Alta	Alta	Alta	Alta
HOJA				
Tamaño del foliolo terminal (cm)	8.87	8.92	8.87	10.67
	Medio	Medio	Medio	Grande
INFLORESCENCIA Y FLOR				
Floración media (d)	36	38	42	42
	Muy temprana	Muy temprana	Temprana	Temprana
VAINA				
Longitud excluido el pico (cm)	9.27	9.97	9.91	9.92
	Media	Media	Media	Media
Anchura (mm)	11.6	10.9	11.37	10.7
	Ancha	Ancha	Ancha	Ancha
Espesor (mm)	5.15	6.10	5.50	5.45
	Media	Media	Media	Media
Relación espesor/anchura	0.44	0.56	0.50	0.50
	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana
Longitud del pico (mm)	8.1	5.8	7.3	5.9
	Media	Media	Media	Media
Madurez fisiológica (d)	67	74	75	73
SEMILLA				
Peso de 100 semillas (g)	24.90	23.40	20.5	20.0
	Ligero	Ligero	Ligero	Ligero
Anchura en sección transversal (mm)	6.6	6.5	5.8	5.95
	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana
Longitud (mm)	10.2	9.85	9.70	9.85
	Media	Corta	Corta	Corta

13.3 Conclusiones

Se identificaron ocho caracteres cualitativos y cuatro cuantitativos, en los cuales difirieron los genotipos; los principales fueron: en los primeros, la intensidad del color verde de la hoja, la forma del foliolo terminal, el color de la vaina y su intensidad en madurez fisiológica y en los segundos, el tamaño del foliolo terminal, fecha de floración, número de días en llegar a madurez fisiológica y la longitud de la semilla. Esta diferenciación de caracteres facilitará la identidad varietal de los genotipos estudiados.

13.4 Referencias

Acosta-Gallegos, J. A. y J. Kelly. (2012). Strategies to improve adaptation of common bean to drought. Annual Report Bean Improvement. Cooperative. 55. pp.7-8.

Cerón, Ma. del S., Ligarreto G., J. Moreno y O. Martínez. (2001). Selección de variables cuantitativas y clasificación de 22 accesiones de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 3 (2). pp. 31-38.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia. Contenido científico: Debouck, D. y R. Hidalgo. Producción: Ospina R. y C. Flor. 1984. 56 pp.

Dalla- Corte A., V. Moda-Cirino, C.A. Arias, J. Ferraz de, D. Destro. (2010). Genetic analysis of seed morphological traits and its correlations with grain yield in common bean. Braz. Arch. Biol. Technol. 53 (1). pp. 27-34.

Fernández, F., P. Gepts y M. López. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). In: López, M., F. Fernández y A. van Schoonhoven (eds.). Frijol: Investigación y Producción. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 1985. pp. 61-78

Gathu, E., E. Karuri and P. Njage. (2012). Physical characterization of new advanced drought tolerant common beans *Phaseolus vulgaris* line for canning quality. Am. J. Food Technol. 7 (1). pp. 22-18.

Gepts, P., and D. Debouck. Origin, domestication and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia. In: Schoonhoven, A. van and O. Voysest (eds.) Common bean: Research for Crop Improvement. Center of Agricultural Bioscience International (CAB International) and CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. pp. 7-53.

Kohashi J. Aspectos de la morfología y fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su relación con el rendimiento. Chapingo, Texcoco, México. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. 1990. 44 pp.

Lépiz, R., J. Jesús López, J. Jesús Sánchez, F. Santacruz-Ruvalcaba, R. Nuño y E. Rodríguez. (2010). Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 33 (1). pp. 21-28.

- Ligarreto, G. y M. Martínez. (2002). Variabilidad genética en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). I. Análisis de variables morfológicas y agronómicas cuantitativas. *Agronomía Colombiana*. 19 (1-2). pp. 69-80.
- Muñoz, R. (2010). Frijol, rica fuente de proteínas. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). *Biodiversitas*. 89. pp. 7-11.
- Medina, A., C. Ramis, D. Pérez, P. Lagarde e Y. de Farías. (2013). Caracterización de variabilidad genética en acervos primarios de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), útiles para programas de premejoramiento genético. *Revista Facultad. Agronomía. Universidad Central de Venezuela (UCV)* 39 (1). pp. 20-29.
- Otálora, J., G. Ligarreto y A. Romero. (2006). Comportamiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo reventón por características agronómicas y de calidad de grano. *Agronomía Colombiana* 24 (1). pp. 7-16.
- Pereira T., C. Coelho, A. Bogo, A. Guidolin, D. Miquelluti. (2009). Diversity in common bean landraces from south Brazil. *Acta Botánica. Croatica*. 68 (1). pp. 79-92.
- Reyes, E., L. Padilla, O. Pérez y P. López. (2008). Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol. Universidad Autónoma de Zacatecas. *Revista Investigación Científica*. 4 (3). pp. 1-21.
- Rosales, R., J. Acosta-Gallegos, R. P. Durán, H. Guillén, P. Pérez, G. Esquivel y J. S. Muruaga. (2003). Diversidad genética del germoplasma mejorado de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México. *Agricultura Técnica en México*. 29 (1). pp. 11-24.
- Sadeghi A., K. Cheghamirza and H. Reza. (2011). The study of morpho-agronomic traits relationship in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biharean Biologist*. 5 (2). pp. 102-108.
- Salinas-Moreno, Y., L. Rojas-Herrera, E. Sosa-Montes y P. Pérez-Herrera. (2005). composición de antocianinas en variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivadas en México. *Agrociencia* 39. pp. 385-394.
- Santos-de Lima, M. J. de Souza, P. de Souza, C. Santana, R. Faria and P. Cecon. (2012). Characterization of genetic variability among common bean genotypes by morphological descriptors. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 12. pp. 76-84.
- Singh, S. P. (1982). A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. *Annual Report Bean Improvement Cooperative*. 25. pp. 92-95.
- Singh S., P. Gepts, and D. Debouck. (1991). Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Economic Botany*. 45 (3). pp. 379-396.
- Singh S. P. (2001). Broadening the genetic base of common bean cultivars: A review. *Crop Science* 41. pp. 1659-1675.
- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas). Guía técnica para la descripción varietal. Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tlalnepantla, Edo. de México, México. 2013. 24 pp.

Stoilova T., G. Pereira and M. Tavares de Sousa. (2013). Morphological characterization of a small common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) collection under different environments. Journal of Central European Agriculture. 14 (3). pp. 854-864.

Tosquy, V. O. H., López, S. E., Francisco, N. N., Villar, S. B. y Acosta, G. J. A. (2014). Genotipos de frijol negro opaco resistentes a sequía terminal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 5 (7). pp. 1205-1217.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). Judía común, Alubia (*Phaseolus vulgaris*). Ginebra, Suiza. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Documento TG/12/9. 2012. 46 pp.

Vargas-Vazquez, M. L., J. S. Muruaga-Martínez, P. Pérez-Herrera, H. R. Gill-Langarica, G. Esquivel-Esquivel, M. Á. Martínez-Damián, R. Rosales-Serna y N. Mayek-Pérez. (2008). Caracterización morfoagronómica de la colección núcleo de la forma cultivada de frijol común del INIFAP. Agrociencia 42. pp. 787-797.

Villar, S. B. y López, S. E. (1993). Negro INIFAP: nueva variedad de frijol para Chiapas y regiones tropicales similares. Revista Fitotecnia Mexicana 16 (2). pp. 208-209.

Voysest, O. Mejoramiento Genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Legado de variedades de frijol de América Latina 1930-1999. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 2000. 195 pp.

White, J. W. Conceptos básicos de Fisiología del frijol. Cali, Colombia. In: López, M., F. Fernández., Art Van Schoonhoven (ed). Frijol: Investigación y Producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1985. pp. 43-60.

White, J. and J. Izquierdo. Physiology of yield potential and stress tolerance. Cali, Colombia. In: Schoonhoven, A. van and O. Voysest (eds.) Common bean: Research for Crop Improvement. Centre for Agricultural Bioscience International (CAB International) and Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1991. pp 287-232.

Yuste-Lisbona, F., A. M. González, C. Capel, M. García-Alcázar, J. Capel, A. M. de Ron, M. Santalla and R. Lozano. (2014). Genetic variation underlying pod size and color traits of common beans depend on quantitative traits loci with epistatic effects. Molecular Breeding. 33. pp. 939-952.