

Pinto Centauro, nueva variedad de frijol para el estado de Durango*

Pinto Centauro, new variety of beans for the State of Durango

Rigoberto Rosales Serna^{1§}, Francisco Javier Ibarra Pérez² y Evenor Idilio Cuéllar Robles¹

¹Programa de Frijol, INIFAP-Durango. Carretera Durango-El Mezquital. Durango, Durango, México, km 4.5. C. P. 34170. Tel. 01 618 8260433. (cuellar.idilio@inifap.gob.mx). ²Unidad Administrativa Regional Golfo-Centro- INIFAP. Melchor Ocampo 234 desp. 313. Col. Centro. Veracruz, México. C. P. 91700. Tel. 01 229 9320668. (Ibarra.francisco@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: rosales.rigoberto@inifap.gob.mx.

Resumen

El frijol de grano pinto es la principal clase comercial producida por los agricultores de temporal, en Durango. En la actualidad se requieren variedades de frijol pinto con grano tolerante al oscurecimiento de la testa, precoces a madurez y grano más grande en relación con Pinto Saltillo, la cual es la variedad más popular, por su vida de anaquel prolongada y alto precio. El objetivo fue desarrollar una variedad de frijol superior a Pinto Saltillo en precocidad, tamaño de grano y calidad comercial. En el INIFAP-Durango se registró en 2010 la variedad Pinto Centauro, con el método genealógico, a partir de la cruce entre Pinto Mestizo y Pinto Saltillo [(Pinto Mestizo/Pinto Saltillo)-5-4]. Esta variedad mostró rendimiento promedio de 1 220 kg ha⁻¹ y fluctuaciones entre 169 kg ha⁻¹ hasta 2 935 kg ha⁻¹. En promedio Pinto Centauro, comparado con Pinto Saltillo, resultó más precoz a madurez (90 vs. 94 días) y presentó mayor tamaño del grano, medido con el peso de 100 semillas (34 g vs. 31 g). El hábito crecimiento de Pinto Centauro es de enredadera indeterminada, con guías cortas no trepadoras, el promedio de altura del dosel es de 32 cm y la guía crece 68 cm. Pinto Centauro tiene granos de 34 g/100 semillas y un intervalo de peso entre 28 y 42 g/100 semillas. El grano es transversalmente elíptico, de forma externa reniforme, color crema de la testa, pintas abundantes de color café y el hilio es amarillo. Pinto Centauro mostró tolerancia a la antracnosis y roya; así como valores medios y altos de

Abstract

The pinto grains beans are the main commercial class produced by rainfed farmers in Durango. Currently, pinto grains beans varieties are required, tolerant to the darkening of the testa, early grain maturity and larger grains compared to Pinto Saltillo, which is the most popular variety because of its long shelf-life and high prices. The aim was to develop a superior variety of beans than Pinto Saltillo, in earliness, grain size and commercial quality. At INIFAP-Durango was recorded in 2010 Pinto Centauro, with the pedigree method, from the cross between Pinto Mestizo and Pinto Saltillo [(Pinto Mestizo/Pinto Saltillo)-5-4]. This variety showed an average yield of 1 220 kg ha⁻¹ and fluctuations between 169 kg ha⁻¹ to 2 935 kg ha⁻¹. Pinto Centauro, on average compared to Pinto Saltillo was found with earlier maturity (90 vs. 94. Days) and presented higher grain size, measured by the weight of 100 seeds (34 g vs 31 g). The growth habit of Pinto Centauro is of indeterminate vine with short non-climbing guides, the average canopy height is 32 cm and 68 cm growing guide. Pinto Centauro has 34 g/100 seeds and a weight range from 28 to 42 g/100 seeds. The grain is transversely elliptical, externally kidney-shaped, cream-colored seed coat, rich brown paints and the hilum is yellow. Pinto Centauro showed tolerance to anthracnose and rust, as well as medium and high values of susceptibility to the common blight and root rot. This variety is in the process

* Recibido: enero de 2012
Aceptado: junio de 2012

susceptibilidad a tizón común y pudriciones de raíz. Esta variedad está en proceso de difusión para establecer sus posibilidades de adopción, adaptabilidad y potencial para incrementar el rendimiento y la calidad del frijol pinto producido en Durango.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., calidad, mercado, productividad.

En 2010, en el estado de Durango, se cosecharon con frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) 201 mil hectáreas y se produjeron 96 mil toneladas de grano, con un rendimiento medio de 480 kg ha⁻¹ (SIAP, 2011). En los últimos años se ha registrado especialización en los agricultores de temporal para producir frijol pinto en Durango debido a la aceptación de mercado registrada en la variedad Pinto Saltillo (Ávila *et al.*, 2009). Los productores y comerciantes de frijol consideran que Pinto Saltillo es una buena opción debido a mayor vida de anaquel y el incremento del precio pagado al agricultor. El grano de la variedad Pinto Saltillo muestra un peso promedio de 30 g/100 semillas, lo cual se considera como pequeño según el criterio de los productores, comerciantes y consumidores. Las semillas grandes (entre 35 y 45 g/100 semillas) son las más aceptadas en la industria empacadora, por lo que los productores y acopiadores rurales buscan este tipo de grano y le otorgan un sobreprecio.

El desarrollo de nuevas variedades debe combinar la tolerancia al oscurecimiento acelerado de la testa y tener grano de tamaño más grande en relación con la variedad Pinto Saltillo, considerado actualmente como referencia de calidad. Además, se requieren variedades de ciclo precoz (85 días a madurez) para incrementar el grado de certidumbre de la cosecha, mediante la reducción de riesgos ocasionados por la escasa humedad y temperaturas bajas registradas al final del periodo de llenado de grano del frijol. Con ello, se reducirán los problemas productivos, se mejorará la comercialización y se incrementarán los beneficios obtenidos por los agricultores dedicados al cultivo de frijol.

El programa de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Durango, desarrolló cinco variedades mejoradas de frijol pinto (Rosales *et al.*, 2009), las cuales fueron validadas para determinar su adaptación en Durango y otras entidades del Altiplano Semiárido de México. Entre las cinco variedades registradas en 2010 por el programa de frijol del INIFAP-Durango se encuentra Pinto Centauro, la cual se ha validado en diferentes localidades y años para establecer su nivel

of diffusion to determine its potential for adoption, adaptability and potential to increasing yield and quality of pinto beans produced in Durango.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., quality, market productivity.

In 2010, in the State of Durango, 201 hectares were harvested with common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and produced 96 000 tons of grain, with an average yield of 480 kg ha⁻¹ (SIAP, 2011). In recent years there has been specializing in rainfed farmers to produce pinto beans in Durango because the registered market acceptance of Pinto Saltillo (Ávila *et al.*, 2009). The producers and traders believe that Pinto Saltillo is a good choice because of its longer shelf-life and increased price paid to the farmers. The grain of Pinto Saltillo shows an average weight of 30 g/100 seeds, considered small at the discretion of the producers, traders and consumers. Large seeds (35 to 45 g/100 seeds) are the most accepted in the packing industry, so that the rural producers and collectors are looking for this type of grain.

The development of new varieties must combine tolerance to the accelerated darkening of the testa and present larger grain size in relation to Pinto Saltillo's, seen as the quality reference. In addition, it requires early cycle varieties (85 days to maturity) to increase the certainty of the harvest by reducing risks caused by low humidity and low temperatures recorded at the end of the grain-filling period. This will reduce production problems, improving the marketing and increasing the benefits to the farmers.

The bean program of the National Research Institute for Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP)-Durango, developed five improved varieties of pinto beans (Rosales *et al.*, 2009), which were validated to determine its adaptation in Durango and other semi-arid entities in the highlands of Mexico. Among these five varieties in 2010 by the bean program INIFAP-Durango is Pinto Centauro, validated in different locations and years to establish its level of tolerance to the environmental factors that usually reduce the productivity and grain quality. Among the factors that reduce the productivity of beans in Durango excels the water stress caused by shortage of rainfall and soil's conditions, such as sandy soils, shallow and low moisture retention capacity.

In Durango, low levels of available soil moisture and high environmental demand periods cause water stress in the plants and thereby decreasing the yield and grain quality. A

de tolerancia a los factores ambientales que reducen la productividad y calidad del grano de frijol. Entre los factores que reducen la productividad del frijol en Durango sobresale el estrés hídrico ocasionado por escasas de lluvia y las condiciones edáficas, como son suelos arenosos, poco profundos y con baja capacidad de retención de humedad.

En Durango, los niveles bajos de humedad aprovechable en el suelo y la demanda ambiental alta ocasionan periodos de estrés hídrico en las plantas y con ello se disminuye el rendimiento y calidad del grano. Algunos años las temperaturas bajas registradas desde finales de septiembre ocasionan heladas y pérdidas totales del rendimiento de frijol. Por ello, son recomendables variedades de ciclo precoz (85 días a madurez) y que ajusten su ciclo biológico en respuesta a la disponibilidad de agua y variación de la temperatura (Rosales *et al.*, 2004).

Otro factor que reduce el rendimiento y calidad del frijol en Durango son las enfermedades, entre las que sobresalen antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) y tizón común (*Xanthomonas campestris* = *axonopodis* pv. *phaseoli*) (Ibarra *et al.*, 2009). Para afrontar la problemática de producción del frijol en Durango, es necesario generar variedades precoces, adaptadas al estrés hídrico, tolerantes a las enfermedades y con grano de alta calidad comercial. El programa de frijol del INIFAP-Durango generó la variedad Pinto Centauro, la cual ha mostrado rendimiento estadísticamente similar y tamaño de grano significativamente mayor, en relación con Pinto Saltillo (Cuadro 1).

La variedad mejorada de frijol Pinto Centauro se originó de la cruce simple entre Pinto Mestizo y Pinto Saltillo, realizada en el INIFAP-Durango (Rosales *et al.*, 2009). El objetivo del cruzamiento fue obtener líneas mejoradas precoces, adaptadas en áreas con lluvia escasa (350-480 mm), resistentes a enfermedades, testa tolerante al oscurecimiento y grano de mayor tamaño (34-45 g/100 semillas) en relación con Pinto Saltillo (30 g/100 semillas). La variedad Pinto Mestizo, se utilizó como fuente de genes para precocidad y tamaño grande de la semilla (42 g/100 semillas) (Rosales *et al.*, 2004), adaptación en condiciones limitadas de humedad y calidad comercial del grano. Pinto Saltillo se utilizó por su resistencia al oscurecimiento acelerado de la testa (Sánchez *et al.*, 2009) y adaptación productiva en los sistemas de cultivo utilizados en Durango.

few years present low temperatures since late September, causing frosts and the total loss of the crop. Therefore, varieties of early cycle are recommended (85 days to maturity) and adjust their life cycle in response to the water availability and temperature variation (Rosales *et al.*, 2004).

Another factor that reduces the yield and quality of the beans in Durango are diseases, such as anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), rust (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) and common blight (*Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli axonopodis*.) (Ibarra *et al.*, 2009). To address the problem of the bean production in Durango, it is necessary to generate early varieties, adapted to water stress, disease tolerant and high commercial grain quality. The bean program INIFAP-Durango generated Pinto Centauro, which has shown similar performance statistically significantly higher in grain size in relation to Pinto Saltillo's (Table 1).

The improved bean variety Pinto Centauro originated from the single cross between Pinto Mestizo and Pinto Saltillo, held at the INIFAP-Durango (Rosales *et al.*, 2009). The aim of the cross was to obtain early breeding lines adapted in areas with low rainfall (350-480 mm), resistant to diseases, tolerant to the seed coat darkening and with larger grains (34-45 g/100 seeds) compared to Pinto Saltillo (30 g/100 seeds). Pinto Mestizo was used as a source of genes for early maturity and larger seeds (42 g/100 seeds) (Rosales *et al.*, 2004), adaptation in conditions of limited moisture and commercial quality of the grain. Pinto Saltillo was used for resistance to the rapid darkening of the testa (Sánchez *et al.*, 2009) and adaptation of production in farming systems used in Durango.

In the development of Pinto Centauro the method of breeding pedigree (genealogic) was used, that involves crossing the parents, followed by individual selection (F₂) and mass (F₃ and up). The selection criteria were disease tolerance, earliness, and yield and grain quality. The original crossing (F₁) was obtained in 2003 and advanced to F₂ generation in Los Mochis, Sinaloa during the autumn-winter, 2003-2004. In 2004 there were individual selections (F₂) in Durango, based on the plant's vigor, disease tolerance, pod's filling and commercial quality of the grain. The plants were selected with the highest weight of 100 seeds to increase the chances of obtaining lines with larger grains compared to Pinto Saltillo's, showing between 31-34 g/100 seeds (Sánchez *et al.*, 2009).

Cuadro 1. Características de la variedad de frijol Pinto Centauro en relación con Pinto Saltillo en evaluaciones realizadas en el Altiplano de México. 2009-2011.

Table 1. Characteristics of the variety of beans Pinto Centauro in relation to Pinto Saltillo in evaluations made in the highlands of Mexico. 2009-2011.

Localidad/Año	Variedad	Días a madurez	Rendimiento kg ha ⁻¹	Peso de 100 semillas (g)
Durango, Dgo. 2009	P. Centauro	97	2 935	42
Durango, Dgo. 2009	P. Saltillo	97	3 072	39
Pabellón, Ags. 2009	P. Centauro	--	763	28
Pabellón, Ags. 2009	P. Saltillo	--	1 421	26
Durango, Dgo. 2010	P. Centauro	89	746	35
Durango, Dgo. 2010	P. Saltillo	97	717	32
La Soledad, Dgo. 2010	P. Centauro	81	1 558	32
La Soledad, Dgo. 2010	P. Saltillo	88	616	27
Madero, Dgo. 2010	P. Centauro	89	788	34
Madero, Dgo. 2010	P. Saltillo	98	825	34
Calera, Zac. 2010	P. Centauro	95	1 205	30
Calera, Zac. 2010	P. Saltillo	98	561	27
Durango, Dgo. 2011	P. Centauro	95	880	33
Durango, Dgo. 2011	P. Saltillo	98	1 237	30
Madero, Dgo. 2011	P. Centauro	90	169	30
Madero, Dgo. 2011	P. Saltillo	93	220	27
Pabellón, Ags. 2011	P. Centauro	86	1 438	33
Pabellón, Ags. 2011	P. Saltillo	84	1 531	29
Promedio	P. Centauro	90	1 220 ^a	34 ^a
Promedio	P. Saltillo	94	1 213 ^a	31 ^b
Promedio General		92	1 217	32
*CV (%)		--	20	4
**DMS _{0.05}		--	108	1

*CV= coeficiente de variación; **DMS= diferencia mínima significativa. a-bLiterales que denotan diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre variedades a través de ambientes.

En el desarrollo de Pinto Centauro se empleó el método de mejoramiento genético de pedigrí (genealógico), que implica el cruzamiento de los progenitores, seguido de selección individual (F_2) y en masa (F_3 en adelante). Los criterios de selección fueron la tolerancia a enfermedades, precocidad, rendimiento y calidad de grano. El cruzamiento original (F_1) se obtuvo durante 2003 y se avanzó a la generación F_2 en Los Mochis, Sinaloa durante el ciclo otoño-invierno de 2003-2004. En 2004 se realizaron selecciones individuales (F_2) en Durango, con base en el vigor de la planta, tolerancia a enfermedades, carga de vainas y calidad comercial del grano. Se seleccionaron las plantas con mayor peso de 100 semillas, para incrementar las posibilidades de obtener líneas con grano de mayor tamaño en comparación con Pinto Saltillo, el cual muestra entre 31-34 g/100 semillas (Sánchez *et al.*, 2009).

Las plantas F_3 seleccionadas se avanzaron generacionalmente durante el ciclo otoño-invierno de 2004-2005 en Los Mochis, Sin. En el ciclo primavera-verano de 2005 se evaluaron

The selected F_3 plants were advanced by generations during the autumn-winter, 2004-2005 in Los Mochis, Sinaloa. In the spring-summer, 2005 were evaluated in Durango and Francis I. Madero the families (F_4) in a nursery for observation, without repetition, in order to select those that showed tolerance to diseases and higher commercial grain quality, visually assessed. F_5 seeds of the selected families were moved generationally in Los Mochis, Sinaloa in the winter of 2005-2006. Then, in the spring-summer 2006, planted a nursery to observe the lines of better grain quality, among which stood the line Pinto Mestizo/Pinto Saltillo-5. In this cycle individual selections were obtained again, based on the size and physical appearance of the grain.

F_7 lines selected in 2006 were incremented in Los Mochis, Sinaloa and, after the harvest were selected only the F_8 lines that showed better grain quality, classified based on its size, color and shape. The line Pinto Mestizo/Pinto Saltillo was coded 5-4 PT08008 and included observation

en Durango y Francisco I. Madero las familias (F_4) en un vivero de observación, sin repeticiones, para seleccionar aquellas que mostraron tolerancia a las enfermedades y grano de mayor calidad comercial, la cual se evaluó visualmente. La semilla F_5 de las familias seleccionadas se avanzó generacionalmente en Los Mochis, Sin., en el invierno 2005-2006. Después, en el ciclo primavera-verano de 2006 se sembró un vivero de observación de las líneas de mejor calidad del grano, entre las cuales sobresalió la línea Pinto Mestizo/Pinto Saltillo-5. En este ciclo se obtuvieron nuevamente selecciones individuales con base en el tamaño y apariencia física del grano.

Las líneas F_7 seleccionadas en 2006 se incrementaron en Los Mochis, Sinaloa y después de la cosecha sólo se seleccionaron las líneas F_8 que mostraron mejor calidad del grano, clasificada con base en el tamaño, color y forma. La línea Pinto Mestizo/Pinto Saltillo 5-4 se codificó como PT08008 y se incluyó nuevamente en viveros de observación, para evaluarla con base en su uniformidad, tolerancia a las enfermedades y adaptación en el estado de Durango. En el ciclo otoño-invierno de 2008-2009 se reprodujo semilla de la línea PT08008 en Los Mochis, Sinaloa y durante 2009-2011 se evaluó en nueve ambientes de Durango, Chihuahua, Zacatecas y Aguascalientes, donde obtuvo un rendimiento promedio de $1\ 220\ \text{kg ha}^{-1}$ (Cuadro 1). Debido a la aceptación que tuvo la línea PT08008, entre los encargados de empresas comercializadoras de granos y semillas, se decidió registrarla como variedad comercial con el nombre de Pinto Centauro.

La variedad de frijol Pinto Centauro recibió un código de registro provisional (2387-FRI-060-110210/C) y otro definitivo (FRI-061-260210), los cuales fueron otorgados por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Ésta variedad muestra tipo de crecimiento con enredadera indeterminada y guías cortas no trepadoras (SNICS, 2001), lo cual es equivalente con el hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III) (CIAT, 1984). La altura promedio del dosel de esta variedad es de 32 cm y la longitud de la guía puede alcanzar 68 cm.

Pinto Centauro florece entre 36 y 41 días después de la siembra y madura en un promedio de 90 días después de la siembra, con fluctuaciones entre 81 y 97 días. En esta variedad, el periodo entre la floración y madurez es influenciado por las características del sitio de siembra. En pruebas experimentales y siembras comerciales de frijol, realizadas en Durango, Pinto Centauro ha mostrado tolerancia a la mayoría de las razas de antracnosis, roya y tizón común.

nursery again, to evaluate it based on its uniformity, disease tolerance and adaptation in the State of Durango. In the autumn-winter 2008-2009 was reproduced seed PT08008 line in Los Mochis, Sinaloa, and during 2009-2011 was evaluated in nine environments of Durango, Chihuahua, Zacatecas and Aguascalientes, obtaining an average yield of $1\ 220\ \text{kg ha}^{-1}$ (Table 1). Due to the acceptance that the PT08008 line had, including trading companies responsible for grain and seeds, it was decided to register it as a commercial variety with the name of Pinto Centauro.

Pinto Centauro received a provisional registration code (2387-FRI-060-110210/C) and a final one (FRI-061-260210). This variety has an indeterminate vine growth and short non-climbing guides (SNICS, 2001), equivalent to the prostrate indeterminate growth habit (type III) (CIAT, 1984). The average height of the canopy of this variety is 32 cm and length of the guide can reach up to 68 cm.

Pinto Centauro blooms between 36 and 41 days after planting and mature at an average of 90 days after sowing, with fluctuations between 81 and 97 days. In this range, the period between flowering and maturity is influenced by the characteristics of the planting site. In experimental trials and commercial plantings of beans made in Durango, Pinto Centauro has shown tolerance to most races of anthracnose, rust and common blight.

Pinto Centauro is sensitive to photoperiodism and when grown under irrigation and the days are long and warm (close to 14 hours of sunlight and temperatures above $25\ ^\circ\text{C}$), it increases the duration of its stages of development, so is possible to observe a biological cycle length between 97 and 110 days. In contrast, in places where it is sown in warm water conditions during the winter and the days are shorter (11 h of sunlight), it starts flowering earlier (30-35 days after planting) and mature early as well (70-80 days after planting). These, drastically reduces the yield due to the poor growth of the plant. In the semiarid highlands, Pinto Centauro was four days earlier in maturity compared to Pinto Saltillo, allowing it to escape the negative effects of water stress and low temperatures recorded at the end of the grain filling stage.

Pinto Centauro is of medium size, with an average of 34 g/100 seeds and a weight range between 27 and 42 g/100 seeds (Table 1). Its seed's shape is elliptical, in cross

Pinto Centauro es sensible al fotoperiodo y cuando se siembra en condiciones de riego y los días son largos y cálidos (cerca de 14 h de luz solar y temperaturas superiores a 25 °C) se incrementa la duración de sus etapas de desarrollo, por lo que es posible observar una duración del ciclo biológico entre 97 y 110 días. Por el contrario, en sitios cálidos donde se siembra en condiciones de riego durante el invierno y los días son cortos (11 h de luz solar) el frijol inicia la floración de manera temprana (30-35 días después de la siembra) y madura anticipadamente (70-80 días después de la siembra). Lo anterior, reduce drásticamente el rendimiento debido al pobre crecimiento de la planta. En el Altiplano Semiárido, Pinto Centauro resultó cuatro días más precoz a madurez en comparación con Pinto Saltillo, lo cual le permitió escapar a los efectos negativos del estrés hídrico y bajas temperaturas, registradas al final de la etapa de llenado de grano.

El grano de Pinto Centauro es de tamaño mediano, con un promedio de 34 g/100 semillas y un intervalo de peso entre 27 y 42 g/100 semillas (Cuadro 1). La forma de la semilla de Pinto Centauro es elíptica, en su corte transversal y muestra una apariencia reniforme en la figura externa. El color es crema con pintas abundantes de color café y el hilio es amarillo. La variedad de frijol Pinto Centauro mostró un promedio de rendimiento estadísticamente similar a Pinto Saltillo, en las parcelas experimentales, demostrativas y comerciales que se establecieron en diferentes localidades del Altiplano Semiárido de México entre 2009 y 2011 (Cuadro 1).

El rendimiento promedio de Pinto Centauro fue de 1 220 kg ha⁻¹ con una fluctuación entre 169 kg ha⁻¹ en el ambiente más crítico registrado en Francisco I. Madero, Durango, durante 2011 (Cuadro 1), hasta 2 935 kg ha⁻¹ en el más favorable observado bajo condiciones de riego en Durango, Durango, en 2009. En algunos sitios de evaluación, como en La Soledad, Durango y Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, Pinto Centauro superó en rendimiento a la variedad Pinto Saltillo; sin embargo, resultaron estadísticamente iguales en el promedio entre ambientes. Si se considera el promedio entre localidades, Pinto Centauro mostró un peso de cien semillas estadísticamente mayor ($p < 0.01$) en relación con el registrado en Pinto Saltillo, a pesar que el estrés hídrico causó reducción en el tamaño del grano, especialmente en Francisco I. Madero, Durango, en 2011, donde llovió sólo 199 mm (CONAGUA, 2012) en comparación con 530 registrados en el promedio histórico (Medina *et al.*, 2005).

section and shows a reniform appearance in external figure. The color is cream with rich brown paints and the hilum is yellow. Pinto Centauro showed an average yield statistically similar to Pinto Saltillo in the experimental plots, commercial demonstrations and settled in different parts of the highlands of Mexico between 2009 and 2011 (Table 1).

The average yield of Pinto Centauro was 1 220 kg ha⁻¹ with a range between 169 kg ha⁻¹ in the most critical situation, registered in Francisco I. Madero, Durango, during 2011 (Table 1), up to 2 935 kg ha⁻¹ in the most favorable one, observed under irrigation in Durango, Durango in 2009. In some test sites, such as in La Soledad, Durango and Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, Pinto Centauro outperformed Pinto Saltillo; however, they were statistically equal on average between the environments. Considering the average between locations, Pinto Centauro showed a weight of hundred seeds statistically higher ($p < 0.01$) compared to Pinto Saltillo, although, the water stress caused a reduction in grain size, especially in Francis I. Madero, Durango, in 2011, where it rained only 199 mm (CNA, 2012) compared to 530 recorded in the historical average (Medina *et al.*, 2005).

In the analysis of stability parameters, Pinto Centauro proved to be a stable, tending to respond better in consistently unfavorable environments ($\beta_i < 1$, $S^2 d = 0$) (Figure 1). Pinto Saltillo demonstrated performance stability across the environments of study, but showed a tendency to respond better in consistently favorable environments ($\beta_i > 1$, $S^2 d = 0$) (Eberhart and Russell, 1966).

The experimental results and validation showed that Pinto Centauro exhibited yield statistically similar and statistically higher values ($p < 0.01$) of grain size in relation to Pinto Saltillo. Pinto Centauro can be planted in Durango and other States with similar climate in the highlands of Mexico, in soils with different textures, well-drained, preferably of pH 6 to 7. It can be grown in rainfed and irrigated conditions, in areas with rainfall between 350 and 450 mm, distributed during the growing season and, with an average annual temperature between 16 and 22 °C, as well as in warm regions with water available for irrigation during the winter.

En el análisis de parámetros de estabilidad, Pinto Centauro mostró ser una variedad estable, con tendencia a responder mejor en ambientes desfavorables de manera consistente ($\beta_i < 1$; $S^2d = 0$) (Figura 1). Por su parte el testigo Pinto Saltillo demostró estabilidad en el rendimiento a través de los ambientes de estudio, aunque presentó tendencia a responder mejor en ambientes favorables en forma consistente ($\beta_i > 1$; $S^2d = 0$) (Eberhart y Rusell, 1966).

Los resultados experimentales y de validación, demostraron que Pinto Centauro exhibió rendimiento estadísticamente similar y valores estadísticamente mayores ($p < 0.01$) del tamaño del grano, en relación con Pinto Saltillo. Pinto Centauro puede sembrarse en Durango y otros estados con clima similar, en el Altiplano de México, en suelos de diferentes texturas, preferentemente bien drenados y con pH de 6 a 7. Puede cultivarse en condiciones de temporal y riego, en áreas con precipitación pluvial entre 350 y 450 mm, distribuidos durante el ciclo del cultivo y temperatura media anual entre 16 y 22 °C, así como en áreas cálidas que disponen de agua para riego durante el invierno.

En el INIFAP-Durango se tiene la semilla original de Pinto Centauro, con la cual se puede producir semilla básica bajo contrato. Esta a su vez puede ofertarse a las empresas productoras de granos y semillas; así como, a asociaciones de productores interesados en producir semilla certificada. Se considera que las características de Pinto Centauro mejorarán el rendimiento, conservarán el éxito obtenido con Pinto Saltillo y permitirán el incremento de la aceptación del frijol producido en el Altiplano Semiárido de México. Esta variedad se encuentra actualmente en proceso de difusión con la finalidad promover su adopción en Durango, Zacatecas, Chihuahua y otras entidades de México.

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Fundación Produce Durango, A. C. por el apoyo brindado para la generación y validación de la variedad Pinto Centauro a través del proyecto: validación de los nuevos materiales generados por la investigación (10-2008-0667).

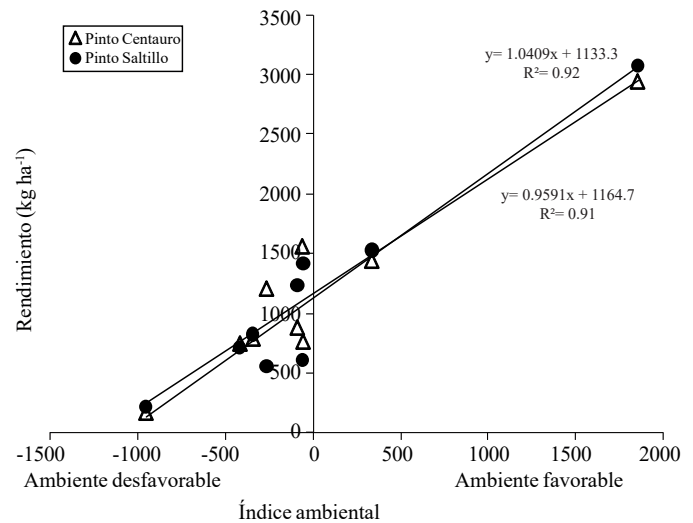


Figura 1. Valores observados y estimados para el rendimiento con base en las ecuaciones de regresión (estabilidad) obtenidas para las variedades de frijol Pinto Centauro y Pinto Saltillo.

Figure 1. Observed and estimated values for yield, based on the regression equations (stability) obtained for Pinto Centauro and Pinto Saltillo.

At the INIFAP-Durango, we have the original seed of Pinto Centauro, to produce basic seed under contract. This in turn can be offered to producers of grains and seeds as well as associations of producers interested in producing certified seed. It is considered that, the characteristics of Pinto Centauro improve its yield, retains the success of Pinto Saltillo's and, is also capable to increasing the acceptance of the beans produced in the semiarid highlands of Mexico. This variety is currently being broadcast in order to promote its adoption in Durango, Zacatecas, Chihuahua, Mexico and other entities as well.

End of the English version



Literatura citada

Ávila, M. M. R.; González, R. H.; Rosales, S. R.; Zandate, H. R.; Pajarito, R. A. y Espinoza, A. J de J. 2009. Diagnóstico y adopción de la variedad de frijol Pinto Saltillo en la región temporalera del norte centro de México. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua. México. Folleto científico Núm. 12. 48 p.

- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1984. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). 2ª ed. Cali, Colombia. Serie: 04SB-09.01. 56 p.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2012. Base de datos proporcionada por la Subdirección Técnica Operativa. Dirección Local Durango. Durango, Durango, México, D. F.
- Eberhart, S. A. and Rusell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- Ibarra, P. F. J.; Rosales, S. R.; Navarrete, M. R.; Acosta, G. J. A.; Cuéllar, R. E. I.; Nava, B. C. A. and Kelly, J. D. 2009. Control de la bacteriosis común del frijol en Durango, México. *Agrofaz Venecia, Durango, México.* 8:49-58.
- Medina, G. G.; Díaz, P. G.; López, H. J.; Ruiz, C. J. A. y Marín, S. M. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Durango, México. 224 p.
- Rosales, S. R.; Kohashi, S. J.; Acosta, G. J. A.; Trejo, L. C.; Ortiz, C. J. and Kelly, J. D. 2004. Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. *Field Crops Res.* 85: 203-211.
- Rosales, S. R.; Acosta, G. J. A.; Ibarra, P. F. J.; Cuéllar, R. E. I. y Nava, B. C. A. 2009. Validación de líneas y variedades mejoradas de frijol en Durango. INIFAP-Campo Experimental Valle de Guadiana. Durango, Durango, México, D. F. Publicación especial Núm. 36. 84 p.
- Sánchez, V. I.; Acosta, G. J. A.; Ibarra, P. F. J.; Rosales, S. R. y Cuéllar, R. E. I. 2009. Pinto Saltillo: variedad mejorada de frijol para el estado de Durango. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, México. Folleto técnico Núm. 3 28 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011. <http://www.siap.gob.mx/>. (consultado en marzo de 2011).
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (SNICS) 2011. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV). México, D. F. 31 p.