

‘San Luis 22’: variedad de frijol negro brillante de temporal para el centro-norte de México

José Luis Anaya-López¹
Brenda Zulema Guerrero-Aguilar¹
Yanet Jiménez-Hernández¹
Elizabeth Chiquito-Almanza²
Alejandro Antonio Prado-García¹
Jorge Alberto Acosta-Gallegos^{1,§}

1 Campo Experimental Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende km 6.5, Celaya, Guanajuato, México. CP. 38110.

2 Investigadora independiente.

Autor para correspondencia: acosta.jorge@inifap.gob.mx.

Resumen

‘San Luis 22’ es una variedad de frijol de grano negro brillante de tamaño medio, es de hábito indeterminado postrado tipo III. Es de ciclo de madurez intermedio, con 95 a 100 días a madurez fisiológica. Su rendimiento potencial en condiciones de temporal es de 1 450 kg ha⁻¹. En El Bajío, en siembras de campo, es tolerante a tizón común y resistente a roya, antracnosis, tizón de halo y mosaico común del frijol. Posee los marcadores moleculares SW13, asociado al gen *I* de resistencia al virus del mosaico común del frijol; Sk14, Sl19 y SAD12, asociados a los genes de resistencia a roya *Ur-3*, *Ur-5* y *Ur-7*, así como SY20, SAS13 y SF10, asociados a los genes de resistencia a antracnosis *Co-4*, *Co-4²* y *Co-10*, respectivamente. ‘San Luis 22’ se recomienda para temporal en El Bajío y el Altiplano del norte de Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas. En El Bajío y norte de Guanajuato bajo temporal, San Luis 22 superó en 191 kg ha⁻¹ a Negro Otomí, particularmente en siembras atrasadas de agosto, lo que sugirió mayor plasticidad fenológica.

Palabras clave:

Phaseolus vulgaris L., BCMV, rendimiento, resistencia genética.



En México, los frijoles de tipos Negro Brillante y Opaco son los de mayor producción y consumo. La producción de frijol Negro Brillante se realiza bajo condiciones de temporal en el altiplano, principalmente en los estados de Zacatecas, Durango y Guanajuato (FIRA, 2022). En esta región, la escasa e irregular precipitación pluvial, los suelos pobres en nutrientes y materia orgánica y los problemas fitosanitarios son los principales factores que reducen el rendimiento y limitan la producción de frijol (Anaya-López *et al.*, 2021).

Existen pocas variedades mejoradas de frijol Negro Brillante, la producción se realiza con variedades criollas de los tipos Negro Querétaro y San Luis. Si bien, los materiales criollos tienen excelente adaptación en los nichos agroecológicos donde se han utilizado por largo tiempo, algunos carecen de las características de calidad y uniformidad que demanda el mercado. Para incrementar la productividad, competitividad y autosuficiencia del cultivo de frijol en el altiplano del país, se requiere de variedades mejoradas, adaptadas a temporal y resistentes a enfermedades. A continuación, se describe la nueva variedad de frijol de tipo Negro Brillante, 'San Luis 22' desarrollada por el Programa de Frijol del INIFAP, en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ).

Origen y proceso de obtención

'San Luis 22' se derivó de la cruce simple de la línea uniforme F_9 [(Flor de Junio Marcela/Flor de Mayo Anita) //Island] / Negro 8025, realizada en 2009, los primeros dos progenitores de la línea son adaptados a la región del Bajío (Guanajuatense) y el tercero es una variedad canadiense de tipo Pinto y el progenitor masculino es de tipo Negro Opaco. Para su desarrollo se utilizó el método genealógico combinando selección individual en generaciones tempranas y en masa en las avanzadas (Fehr, 1987).

En 2009 se realizó la hibridación y avance de F_1 a F_2 en invernadero, en 2010 se realizó en campo el avance de generación de F_3 a F_4 y se sometió a la presión natural de enfermedades. La selección en generaciones intermedias se realizó a partir de plantas individuales en generaciones F_5 a F_7 en 2011-2012 y a partir de la F_8 la cosecha fue en masa, se obtuvieron dos generaciones por año. Las selecciones se realizaron en Celaya, Guanajuato con base en la reacción a enfermedades y carga de vainas bajo temporal en siembras de julio, las siembras en febrero con riego fueron para el avance generacional. En 2013 y de 2015 a 2022 la línea se evaluó en localidades de Guanajuato y en 2022 en una de Querétaro.

En 2018 se evaluó en cuatro localidades del municipio de Ocampo, Guanajuato. En 2019 se establecieron parcelas de validación bajo condiciones de temporal en campos de productores en Guanajuato. En 2019 en temporal y 2020 en riego la línea se depuró en lote aislado eliminando plantas fuera de tipo y se realizó su descripción de acuerdo con la guía técnica para la descripción varietal de frijol (SNICS, 2017).

En 2021 'San Luis 22' se genotipificó con los marcadores moleculares Sk14, S119 y SAD12, asociados a los genes de resistencia a roya *Ur-3*, *Ur-5* y *Ur-7* y con los marcadores SY20, SAS13 y SF10 asociados a los genes de resistencia a antracnosis *Co-4*, *Co-4*² y *Co-10* (BIC, 2010). En 2022 se confirmó la resistencia al virus del mosaico común mediante inoculación con la cepa NL3 del virus necrótico del mosaico común (BCMNV) en condiciones confinadas de invernadero y se genotipificó con el marcador molecular SW13 asociado al gen *I* siguiendo la metodología descrita por Anaya-López *et al.* (2018).

Características morfológicas y agronómicas

Las plantas de 'San Luis 22' son de hábito indeterminado postrado tipo III, de reacción de día corto al fotoperíodo, con pigmentación media antocianica del hipocótilo, la hoja primaria posee textura moderadamente lisa, es de altura baja del dosel (38 cm) y ciclo intermedio de 90 a 95 días a la madurez fisiológica. El folíolo terminal es de forma circular a rómbica de tamaño mediano, color verde muy fuerte y rugosidad moderadamente débil. La flor tiene el estandarte y el ala de color violeta, con brácteas grandes.

La vaina es de color verde, ligeramente rugosa, longitud mediana, anchura y espesor medios con curvatura cóncava débil, con 4 a 5 semillas por vaina. La semilla es de color negro brillante, venación débil, corona del mismo color que la testa, peso medio de 32 g en 100 semillas, de forma elíptica, longitud y ancho en sección transversal media, y la sección transversal es elíptica estrecha. 'San Luis 22' se evaluó en diversas localidades de Guanajuato junto con otros 15 genotipos, incluido Negro Otomí (Acosta-Gallegos *et al.*, 2001) como testigo. De estos, 'San Luis 22', la línea 9 y el testigo presentaron los mejores atributos.

Los rendimientos más altos se obtuvieron en siembras de temporal en la primera quincena de julio en 2017 (2 421 kg ha⁻¹), 2018 (2 555 kg ha⁻¹) y 2019 (2 551 kg ha⁻¹). En 2018 y 2020, bajo riego, la línea 9, de reacción neutral al fotoperíodo (*ppd ppd*), superó a San Luis 22 y al testigo Negro Otomí, éstas últimas de reacción de día corto (sensibles al fotoperíodo *Ppd Ppd*) (White y Laing, 1989). Como la variedad a registrar es para temporal, San Luis 22 fue superior: 2 979 vs 2 600 kg ha⁻¹ (julio 2018), 1 506 vs 1 006 kg ha⁻¹ (agosto 2018) y 3 266 vs 2 664 kg ha⁻¹ (julio 2019).

Además, San Luis 22 tuvo mayor rendimiento que la línea 9 y que Negro Otomí en siembras atrasadas de agosto, lo que sugiere mayor plasticidad en temporal. En el Anova hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre localidades, genotipos y su interacción, la interacción se debió a cambios de posición entre la línea 9 y San Luis 22 en ocho de las 10 localidades.

En 2022 San Luis 22 se validó en parcelas semi-comerciales en dos localidades de temporal (Cuadro 1). En el CEBAJ, Guanajuato la siembra fue el 17 de julio y en Regina, Querétaro el 4 de agosto. En estas parcelas se tomaron al azar seis segmentos de 6 m de surco (4.5 m²) para determinar el rendimiento de grano y el peso de 100 semillas tomadas al azar de cada muestra. Los datos se analizaron por Anova con la prueba de F usando un diseño factorial 2 x 3 (dos localidades y tres materiales) con seis repeticiones.

Cuadro 1. Rendimiento y peso de 100 semillas de tres genotipos de frijol en dos localidades de temporal en el ciclo primavera-verano 2022.

Genotipo	Rendimiento (kg ha ⁻¹)			P100S (g)		
	CEBAJ	Regina	Promedio ¹	CEBAJ	Regina	Promedio ¹
Línea 9	2 504 a ¹	600 a	1 552 a	31.4 b	29.6 b	30.5 b
San Luis 22	2 444 a	702 a	1 573 a	33.3 a	31.5 a	32.4 a
Negro Otomí	2 356 a	573 a	1 464 a	29.1 c	27.4 c	28.2 c
Promedio ²	2 435 a	625 b		31.3 a	29.5 b	

¹ = diferencias promedio entre materiales; ² = diferencias promedio entre localidades; P100S= peso de 100 semillas. Diferentes letras señalan diferencias entre materiales en cada localidad de acuerdo con la prueba de Tukey al 0.05.

El rendimiento medio y el peso de 100 semillas promedio obtenidos en el CEBAJ fueron superiores ($p < 0.001$) a los de Regina, 2435 vs 625 kg ha⁻¹ y 31.3 vs 29.5 g, respectivamente. El bajo rendimiento en Regina se debió a la baja precipitación pluvial (220 mm) y su distribución errática. En comparación, la precipitación pluvial en el CEBAJ fue de 350 mm. En ambas localidades, el rendimiento de grano entre genotipos fue estadísticamente similar, mientras que el peso de 100 semillas fue mayor en San Luis 22.

Respuesta a enfermedades

San Luis 22 es resistente a las razas de roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) presentes en El Bajío, y al mosaico común del frijol. En campo mostró resistencia a antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv *phaseoli*) y tolerancia a tizón común (*Xanthomonas campestris* pv *phaseoli*). Las lecturas de reacción a roya, tizón común y tizón de halo (van Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987) se realizaron en la etapa reproductiva en el ciclo de temporal 2021 en el CEBAJ, donde no hubo incidencia de antracnosis (Cuadro 2).

Cuadro 2. Reacción a enfermedades, días a floración, días a madurez y peso de 100 semillas de San Luis 22 en ambientes de temporal en Celaya, Guanajuato.

Genotipo	Días a		Reacción a enfermedades ¹			Peso de 100 semillas ²
	floración	madurez	roya	tizón común	tizón de halo	
Línea 9	37	88	4	3	4.3	28.8-30.2
San Luis 22	38	91	2	3	3	30.5-33.4
Negro Otomí	39	89	3	3.5	3.5	27.3-27.5

¹ = reacción en la etapa reproductiva en el ciclo de temporal 2021. Los días a floración y madurez corresponden al promedio de nueve ensayos; ²= rango del peso en gramos; Línea 9= línea de frijol negro brillante.

La resistencia analizada en San Luis 22 se debe a que porta los marcadores moleculares Sk14, SI19 y SAD12, asociados a los genes de resistencia a roya *Ur-3*, *Ur-5* y *Ur-7* (Osorno *et al.*, 2021), los marcadores moleculares SY20, SAS13 y SF10, asociados a los genes de resistencia a antracnosis *Co-4*, *Co-4*² y *Co-10* y el marcador molecular SW13 asociado al gen dominante *I*, de resistencia a mosaico común (Miklas *et al.*, 2006).

La presencia del gen *I* fue confirmada por inoculación con la cepa necrótica NL3 de BCMNV en invernadero (Anaya-López *et al.*, 2018). La fenología promedio de los tres materiales en nueve ensayos, como se observó en los valores para los días a la floración y a la madurez, indica su similitud.

Registro y título de obtentor

San Luis 22 cuenta con el número de registro definitivo FRI-108-240522 en el Catálogo Nacional de Variedades y el Título de Obtentor con el número de folio 2970 emitido por el Registro Nacional Agropecuario de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Conclusiones

La variedad de frijol de tipo Negro Brillante San Luis 22, con excepción del BCMNV, es resistente a las enfermedades que se presentan comúnmente en El Bajío Guanajuatense y tiene mayor potencial de rendimiento que la variedad Negro Otomí, sobre todo en siembras atrasadas en temporal. Este último aspecto es importante al considerar lo errático de la precipitación por el cambio climático en proceso. El tamaño y aspecto físico de la semilla de San Luis 22 similar a la del criollo San Luis es atractivo para productores, comercializadores y consumidores.

Agradecimientos

Al fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT 2009, a la Fundación Guanajuato Produce y al INIFAP por financiar los proyectos que permitieron el desarrollo de San Luis 22.

Bibliografía

- 1 Acosta-Gallegos, J. A.; Rosales-Serna, R.; Núñez-González, S.; Ochoa-Márquez, R.; Mendoza-Alvarado, S. and Singh, S. P. 2001. Registration of negro otomí shiny black bean. *Crop Sci.* 41(1):261-261. <https://doi.org/10.2135/cropsci2001.411261x>.
- 2 Anaya-López, J. L.; Garrido-Ramírez, E. R.; Chiquito-Almanza, E.; Tosquy-Valle, O. H.; Ibarra-Pérez, F. J. and López-Salinas, E. 2018. Identification of opaque black bean recombinant lines resistant to BCMV, BCMNV and BGYMV using molecular markers. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.* 9(3):601-614. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i3.1219>.

- 3 Anaya-López, J. L.; Ibarra-Pérez, F. J.; Rodríguez-Cota, F. G.; Ortega-Murrieta, P. F.; Chiquito-Almanza, E. y Acosta-Gallegos, J. A. 2021. Leguminosas de grano en México: variedades mejoradas de frijol y garbanzo desarrolladas por el INIFAP. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 12(25):63-75. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i25.2827>.
- 4 BIC. 2010. Bean Improvement Cooperative. SCAR markers linked with disease resistance traits in common bean (*Phaseolus vulgaris*) 1-19 pp. <http://arsftfbean.uprm.edu/bic/wp-content/uploads/2018/04/SCAR-Markers-2010.pdf>.
- 5 Fehr, W. R. 1987. Principles of cultivar development. Theory and techniques. Volume 1. Macmillan publishing company. New York. 319-331 pp.
- 6 FIRA. 2022. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Panorama Agroalimentario Frijol 2022. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Ciudad de México, México. <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=99218>.
- 7 Miklas, P. N.; Kelly, J. D.; Beebe, S. E. and Blair, M. W. 2006. Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical to MAS breeding. *Euphytica*. 147(1):105-131. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-4600-5>.
- 8 Osorno, J. M.; Vander-Wal, A. J.; Posch, J.; Simons, K.; Grafton. K. F.; Pasche. J. S.; Valentini. G. and Pastor-Corrales, M. 2021. A new black bean with resistance to bean rust: registration of 'ND Twilight'. *J. Plant Regist.* 15(1):28-36. <https://doi.org/10.1002/plr2.20094>.
- 9 SNICS. 2017. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas. Guía técnica para la descripción varietal de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). 2ª Ed. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281559/Frijol-guia-Web-.pdf> 5-35 pp.
- 10 van Schoonhoven, A. and Pastor-Corrales, M. A. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. CIAT. Cali, Colombia. 56 p.
- 11 White, J. and Laing, D. R. 1989. Photoperiod response of flowering in diverse genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Field Crops Res.* 22(2):113-128. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(89\)90062-2](https://doi.org/10.1016/0378-4290(89)90062-2).



'San Luis 22': variedad de frijol negro brillante de temporal para el centro-norte de México

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 January 2025
Date accepted: 01 February 2025
Publication date: 16 April 2025
Publication date: Feb-Mar 2025
Volume: 16
Issue: 2
Electronic Location Identifier: e3411
DOI: 10.29312/remexca.v16i2.3411

Categories

Subject: Descripción de cultivar

Palabras clave:

Palabras clave:

Phaseolus vulgaris L.

BCMV

rendimiento

resistencia genética

Counts

Figures: 0

Tables: 2

Equations: 0

References: 11

Pages: 0