

## NEGRO GUANAJUATO, NUEVA VARIEDAD DE FRIJOL PARA EL CENTRO DE MÉXICO\*

### NEGRO GUANAJUATO, A NEW BEAN CULTIVAR FOR THE CENTER OF MEXICO

Jorge Alberto Acosta Gallegos<sup>1</sup>, Francisco Manuel Mendoza Hernández<sup>1</sup>, Bismarck Aguilar Garzón<sup>1</sup>, Gilberto Esquivel Esquivel<sup>2</sup>, Raúl Rodríguez Guerra<sup>1</sup> y Salvador Horacio Guzmán Maldonado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío, INIFAP, km 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Guanajuato C. P. 38110, México. <sup>2</sup>Campo Experimental Valle de México, INIFAP.

#### ABSTRACT

Negro Guanajuato is a new bean cultivar developed by the bean program of the National Research Institute for Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP) at the Bajío Experimental Station, Celaya, Guanajuato. Negro Guanajuato is of indeterminate growth habit, type IIIa, disease resistant and a 100-seeds weight that varies between 17 and 21 g. It has shown high yield potential under irrigated and rainfed conditions at the Bajío region of Guanajuato and can also be grown in the states of Puebla and Mexico. In Mattson type cookers, the seed of Negro Guanajuato has displayed cooking times from 50 to 65 min and protein content between 21 and 23.6%.

En México, la clase comercial de frijol negro opaco de tamaño pequeño -tipo tropical- es de alta demanda; en particular en el centro y sureste del país, por lo que el consumo se ha reportado en más de 400 000 t anuales (Castellanos *et al.*, 1997; SIAP, 2006). Este tipo de frijol junto con el de grano pinto, son las únicas clases comerciales que se importan del extranjero.

En Guanajuato, la superficie promedio anual sembrada con frijol entre 1996 y 2005 fue de 120 000 ha, de las cuales 90% se cultivó bajo condiciones de temporal con un rendimiento medio de 400 kg ha<sup>-1</sup> (SAGARPA, 2006). El rendimiento bajo obtenido en temporal se debe a períodos de sequía

intermitente y escasa e irregular precipitación durante el ciclo de cultivo (Acosta, 1998); además de enfermedades que causan pudrición de raíz, las cuales disminuyen la población de plantas y acentúan el daño por sequía. Las enfermedades importantes que se presentan en frijol de temporal son: antracnosis (*Colletotrichum lindemuthiaum*), bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) y de halo (*Pseudomonas phaseolicola*), pudriciones de raíz (principalmente causadas por *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani*) y roya (*Uromyces appendiculatus* pv. *appendiculatus*); ocasionalmente, ocurren otras enfermedades como mancha blanca, mancha redonda, mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) y cenicilla. Entre los insectos plaga que ataca al cultivo, el más importante en el norte del estado es la conchuela o borreguillo (*Epilachna varivestis*), mientras que en el centro y sur son la chicharrita y mosquita blanca; en algunas áreas también puede ocurrir el picudo del ejote (*Apion godmani*).

En el estado de Guanajuato es factible incrementar el rendimiento de frijol de temporal con la adopción y uso de nuevas tecnologías de producción, entre las que se incluye el uso de variedades mejoradas, de alta calidad y rendimiento. Lo que contribuirá a satisfacer el déficit de frijol de grano negro que actualmente existe en México (FIRA, 2001).

\* Recibido: Septiembre de 2006  
Aceptado: Noviembre de 2007

El frijol de grano negro pequeño, tiene alta demanda entre los consumidores por lo que no presenta ningún inconveniente para su comercialización, sobre todo si en su producción se realizan las prácticas agronómicas y manejo de poscosecha que favorecen la obtención de grano de alta calidad. En los últimos años se ha desarrollado investigación sobre las características funcionales de grano de frijol. El grano negro además de ser nutritivo, tiene propiedades que contribuyen a mejorar la salud al coadyuvar en el control de enfermedades como la diabetes tipo 2 y el cáncer de colon (Reynoso-Camacho *et al.*, 2007).

Negro Guanajuato es una nueva variedad de frijol negro opaco de tamaño pequeño desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el Campo Experimental Bajío y en terrenos de agricultores cooperantes de las regiones Bajío y norte del estado de Guanajuato. Durante cinco años se evaluaron líneas mejoradas de frijol negro con base en el rendimiento bajo condiciones de riego y temporal, resistencia a las enfermedades y calidad comercial de grano. Como resultado, se identificó la línea NGO 99038, ahora denominada Negro Guanajuato, la cual ha mostrado resistencia a enfermedades, alto rendimiento y calidad de grano y una amplia adaptación bajo condiciones de temporal en el Bajío guanajuatense. Negro Guanajuato también puede utilizarse en condiciones de riego en siembras de otoño-invierno en la región del Bajío donde ha mostrado alto rendimiento y tolerancia al ataque de la chicharrita y mosca blanca. A continuación se describe el registro, origen y la descripción de esta nueva variedad.

### Registro

La variedad de frijol Negro Guanajuato fue liberada por el Campo Experimental Bajío perteneciente al Centro de Investigación Regional del Centro (CIRCE), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Esta variedad puede utilizarse en siembras comerciales en Guanajuato y otros estados del centro de México en sistemas de producción y condiciones ambientales de riego y temporal. El número de registro provisional otorgado por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas (SNICS) a la variedad Negro Guanajuato es 2036-FRI-043-190208/C.

### Origen

La variedad Negro Guanajuato se obtuvo de la cruce simple de las variedades Negro INIFAP x Negro 8025,

cruza realizada en 1994 en el Campo Experimental Valle de México del INIFAP. El objetivo de realizar esta cruce fue incorporar características de calidad del grano de Negro 8025 en el tipo de planta de la variedad Negro INIFAP y obtener variedades de porte semi-erecto y grano con alta calidad comercial. De este cruzamiento se seleccionaron las líneas que mostraron grano opaco y pequeño y que conservaron las características sobresalientes de los progenitores; como son: tolerancia a enfermedades, alto rendimiento y adaptación a condiciones de temporal en el Estado de México, México. Posteriormente, la línea que dio origen a la variedad Negro Guanajuato se evaluó extensivamente en el estado de Guanajuato bajo condiciones de riego y temporal.

### Proceso de obtención

La variedad Negro Guanajuato se obtuvo por hibridación y selección mediante el método genealógico (Fehr, 1987). Después de obtener el cruzamiento, la semilla  $F_1$  generada se avanzó a  $F_2$  bajo condiciones de invernadero en el Campo Experimental Valle de México.

La población  $F_2$  se estableció en campo y se realizó selección de numerosas plantas con base en criterios de sanidad y carga de vainas por planta individual. Para el rápido avance en el desarrollo de las variedades, la semilla de las plantas seleccionadas se establecieron planta por surco en la generaciones  $F_3$  y  $F_5$  durante el ciclo de otoño-invierno en el Campo Experimental Cotaxtla en Veracruz; es decir, en el desarrollo de las líneas mejoradas se alternaron las generaciones entre el Valle de México (sitio de selección) y la costa del Golfo de México (sitio de avance generacional).

En el Valle de México, en el proceso de selección se incluyó la reacción a las diversas enfermedades que ocurrieron en forma natural durante el ciclo del cultivo, entre ellas, antracnosis, tizón común, tizón de halo, pudriciones de raíz y roya. Las líneas que durante el ciclo primavera-verano de 1999 bajo condiciones de temporal mostraron resistencia a las enfermedades y rendimiento superior al promedio fueron seleccionadas y cosechadas en masa.

A partir de 2000, la línea codificada como NGO 99038, que dio origen a la variedad Negro Guanajuato, fue incluida en los ensayos de rendimiento establecidos en diferentes localidades del centro de México.

El ciclo biológico, hábito de crecimiento, color de flor, grano y otros atributos de la variedad se presentan en el Cuadro 1.

La variedad Negro Guanajuato es de hábito de crecimiento indeterminado semi-erecto Tipo IIIa (Singh, 1982) y muestra una altura del dosel de 38 a 44 cm y de 60 cm si se considera la longitud de las guías.

### Cuadro 1. Descripción de la variedad Negro Guanajuato.

Característica	Negro Guanajuato
Color de:	
Hipocotileo	Morado
Nervaduras de hojas	Verde
Alas de la flor	Morado
Estandarte de flor	Morado
Color de:	
Hojas	Verde pálido
Vainas inmaduras	Verde claro sin pigmentación
Vainas maduras	Amarillas sin pigmentación
Semillas	Negras de tamaño pequeño y opacas
Días a:	
Floración (50%)	47-52
Madurez fisiológica	95-105
Hábito de crecimiento	Intermedio postrado, tipo III, con guías de medianas a largas
Forma de semilla	Ovalada-alargada
Peso de 100 semillas	19-21 g
Reacción a enfermedades*	
Antracnosis <sup>1</sup>	Resistente
Roya	Resistente
Bacteriosis	Tolerante

\*Evaluada en condiciones de infestación natural en campo; <sup>1</sup>Inoculada con diferentes razas prevalentes en el Altiplano y el Bajío en condiciones controladas de invernadero.

Negro Guanajuato florece entre 48 y 52 días después de la siembra, dependiendo de las condiciones de producción y alcanza la madurez fisiológica entre 97 y 105 días. La variación del número de días a la floración y madurez fisiológica depende de las características climáticas del sitio y las condiciones de siembra, por lo general el ciclo es más prolongado en riego. El período a madurez fisiológica puede extenderse hasta 110 días en condiciones de riego y siembras tempranas de febrero en las que la germinación toma quince días en lugar de ocho.

En evaluaciones realizadas en el Estado de México y Guanajuato, Negro Guanajuato mostró resistencia al ataque de la mayoría de las razas de antracnosis y roya, así como al tizón común y de halo. Sin embargo, en ambientes secos como los que se presentan en el norte de Guanajuato las vainas pueden tornarse dehiscentes después de la maduración y la cosecha se tiene que realizar antes de que las plantas hayan perdido todas sus hojas y manejarse con cuidado durante su traslado para la trilla.

La semilla de Negro Guanajuato es de tamaño pequeño con un rango en el peso entre 17 y 21 g por 100 semillas, ovalada, color negro mate u opaco, lo que la hace atractiva para el consumidor con respecto a otras variedades de grano negro opaco y brillante.

### Adaptación y rendimiento

La variedad Negro Guanajuato mostró adaptación en evaluaciones de rendimiento llevadas a cabo entre 2000-2006 en diversos ambientes en el Estado de México y Guanajuato (Cuadro 2). El rendimiento medio de la variedad Negro Guanajuato en condiciones de temporal fue de 1139 kg ha<sup>-1</sup> con una fluctuación entre 262 kg ha<sup>-1</sup> en el ambiente más crítico como el de la providencia Laguna de Guadalupe, hasta 2 512 kg ha<sup>-1</sup> en el más favorable de Celaya, Guanajuato. La producción promedio en condiciones de riego fue de 2 304 kg ha<sup>-1</sup> (Cuadro 2), con un máximo de 3 801 kg ha<sup>-1</sup> y un mínimo de 2 061 kg ha<sup>-1</sup>.

Con base en similitud ambiental y pruebas iniciales en el Estado de México, puede señalarse que Negro Guanajuato, además de adaptarse a las condiciones agroecológicas del estado de Guanajuato, puede sembrarse también en áreas de riego y temporal con precipitación superior a 400 mm anuales en el Estado de México, Puebla, Querétaro e Hidalgo.

Para obtener altos rendimientos con la siembra de Negro Guanajuato, es necesario aplicar las prácticas culturales recomendadas por el INIFAP para producir frijol en los estados de la región centro de México.

### Prácticas culturales

En condiciones de temporal, la siembra de Negro Guanajuato se debe realizar al momento en que se establece la temporada de lluvias, siempre y cuando el suelo tenga la humedad adecuada para asegurar la germinación de semilla y emergencia de plántulas. Negro Guanajuato en riego se puede sembrar desde el 20 de febrero y en temporal todo el mes de junio y principios de julio.

En el Altiplano de México, bajo condiciones de riego durante el ciclo primavera-verano, se sugiere sembrar en el mes de junio y hasta la primera quincena de julio. Debe considerarse que entre más se retrase la siembra, se incrementan las posibilidades de obtener bajos rendimientos como resultado de heladas tempranas y por la falta de humedad en la etapa de llenado del grano.

**Cuadro 2. Características tecnológicas y nutricionales del grano Negro Guanajuato en comparación con tres variedades comerciales. Producidas en temporal durante el ciclo primavera-verano 2004, Celaya, Guanajuato.**

Variedad	Característica							
	P100S g	Proteína %	Fibra %	Tiempo de cocción min	Contenido de testa %	Ceniza %	Fenoles totales mg EAG/100g	Antocianinas mg EC3G/100g
Guanajuato	23.6	22.9	5.61	50	9.34	3.74	447	36.9
8025	22.4	21.4	5.31	81	8.59	3.83	345	63.4
Altiplano	25.9	20.2	5.05	70	9.14	4.27	330	45.0
T 39	18.9	21.2	6.85	65	9.17	4.25	651	72.0

P100S= Peso de 100 semillas; Fenoles totales= Fenoles determinados con base en la reducción del ácido galico por compuestos fenolicos (Singleton *et al.*, 1999); Antocianinas= Determinadas por el método de Abdel y Hule (1999).

La densidad de siembra que se recomienda es de 150 000 plantas ha<sup>-1</sup>, la cual se puede obtener con 40 kg de semilla. Se sugiere depositar de 10 a 12 semillas por metro lineal de surco y una separación entre surcos de 70 cm. En riego la densidad recomendada es de 250 000 plantas ha<sup>-1</sup> y en la región del Bajío se puede sembrar a doble hilera en surcos o camas separadas de 80 a 100 cm.

En condiciones de temporal se recomienda aplicar la dosis de fertilización 40-50-00, para nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), respectivamente. En caso de contar con información detallada sobre la fertilidad del suelo a través de un análisis en laboratorio, la dosis se puede modificar según sea necesario. En riego, la dosis generalizada recomendada es 60-50-20, para nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), respectivamente.

### Calidad del grano

El grano de Negro Guanajuato es atractivo para el consumidor que demanda grano negro tipo tropical, ya que el color opaco y la forma del grano es similar al de muchas variedades tradicionales del trópico, como lo es Jamapa. El tiempo de cocción del grano es también una característica importante para los consumidores de esta leguminosa. En pruebas de laboratorio realizadas en vasos de vidrio y con mechero de gas en cocedores tipo Mattson, el grano de la variedad Negro Guanajuato cosechado en una de las localidades donde se evaluó el rendimiento, mostró tiempos de cocción entre 50 y 65 min y contenido de proteínas entre 21 y 23.6%. Otras características determinadas pueden considerarse dentro del rango normal para variedades de grano negro.

### Disponibilidad de semilla

La semilla original (genéticamente pura) de la variedad Negro Guanajuato es conservada por el Programa de Frijol del Campo Experimental Bajío. Durante 2008, la semilla original ha sido multiplicada para producir semilla de las categorías básica y registrada con el fin de satisfacer la demanda generada por las asociaciones de productores, compañías e instituciones dedicadas a la producción de semilla certificada. Para el caso de investigación, se pueden solicitar a los autores muestras de semilla de la variedad Negro Guanajuato en donación.

### LITERATURA CITADA

- Abdel, E. S. and Hule, P. 1999. A rapid method for quantifying total anthocianins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal Chem.* 76(3):350-354.
- Castellanos J Z, Guzmán-Maldonado H., Jiménez A., Mejía C., Muñoz-Ramos J. J., Acosta-Gallegos J. A., Hoyos G., López-Salinas E., González D., Salinas-Pérez R., González-Acuña J., Muñoz-Villalobos J. A., Fernández P., B Cázares. 1997. Hábitos preferenciales de los consumidores de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en México. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 47:163-168.
- Fehr W. R. 1987. Principles of Cultivar Development. Vol. I. Theory and technique. Macmillan Publishing Company, New York, USA. p. 388-400.
- Fideicomisos Instituidos Relacionados con la Agricultura (FIRA). 2001. El frijol en México, competitividad y oportunidades de desarrollo. Boletín Informativo Núm. 316, Vol. XXXIII. p. 87

- Reynoso-Camacho, R.; Rios-Ugalde, M. C.; Torres-Pacheco, I.; Acosta-Gallegos, J. A.; Palomino-Salinas, A. C.; Ramos-Gomez, M.; Gonzalez-Jasso, E. y Guzmán-Maldonado, S. H. 2007. El consumo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su efecto sobre el cáncer de colon en ratas Sprague-Dowley. *Agric. Téc. Méx.* 33:43-52.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2006. [http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/SP\\_AG/sp\\_frijol.html](http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/SP_AG/sp_frijol.html). (Fecha de consulta 28 de septiembre de 2006).
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2006. Situación actual y perspectivas de la producción de frijol en México 2000-2005. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México. 34 p.
- Singh, S. P. 1982. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 25:92-95.
- Singleton, V. L.; Orthofer, R. and Lamuela-Raventos. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 299:152-178.