

## Pinto Centenario, nueva variedad de frijol para el estado de Durango\*

### Pinto Centennial, new variety of beans for the state of Durango

Rigoberto Rosales Serna<sup>1§</sup>, Francisco Javier Ibarra Pérez<sup>2</sup> y Evenor Idilio Cuéllar Robles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Frijol. INIFAP-Durango. Carretera Durango-El Mezquital, km 4.5. Durango, Durango, México. C. P. 34170. <sup>2</sup>INIFAP-Unidad Administrativa Regional Golfo-Centro. Melchor Ocampo 234 desp. 313. Col. Centro. Veracruz, México. C. P. 91700. §Autor para correspondencia: rosales.rigoberto@inifap.gob.mx.

#### Resumen

Los agricultores que cultivan frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de temporal requieren variedades precoces que produzcan grano tolerante al oscurecimiento y tamaño mayor en relación con Pinto Saltillo, la cual es la variedad más popular en Durango. El objetivo fue obtener una variedad de frijol superior a Pinto Saltillo en precocidad, tamaño de grano y calidad comercial. La variedad Pinto Centenario (PT08034) fue generada con el método genealógico, a partir de la cruce entre Pinto Mestizo y Pinto Saltillo [(Pinto Mestizo/Pinto Saltillo)-7-5]. Pinto Centenario mostró rendimiento (1 242 kg ha<sup>-1</sup>) estadísticamente similar a Pinto Saltillo (1 201 kg ha<sup>-1</sup>), resultó más precoz a madurez (89 vs 92 días) y mostró peso de 100 semillas significativamente mayor (35 g vs 30 g), con un intervalo entre 26 y 45 g/100 semillas. El hábito de crecimiento de Pinto Centenario es de enredadera indeterminada, con guías cortas no trepadoras, el dosel tiene un promedio de altura de 27 cm y la guía crece 75 cm. La forma transversal y longitudinal de la semilla de Pinto Centenario es elíptica y tiene testa de color crema, pintas de color café e hilio amarillo. En condiciones de campo, la planta de Pinto Centenario mostró tolerancia a enfermedades como antracnosis y roya; así como susceptibilidad intermedia a tizón común y pudriciones de raíz. Pinto Centenario fue incluido en programas de validación en el Altiplano de México para establecer sus posibilidades de adopción, adaptabilidad y potencial para incrementar el rendimiento y calidad del frijol producido en la región.

#### Abstract

Farmers who grow beans (*Phaseolus vulgaris* L.) under rainfed conditions require early varieties producing grain tolerant to darkening and greater size in relation to Pinto Saltillo, which is the most popular variety in Durango. The objective was to obtain a bean variety than Pinto Saltillo in earliness, grain size and commercial quality. The Pinto Centennial (PT08034) was generated with the pedigree method, from the cross between Pinto and Pinto Mestizo Saltillo [(Pinto Mestizo / Pinto Saltillo) -7 to 5]. Pinto Centennial showed a yield (1 242 kg ha<sup>-1</sup>) statistically similar to Pinto Saltillo (1 201 kg ha<sup>-1</sup>), was found early maturity (89 vs 92 days) and 100 seed weight was significantly higher (35 g vs 30 g) with an interval between 26 and 45 g/100 seeds. The growth habit of Pinto Centennial is of an indeterminate vine with short non-climbing guides, the canopy has an average height of 27 cm and a growing guide of 75 cm. The transverse and longitudinal form of the Pinto Centennial seed is elliptical and the seed coat is cream-colored, pinto brown and a yellow hilum. Under field conditions, the Pinto Centennial plant showed tolerance to diseases such as anthracnose and rust, as well as intermediate susceptibility to common blight and root rot. Pinto Centennial was included in validation programs in the highlands of Mexico to establish its possibilities of adoption, adaptability and potential to increase yield and quality of beans produced in the region.

\* Recibido: febrero de 2012  
Aceptado: agosto de 2012

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

Entre 2005 y 2010, en el estado de Durango, se cosecharon anualmente 208 mil hectáreas con frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y se produjeron 122 mil toneladas de grano, con un rendimiento medio de 590 kg ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2012). La variedad Pinto Saltillo se considera actualmente como un referente de calidad en Durango debido a la aceptación y precio de mercado que mostró en los últimos años (Ávila *et al.*, 2009). A pesar de lo anterior, los productores demandan variedades de frijol pinto precoces a madurez (85 días), que toleren el oscurecimiento de la testa y tengan grano con peso superior a 35 g/100 semillas. Los comerciantes y empacadores de frijol prefieren grano mediano-grande (entre 35 y 45 g/100 semillas) y le otorgan un sobreprecio, lo cual es atractivo para los agricultores.

El mejoramiento genético ha permitido el desarrollo de variedades de frijol pinto que combinan precocidad, tolerancia al oscurecimiento de la testa y tamaño grande de la semilla (35-45 g/100 semillas). La precocidad puede ser utilizada en el incremento del grado de certidumbre en la cosecha de frijol, debido a que se reduce el riesgo de pérdidas ocasionadas por estrés de humedad y las heladas que se registran durante el periodo de llenado de grano. La tolerancia al oscurecimiento del grano ha permitido mantener el valor de las inversiones en la producción, comercialización y almacenamiento del frijol cosechado en Durango. El incremento en el tamaño del grano del frijol pinto es una característica deseable en la presentación del producto durante su comercialización y se ha observado que productores y consumidores muestran preferencia por este tipo de grano (Rosales *et al.*, 2011).

En 2010, los investigadores del programa de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)- Durango, registró cinco variedades mejoradas de frijol pinto (Rosales *et al.*, 2009), las cuales fueron validadas localmente para determinar su adaptación en Durango. Entre esas variedades se incluyó Pinto Centenario, la cual se evaluó en diferentes localidades y años para establecer su respuesta a los factores ambientales con relación al número de días a madurez, rendimiento y peso de 100 semillas. Los factores del ambiente que reducen el rendimiento del frijol en Durango son el estrés de humedad, enfermedades y las heladas, ocasionadas por las bajas temperaturas (0-2 °C) registradas en octubre.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris* L., quality, marketing, yield.

Between 2005 and 2010, in the state of Durango, were harvested annually 208 thousand hectares with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and there were produced 122 thousand tons of grain, with an average yield of 590 kg ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2012). The Pinto Saltillo variety is now considered a benchmark of quality in Durango because of the acceptance and market price showed in recent years (Ávila *et al.*, 2009). Despite this, the producers claim for pinto bean varieties early to maturity (85 days), which tolerate the darkening of the seed coat and grain weight are greater than 35 g/100 seeds. The bean traders and packers prefer medium to large grain (35 to 45 g/100 seeds) and give a premium, which is attractive to farmers.

Genetic improvement has allowed the development of pinto bean varieties that combine earliness, tolerance to the darkening of the seed coat and large seed size (35-45 g/100 seeds). The precocity can be used in increasing the degree of certainty in the bean harvest, because it reduces the risk of losses due to moisture stress and frost that occur during grain filling. The tolerance to darkening of the grain has allowed maintaining the value of investments in production, marketing and storage of beans harvested in Durango. The increase in grain size of pinto beans is a desirable feature in the presentation of the product for marketing and has been observed that producers and consumers show a preference for this type of grain (Rosales *et al.*, 2011).

In 2010, researchers from the bean program of INIFAP-Durango, registered five improved varieties of pinto beans (Rosales *et al.*, 2009), which were validated locally to determine their adaptation in Durango. Among these varieties Pinto Centennial was included, which was assessed in different locations and years to establish its response to environmental factors in relation to the number of days to maturity, yield and 100 seed weight. Environmental factors that reduce the yield of beans in Durango are moisture stress, disease and frost, caused by low temperatures (0-2 °C) recorded in October.

In Durango, there is water stress due to sparse rain and irregular distribution, which is combined with sandy soils, shallow and low in organic matter. Moisture stress (intermittent drought) decreases the yield

En Durango, se observa estrés hídrico debido a la lluvia escasa y con distribución irregular, lo cual se combina con suelos arenosos, poco profundos y con bajo contenido de materia orgánica. El estrés de humedad (sequía intermitente) disminuye el rendimiento (Rosales *et al.*, 2000) y la calidad del grano de frijol producido en el Altiplano de México. En Durango, las enfermedades que causan reducción del rendimiento y la calidad del frijol son: antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) y tizón común (*Xanthomonas campestris*=*axonopodis* pv. *phaseoli*) (Ibarra *et al.*, 2009). Algunos años las temperaturas bajas registradas desde finales de septiembre pueden ocasionar heladas y pérdidas totales del rendimiento en 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).

Las variedades mejoradas de frijol desarrolladas en Durango tienen características que les permiten adaptarse en sitios con condiciones de humedad limitada, presión de microorganismos patógenos y heladas recurrentes al final del ciclo del cultivo. La variedad Pinto Centenario 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 de ciclo precoz, 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, tamaño de semilla intermedio (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 del grano (Sánchez *et al.*, 2009) y adaptación productiva en los sistemas de cultivo utilizados en Durango.

En el desarrollo de Pinto Centenario se utilizó 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

(Rosales *et al.*, 2000) and grain quality of beans produced in the highlands of Mexico. In Durango, diseases that cause yield reduction

and quality of beans are: anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), rust (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) and common blight (*Xanthomonas campestris* pv= *axonopodis*. *Phaseoli*) (Ibarra *et al.*, 2009.) A few years' the low temperatures registered since late September can cause frost and total losses of yield in beans. Therefore, are recommended varieties of early cycle (85 days to maturity) and that adjust its biological cycle in response to water availability and temperature variation (Rosales *et al.*, 2004).

Improved bean varieties developed in Durango have traits that allow them to adapt in places with conditions of limited humidity, pressure of pathogens microorganisms and recurrent frost at the end of crop cycle. The Pinto Centennial variety was originated from the single cross between Pinto Mestizo and Pinto Saltillo, held at INIFAP-Durango (Rosales *et al.*, 2009). The objective of the cross was to obtain early-cycle breeding lines adapted in areas with low rainfall (350-480 mm), resistant to diseases, seed coat tolerant to darkening and larger grain (34-45 g/100 seeds) in relation to Pinto Saltillo (30 g/100 seeds). The Pinto Mestizo variety was used as a source of genes for early flowering, seed size medium (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 their resistance to rapid darkening of the seed coat of the grain (Sánchez *et al.*, 2009) and productive adaptation in farming systems used in Durango.

In the development of Pinto Centennial was used the method of breeding pedigree (family), which involves crossing the parents, followed by individual selection ( $F_2$ ) and mass ( $F_3$  and above). The selection criteria were disease tolerance, earliness, yield and grain quality. The Original cross ( $F_1$ ) was obtained in 2003 and advanced to the  $F_2$  generation in Los Mochis, Sinaloa during the fall-winter of 2003-2004. In 2004 were made individual selections ( $F_2$ ) in Durango, based on plant vigor, disease tolerance, vine load and commercial quality of the grain. Plants were selected with the greatest weight of 100 seeds, to increase the possibility of obtaining lines with larger grain compared with Pinto Saltillo, which shows between 31 and 34 g/100 seeds (Sánchez *et al.*, 2009).

enfermedades, carga de vainas y calidad comercial del grano. Se seleccionaron las plantas con mayor peso de 100 semillas, para incrementar la posibilidad de obtener líneas con grano de mayor tamaño en comparación con Pinto Saltillo, la cual muestra entre 31 y 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, Sinaloa. En el ciclo primavera-verano de 2005 se evaluaron 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, lo cual se evaluó visualmente. La semilla  $F_5$  de las familias seleccionadas se avanzó generacionalmente en Los Mochis, Sinaloa, en el invierno 2005-2006. Después, en el ciclo primavera-verano de 2006 se sembró un vivero de observación en el que se incluyeron las líneas de mejor calidad del grano, entre las cuales sobresalió la línea Pinto Mestizo/Pinto Saltillo-7. 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 7-5 se codificó como PT08034 y se incluyó nuevamente en viveros de observación, para evaluarla con base en su uniformidad, tolerancia a enfermedades y adaptación en el estado de Durango.

En el ciclo otoño-invierno de 2008-2009 se reprodujo semilla de la línea PT08034 en Los Mochis, Sinaloa y durante 2009-2011 se evaluó en once ambientes de Durango, Chihuahua, Zacatecas y Aguascalientes, donde obtuvo un rendimiento promedio de 1 242 kg ha<sup>-1</sup>. Debido a la aceptación que tuvo la línea PT08034, entre los encargados de empresas comercializadoras de granos y semillas, se decidió registrarla como variedad con el nombre de Pinto Centenario.

La variedad de frijol Pinto Centenario recibió un código de registro provisional (2386-FRI-055-110210/C) y otro definitivo (FRI-062-260210) los cuales fueron otorgados por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, 2011). Esta 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)

Selected  $F_3$  plants were advanced by generations during the cycle autumn-winter 2004-2005 in Los Mochis, Sinaloa. In the cycle spring-summer 2005 were evaluated in Durango and Francisco I. Madero families ( $F_4$ ) in a nursery for observation, without replications, to select those that showed tolerance to disease and higher quality of commercial grain, which was evaluated visually.  $F_5$  seed of the selected families were advanced generationally in Los Mochis, Sinaloa, in the winter of 2005-2006. Then in the spring-summer 2006 was planted in a nursery for observation which included the lines of best quality of grain, among which excelled the line Pinto Mestizo / Pinto Saltillo-7. In this cycle were obtained new individual selections based on the size and physical appearance of the grain.

$F_7$  lines selected in 2006 were sown in Los Mochis, Sinaloa and after harvest only  $F_8$  lines were selected that showed better grain quality, classified based on size, color and shape. The line Pinto Mestizo/Pinto Saltillo 7-5 was coded as PT08034 and was included in observation nurseries again, to evaluate it based on uniformity, disease tolerance and adaptation in the state of Durango.

In the autumn-winter 2008-2009 was reproduced the seed form the line PT08034 in Los Mochis, Sinaloa, and during 2009-2011 was evaluated in eleven environments of Durango, Chihuahua, Zacatecas and Aguascalientes, where obtained an average yield of 1 242 kg ha<sup>-1</sup>. Due to the acceptance that the line PT08034 had, among trading companies of grain and seeds, it was decided to register it as a variety under the name of Pinto Centennial.

The Pinto Centennial bean variety received a provisional registration code (2386-FRI-055-110210/C) and a final (FRI-062-260210) which were awarded by the National Service of Seed Inspection and Certification (SNICS, 2011). This variety shows a type of indeterminate vine growth and short non-climbing guides (SNICS, 2001), which is equivalent to the prostrate indeterminate growth habit (type III) (CIAT, 1984). The average height of the canopy of this variety is 27 cm and the length of the guide can reach 75 cm. Pinto Centennial flowers between 35 and 43 days after planting and mature at an average of 89 days after sowing, with fluctuations between 83 and 100 days. In this variety, the period between flowering and maturity is influenced by the characteristics of the planting site.

Pinto Centennial is sensitive to photoperiod and when planted under irrigation and the days are long and warm (close to 14 hours of sunlight and temperatures above

(CIAT, 1984). La altura promedio del dosel de esta variedad es de 27 cm y la longitud de la guía puede alcanzar 75 cm. Pinto Centenario florece entre 35 y 43 días después de la siembra y madura en un promedio de 89 días después de la siembra, con fluctuaciones entre 83 y 100 días. En esta variedad, el periodo entre la floración y madurez es influenciado por las características del sitio de siembra.

Pinto Centenario 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 100 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 la productividad debido al pobre crecimiento de la planta. En el Altiplano Semiárido, Pinto Centenario mostró precocidad a madurez, lo cual le permite escapar a los efectos negativos del estrés de humedad y bajas temperaturas, registradas al final de la etapa de llenado de grano.

El grano de Pinto Centenario es de tamaño mediano, con un promedio de 35 g/100 semillas y un intervalo de peso entre 26 y 45 g/100 semillas (Cuadro 1). El grano de Pinto Centenario es elíptico, en su corte transversal y forma externa. El color de la testa es crema con pintas de color café y el hilio es amarillo. La variedad de frijol Pinto Centenario 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 de México entre 2009 y 2011 (Cuadro 1). El rendimiento promedio de Pinto Centenario fue 1 242 kg ha<sup>-1</sup> con una fluctuación entre 99 kg ha<sup>-1</sup> en el ambiente más crítico registrado en Francisco I. Madero, Durango, durante 2011, hasta 2 482 kg ha<sup>-1</sup> en el más favorable observado en Durango, Durango en 2009.

En algunos sitios de evaluación, como en La Soledad, Durango y Calera de Víctor Rosales Zacatecas, Pinto Centenario 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 Centenario mostró un peso de cien semillas estadísticamente mayor ( $p < 0.01$ ) en relación con el registrado en Pinto Saltillo, a pesar que el estrés de humedad causó reducción

(25 °C) increases the duration of its stages of development, so is possible to observe a cycle length of 100 to 110 days. On the contrary, in warm places where it is sown under irrigation conditions during the winter and the days are short (11 h of sunlight) the beans start flowering early (30-35 days after planting) and mature early (70-80 days after planting). The latter, reduces productivity due to poor growth of the plant. In the semiarid highlands, Pinto Centennial showed earliness to maturity, allowing it to escape the negative effects of moisture stress and low temperatures, registered at the end of the grain filling stage.

The Pinto Centennial bean is medium size, with an average of 35 g/100 seeds and a weight range between 26 and 45 g/100 seeds (Table 1). The Pinto Centennial bean is elliptical in its cross section and externally. The seed coat color is cream with brown strips and the hilum is yellow. The Pinto Centennial variety showed an average yield statistically similar to Pinto Saltillo, in the experimental plots, demonstrative and commercial plots that were established in different locations of the highlands of Mexico between 2009 and 2011 (Table 1). The average yield of Pinto Centennial was 1 242 kg ha<sup>-1</sup> with a fluctuation between 99 kg ha<sup>-1</sup> in the most critical environment registered in Francisco I. Madero, Durango, in 2011, up to 2 482 kg ha<sup>-1</sup> in the most favorable observed in Durango in 2009.

In some test sites, as in La Soledad, Durango and Calera de Víctor Rosales Zacatecas, Pinto Centennial excelled in yield to the Pinto Saltillo variety; however, were statistically equal on average between environments. If it is considered the average between locations, Pinto Centennial showed a weight of 100 seeds statistically greater ( $p < 0.01$ ) in relation to the registered in Pinto Saltillo, although moisture stress caused reduction in grain size, especially in Francisco I. Madero, Durango, in 2011, where it rained only 199 mm (CNA, 2012) compared with 530 mm recorded in the historical average (Medina *et al.*, 2005).

In the analysis of stability parameters, Pinto Centennial proved to be a stable variety with a tendency to respond better in unfavorable environments consistently ( $\beta_i < 1$ ,  $S^2D = 0$ ) (Figure 1). For its part, the control Pinto Saltillo showed a tendency to show better response in good environments consistently ( $\beta_i > 1$ ,  $S^2D = 0$ ) (Eberhart and Russell, 1966). The earliness of maturity shown by the variety Pinto Centennial improved the adaptation in environments with

en el tamaño del grano, especialmente en Francisco I. Madero, Durango, en 2011, donde llovieron únicamente 199 mm (CONAGUA, 2012) en comparación con 530 mm registrados en el promedio histórico (Medina *et al.*, 2005).

recurrent low rainfall and frost at the end of the cycle of the bean. This trait had a negative impact on yield potential of Centennial Pinto, which showed less capacity of response to favorable environments.

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

**Table 1. Characteristics of the variety of Pinto Centennial beans in relation with Pinto Saltillo assessments made in the highlands of Mexico 2009-2011.**

| Localidad/Año           | Variedad      | Días a madurez | Rendimiento kg ha <sup>-1</sup> | Peso de 100 semillas (g) |
|-------------------------|---------------|----------------|---------------------------------|--------------------------|
| Durango, Dgo. 2009      | P. Centenario | 95             | 2 482                           | 45                       |
| Durango, Dgo. 2009      | P. Saltillo   | 97             | 3 072                           | 39                       |
| Bachiniva, Chih. 2009   | P. Centenario | 86             | 1 553                           | 30                       |
| Bachiniva, Chih. 2009   | P. Saltillo   | 90             | 1 573                           | 27                       |
| B. Juárez, Chih, 2009   | P. Centenario | 90             | 736                             | 26                       |
| B. Juárez, Chih, 2009   | P. Saltillo   | 90             | 981                             | 25                       |
| Durango, Dgo. 2010      | P. Centenario | 90             | 578                             | 34                       |
| Durango, Dgo. 2010      | P. Saltillo   | 97             | 717                             | 32                       |
| La Purísima, Dgo. 2010  | P. Centenario | 83             | 1 099                           | 38                       |
| La Purísima, Dgo. 2010  | P. Saltillo   | 89             | 1 495                           | 30                       |
| La Soledad, Dgo. 2010   | P. Centenario | 83             | 1 349                           | 33                       |
| La Soledad, Dgo. 2010   | P. Saltillo   | 88             | 616                             | 27                       |
| F. I. Madero, Dgo. 2010 | P. Centenario | 90             | 826                             | 37                       |
| F. I. Madero, Dgo. 2010 | P. Saltillo   | 98             | 825                             | 34                       |
| Calera, Zac. 2010       | P. Centenario | --             | 1 176                           | 34                       |
| Calera, Zac. 2010       | P. Saltillo   | --             | 561                             | 27                       |
| Durango, Dgo. 2011      | P. Centenario | 100            | 800                             | 35                       |
| Durango, Dgo. 2011      | P. Saltillo   | 98             | 1 237                           | 30                       |
| F. I. Madero, Dgo. 2011 | P. Centenario | 92             | 99                              | 32                       |
| F. I. Madero, Dgo. 2011 | P. Saltillo   | 93             | 220                             | 27                       |
| Pabellón, Ags. 2011     | P. Centenario | 84             | 1 845                           | 38                       |
| Pabellón, Ags. 2011     | P. Saltillo   | 84             | 1 531                           | 29                       |
| Promedio                | P. Centenario | 89             | 1 242 <sup>a</sup>              | 35 <sup>a</sup>          |
| Promedio                | P. Saltillo   | 92             | 1 201 <sup>a</sup>              | 30 <sup>b</sup>          |
| Promedio General        |               | 91             | 1 221                           | 33                       |
| *CV (%)                 |               |                | 18                              | 5                        |
| **DMS <sub>0.05</sub>   |               |                | 82                              | 1                        |

\*CV= coeficiente de variación, \*\*DMS= diferencia mínima significativa. <sup>a-b</sup> Literales que denotan diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre variedades a través de ambientes.

En el análisis de parámetros de estabilidad, Pinto Centenario mostró ser una variedad estable con tendencia a responder mejor en ambientes desfavorables de manera consistente ( $\beta_1 < 1$ ;  $S^2_d = 0$ ) (Figura 1). Por su parte el testigo Pinto

Experimental and validation results showed that Pinto Centennial exhibited yields statistically similar and values statically higher ( $p < 0.01$ ) from grain size in relation to Pinto Saltillo. Pinto Centennial can be planted in Durango

Saltillo demostró estabilidad con tendencia a mostrar mejor respuesta en buenos ambientes de manera consistente ( $\beta_i > 1$ ;  $S^2d = 0$ ) (Eberhart y Rusell, 1966). La precocidad a madurez mostrada por la variedad Pinto Centenario mejoró la adaptación en ambientes de escasa precipitación y heladas recurrentes al final del ciclo biológico del frijol. Esta característica influyó negativamente sobre el potencial de rendimiento de Pinto Centenario, el cual mostró menor capacidad de respuesta en ambientes favorables.

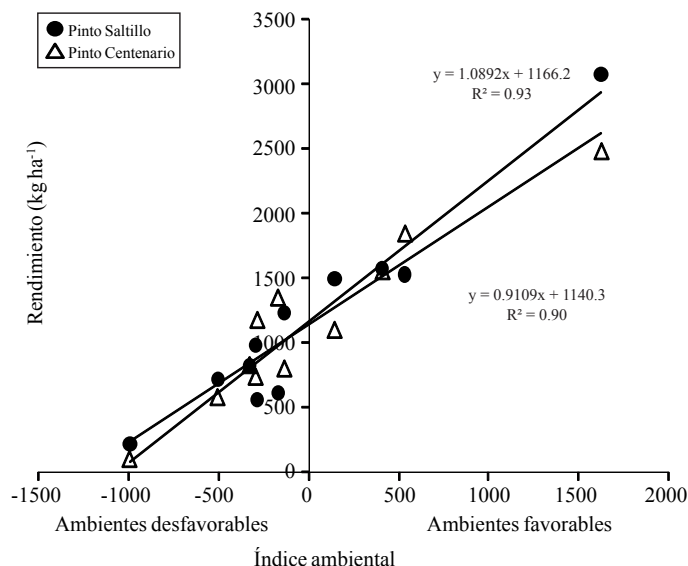
Los resultados experimentales y de validación, demostraron que Pinto Centenario exhibió rendimiento estadísticamente similar y valores estadísticamente mayores ( $p < 0.01$ ) del tamaño del grano, en relación con Pinto Saltillo. Pinto Centenario puede sembrarse en Durango y otros estados con clima similar, en el Altiplano de México (Zacatecas, Chihuahua, Aguascalientes), 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 que disponen de agua para riego durante el invierno (Sinaloa).

En el INIFAP-Durango se tiene la semilla original de Pinto Centenario, 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 Centenario 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 de promover su adopción en Durango, Zacatecas, Chihuahua, Aguascalientes y Sinaloa.

## Agradecimiento

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

and other states with similar climate in the highlands of Mexico (Zacatecas, Chihuahua, Aguascalientes) in soils of different textures, preferably well-drained and with a pH 6 to 7. It can be grown under rainfed and irrigated conditions in areas with rainfall between 350 and 450 mm, distributed during the growing season and average annual temperature between 16 and 22 °C as well as in areas that have water for irrigation during the winter (Sinaloa).



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

**Figure 1. Observed and estimated values for yield based on the regression equations (stability) obtained for the Pinto Centennial and Pinto Saltillo bean varieties.**

The INIFAP-Durango has the original seed of Pinto Centennial, with which can be produced basic seed under contract. This in turn can be offered to producing companies of grains and seeds; as well as associations of producers interested in producing certified seed. It is considered that the traits of Pinto Centennial will improve yield, retain the success obtained with Pinto Saltillo and will allow the increasing the acceptance of beans produced in the semiarid highlands of Mexico. This variety is currently being broadcast in order to promote its adoption in Durango, Zacatecas, Chihuahua, Aguascalientes and Sinaloa.

*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.; G. Díaz, P.; López, H. J.; Ruiz, C. J. A. y Marín, S. M. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Período 1961-2003). INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Durango. Libro técnico Núm. 1. México. 224 p.
- Rosales, S. R.; Ramírez, V. P.; Acosta, G. J. A.; Castillo, G. F. y Kelly, J. D. 2000. Rendimiento de grano y tolerancia a la sequía del frijol común en condiciones de campo. *Agrociencia*. 34:153-165.
- 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.
- Rosales, S. R.; González, R. H.; Nava, B. C. A.; Herrera, M. D.; Ramírez, C. y Jiménez, G. J. C. 2011. Rendimiento y preferencia de variedades mejoradas de frijol pinto desarrolladas en Durango. Memoria de la XXIII Semana Internacional de la Agronomía FAZ-UJED. 856-861 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 marzo de 2011).
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). 2001. Guía técnica para la descripción varietal. Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). México, D. F. 21 p.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (SNICS). 2011. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV). México, D. F. 31 p.