

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

Pinto Liberty, new variety of bean 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, km 4.5. Durango, Durango, México. C. P. 34170. ²INIFAP-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

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano pinto y tamaño grande (35-45 g/100 semillas) es apreciado por productores, comerciantes y empacadores de México. En Durango, los productores demandan variedades precoces, tolerantes al oscurecimiento de la testa y con tamaño de semilla mayor, diferente a la de Pinto Saltillo, considerado en la actualidad como un referente de calidad. El objetivo fue desarrollar una variedad superior a Pinto Saltillo en precocidad, tamaño de grano y calidad comercial. La variedad Pinto Libertad (PT08035) fue generada en el INIFAP-Durango, con el método genealógico, aplicado a la cruza Pinto Mestizo/Pinto Saltillo-69-2-1. El rendimiento promedio de Pinto Libertad fue 983 kg ha⁻¹ y varió desde 89 kg ha⁻¹ hasta 2 006 kg ha⁻¹. Pinto Libertad, comparado con Pinto Saltillo, resultó precoz a madurez (91 vs 95 días) y registró mayor peso de 100 semillas (38 g vs 31 g). El hábito crecimiento de Pinto Libertad es de enredadera indeterminada, con guías cortas no trepadoras, el promedio de altura del dosel es 32 cm y la guía crece 79 cm. El grano de Pinto Libertad es de tamaño mediano a grande y su peso fluctúa entre 33 y 49 g/100 semillas, tiene forma elíptica en sus secciones transversal y longitudinal, testa color crema, pintas café e hilio amarillo. En campo, Pinto Libertad mostró tolerancia a antracnosis y roya; así como susceptibilidad media a tizón común y pudriciones de raíz. Pinto Libertad se incluyó en programas de validación para evaluar sus posibilidades de adopción, adaptabilidad y potencial para incrementar la calidad del frijol producido en el Altiplano de México.

Abstract

The bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of pinto grain and large size (35-45 g/100 seeds) is appreciated by producers, traders and packers in Mexico. In Durango, the producers demanded early varieties, tolerant to darkening of the seed coat and seed size larger than that of Pinto Saltillo, currently considered as a reference of quality. The objective was to develop a superior variety to Pinto Saltillo in earliness, grain size and commercial quality. The variety Pinto Liberty (PT08035) was generated in INIFAP-Durango, with the pedigree method, applied to the cross Pinto Mestizo / Pinto Saltillo-69-2-1. The average yield of Pinto Liberty was 983 kg ha⁻¹ and ranged from 89 kg ha⁻¹ up to 2 006 kg ha⁻¹. Pinto Liberty compared with Pinto Saltillo, resulted early to maturity (91 vs. 95 days) and registered higher weight of 100 seeds (38 g vs. 31 g). The growth habit of Pinto Liberty is of an indeterminate vine, with short non-climbing guides, the average canopy height is 32 cm and a growing guide of 79 cm. The Pinto Liberty bean is medium to large size and its weight fluctuates between 33 and 49 g/100 seeds, is has an elliptical form in its cross sections and longitudinal, the seed coat is cream-colored, brown strips and a yellow hilum. In the field, Pinto Liberty showed tolerance to anthracnose and rust, as well as intermediate susceptibility to common blight and root rots. Pinto Liberty was included in validation programs to assess its possibilities of adoption, adaptability and potential to increase the quality of beans produced in the highlands of Mexico.

* Recibido: marzo de 2012
Aceptado: septiembre de 2012

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

Los productores y comerciantes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) consideran que el incremento en el tamaño del grano mejorará la aceptación de la variedad Pinto Saltillo en el mercado nacional y de exportación. Esta variedad es reconocida actualmente como un referente de calidad, en el norte-centro de México, debido a la mayor duración de su vida de anaquel y precio de compra. Esto permitió la conservación del valor de las inversiones y el incremento de los beneficios económicos obtenidos por los productores. En 2010, en el estado de Durango, se cosecharon con frijol 201 mil hectáreas y se produjeron 96 mil toneladas de grano, con rendimiento medio de 480 kg ha⁻¹ (SIAP, 2012). La mayor parte de la superficie cosechada con frijol, durante ese año, fue sembrada con la variedad Pinto Saltillo debido principalmente a su aceptación y precio de mercado (Ávila *et al.*, 2009).

Según el criterio de los productores, comerciantes y consumidores(as) el grano de la variedad Pinto Saltillo es pequeño y su peso promedio es de 31g/100 semillas. Los granos de frijol de tamaño intermedio y grande (entre 35 y 49 g/100 semillas) son preferidos por los comerciantes y empacadores, quienes les otorgan un sobreprecio. Por ello, los productores demandan variedades de grano más grande, que el de Pinto Saltillo, que conserven la tolerancia al oscurecimiento de la testa y muestren además precocidad a madurez (85 días). Las variedades de ciclo precoz pueden incrementar el grado de certidumbre de la cosecha, debido a que su utilización reduce los riesgos de estrés de humedad y heladas, las cuales son causadas por la escasa humedad y temperaturas bajas que se registran al final del periodo de llenado de grano del frijol.

En 2010, los investigadores del programa de frijol del INIFAP-Durango registró cinco variedades de frijol (Rosales *et al.*, 2009), entre las cuales se incluyó Pinto Libertad. Esta variedad fue validada en diferentes sitios y años para evaluar su adaptabilidad, rendimiento y calidad del grano. Entre los factores que mostraron mayor influencia en la adaptabilidad del frijol en Durango sobresalió el estrés hídrico ocasionado por la lluvia escasa y mal distribuida, la cual se combinó con suelos arenosos, poco profundos y con baja capacidad de retención de humedad. Este factor causó también reducción del tamaño y rendimiento de grano, lo cual afectó negativamente la calidad del producto y los beneficios económicos que obtuvieron los productores.

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

Producers and traders of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) consider that the increase in grain size will improve the acceptance of the Pinto Saltillo variety in the domestic and export market. This variety is now recognized as a quality reference in the north-central of Mexico, due to longer shelf life and purchase price. This allowed the preservation of the value of investments and the increasing of the economic benefits for producers. In 2010, in the state of Durango, were harvested 201 000 hectares and produced 96 000 ton of grain, with an average yield of 480 kg ha⁻¹ (SIAP, 2012). Most of the bean harvested area during that year was planted with the variety Pinto Saltillo mainly due to its acceptance and market price (Ávila *et al.*, 2009).

According to the criteria of the producers, traders and consumers, the grain of the variety Pinto Saltillo is small and its average weight is 31g/100 seeds. The beans of medium and large size (between 35 and 49 g/100 seeds) are preferred by traders and packers, who give them a premium. Thus, farmers require varieties of grain larger than that of Pinto Saltillo that conserve tolerance to darkening of the seed coat and also show earliness to maturity (85 days). Early cycle varieties can increase the certainty of the crop harvest, because its use reduces the risk of stress of moisture and frost, which are caused by low humidity and low temperatures that are recorded at the end of the grain filling period of the bean.

In 2010, researchers from the bean program of INIFAP-Durango, registered five varieties of beans (Rosales *et al.*, 2009), among which are included Pinto Liberty. This variety has been validated in different sites and years to assess its adaptability, yield and grain quality. Among the factors that showed influence on the adaptability of the beans in Durango excelled the moisture stress caused by the sparse and poorly distributed rainfall, which was combined with sandy soils, shallow and with low capacity for moisture retention. This factor also caused reduction size and yield of grain, affecting adversely the product quality and economic benefits obtained by the producers.

In some environments of the north-central part of Mexico, low temperatures recorded since late September caused frost and total losses of yield. Therefore, it was decided

En algunos ambientes del Norte-Centro de México, las temperaturas bajas registradas desde finales de septiembre ocasionaron heladas y pérdidas totales del rendimiento de frijol. Por ello, se decidió seleccionar variedades de ciclo precoz (85 días a madurez) y que modificaran la fecha de madurez con base en la cantidad de agua disponible e incidencia de bajas temperaturas (Rosales *et al.*, 2004a). La resistencia a enfermedades se incluyó también como criterio de selección; debido a que éstas reducen el rendimiento y calidad del frijol producido en Durango. Entre las enfermedades de mayor importancia en esta entidad sobresalen antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) y tizón común (*Xanthomonas campestris*= *axonopodis* pv. *phaseoli*) (Ibarra *et al.*, 2009).

En el programa de frijol del INIFAP-Durango se generó la variedad Pinto Libertad, la cual mostró rendimiento estadísticamente inferior, menor número de días a madurez y tamaño de grano significativamente mayor, en relación con Pinto Saltillo (Cuadro 1). La variedad mejorada de frijol Pinto Libertad se originó de la crusa 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 a áreas con lluvia escasa (350-480 mm). También, se requerían variedades 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 grande de la semilla (42 g/100 semillas) (Rosales *et al.*, 2004b), 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.

La variedad mejorada Pinto Libertad se desarrolló con el método de mejoramiento genético genealógico (pedigrí). Éste, se inició con la obtención del cruzamiento entre los progenitores seleccionados y luego continuó con la selección individual en F₂ y masal en la generación F₃ y posteriores (F₉-F₁₀). Los criterios utilizados para la selección fueron: tolerancia a enfermedades, precocidad, rendimiento y calidad de grano. El cruzamiento original (F₁) se obtuvo durante 2003 y se avanzó a la generación F₂ en Los Mochis, Sin. durante el ciclo otoño-invierno de 2003-2004. En 2004

to select varieties of early cycle (85 days to maturity) and to modify the maturity date, based on the amount of water available and incidence of low temperatures (Rosales *et al.*, 2004a). Disease resistance was also included as a selection criterion, because this reduces the yield and quality of beans produced in Durango. Among the most important diseases in this state stand anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), rust (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) and common blight (*Xanthomonas campestris* pv. *axonopodis*. *Phaseoli*) (Ibarra *et al.*, 2009).

In the bean program of INIFAP-Durango was generated the variety Pinto Liberty, which showed statistically lower yield, fewer days to maturity and grain size significantly higher in relation to Pinto Saltillo (Table 1). The improved bean variety of Pinto Liberty 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 breeding lines adapted to areas with low rainfall (350-480 mm). It was also, required disease-resistant varieties, seed coat tolerant to darkening and grain of larger size (34-45 g/100 seeds) in relation with Pinto Saltillo (30 g/100 seeds).

The Pinto Mestizo, was used as a source of genes for early flowering, large seed size (42 g/100 seeds) (Rosales *et al.*, 2004b), adaptation in conditions of limited moisture and commercial quality of the grain. Pinto Saltillo was used for its resistance to rapid darkening the seed coat of the grain (Sánchez *et al.*, 2009) and productive adaptation in farming systems used in Durango.

The improved variety Pinto Liberty was developed with the pedigree breeding method. This began with the collection of crosses between selected parents and then continued with individual selection in F₂ and F₃ generation bulked at and downstream (F₉-F₁₀). The criteria used for selection were: disease tolerance, earliness, yield and grain quality. The Original cross (F₁) was obtained in 2003 and advanced to F₂ generation in Los Mochis, Sinaloa, during the fall and winter of 2003-2004. In 2004 were made individual selections (F₂) in Durango, based on plant vigor, disease tolerance, vine load and commercial quality of the grain. Plants with the greatest weight per 100 seeds were selected, to increase the possibilities of obtaining lines with larger grain in comparison with Pinto Saltillo, which shows between 31-34 g/100 seeds (Sánchez *et al.*, 2009).

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 por cada 100 semillas, para incrementar las posibilidades de obtener líneas con grano de mayor tamaño en comparación con Pinto Saltillo, la cual muestra entre 31-34 g/100 semillas (Sánchez *et al.*, 2009).

The selected F_3 plants were advanced generationally, a plant per row of 5 m during the autumn-winter 2004 to 2005 in Los Mochis, Sinaloa. In the spring-summer 2005 were evaluated in Durango and Francisco I. Madero, families (F_4) in a nursery for observation, consisting of a row of 5 m without replications per family, to select those that showed tolerance to disease and higher quality of grain trade,

Cuadro 1. Características de la variedad de frijol Pinto Libertad en relación con Pinto Saltillo en evaluaciones realizadas en el Altiplano de México.

Table 1. Characteristics of the variety of beans Pinto Liberty in relation with Pinto Saltillo in assessments made in the highlands of Mexico.

Localidad/Año	Variedad	Días a Madurez	Rendimiento kg ha ⁻¹	Peso de 100 Semillas (g)
Durango, Dgo. 2009	P. Libertad	98	2 006	49
Durango, Dgo. 2009	P. Saltillo	97	3 072	39
Durango, Dgo. 2010	P. Libertad	90	312	33
Durango, Dgo. 2010	P. Saltillo	97	717	32
La Purísima, Dgo. 2010	P. Libertad	--	1 191	39
La Purísima, Dgo. 2010	P. Saltillo	--	1 495	30
La Soledad, Dgo. 2010	P. Libertad	83	1 141	35
La Soledad, Dgo. 2010	P. Saltillo	88	616	27
Madero, Dgo. 2010	P. Libertad	91	865	39
Madero, Dgo. 2010	P. Saltillo	98	825	34
Pabellón, Ags. 2009	P. Libertad	--	916	33
Pabellón, Ags. 2009	P. Saltillo	--	1 421	26
V. Guerrero, Dgo. 2010	P. Libertad	--	983	37
V. Guerrero, Dgo. 2010	P. Saltillo	--	988	31
Calera, Zac. 2010	P. Libertad	--	1 055	36
Calera, Zac. 2010	P. Saltillo	--	561	27
Durango, Dgo. 2011	P. Libertad	100	975	39
Durango, Dgo. 2011	P. Saltillo	98	1 237	30
F. I. Madero 2011	P. Libertad	93	89	33
F. I. Madero 2011	P. Saltillo	93	220	27
Pabellón, Ags. 2011	P. Libertad	84	1 142	39
Pabellón, Ags. 2011	P. Saltillo	84	1 531	29
Promedio	P. Libertad	91	983 ^b	38 ^a
Promedio	P. Saltillo	94	1 218 ^a	31 ^b
Media General		93	1 101	34
*CV (%)		--	17	7
**DMS _{0,05}		--	74	1

*CV= Coeficiente de Variación, **DMS= Diferencia Mínima Significativa. ^{a,b} Literales que denotan diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre variedades a través de ambientes.

Las plantas F_3 seleccionadas se avanzaron generacionalmente, una planta por surco de 5 m, durante el ciclo otoño-invierno de 2004-2005 en Los Mochis, Sin. En el ciclo primavera-verano

assessed visually. F_5 seed of the selected families were advanced generationally in Los Mochis, Sinaloa, in winter 2005 to 2006. Then in the spring-summer 2006, the lines of

de 2005 se evaluaron, en Durango y Francisco I. Madero, las familias (F_4) en un vivero de observación, consistente en un surco de 5 m sin repeticiones por familia, para seleccionar aquellas que mostraron tolerancia a las enfermedades y grano de mayor calidad comercial, evaluada 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, las líneas de mejor calidad de grano se sembraron en vivero de observación y entre ellas sobresalió la línea Pinto Mestizo/Pinto Saltillo-69-2. 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 de la semilla. La línea Pinto Mestizo/Pinto Saltillo-69-2-1 se codificó como PT08035 y se incluyó nuevamente en viveros de observación, para evaluarla con base en su uniformidad morfológica, 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 PT08035 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 983 kg ha⁻¹. Debido a la preferencia que tuvo la línea PT08035, por su tamaño del grano, entre los productores, consumidores y encargados de empresas comercializadoras, se decidió registrarla como variedad con el nombre de Pinto Libertad.

El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, 2011) otorgó a la variedad de frijol Pinto Libertad un código de registro provisional (2388-FRI-061-110210/C) y otro definitivo (FRI-064-270510). Esta variedad muestra tipo de crecimiento de enredadera indeterminada y guías cortas no trepadoras (SNICS, 2001), lo cual corresponde con el hábito de crecimiento indeterminado postrado (tipo IIII) (CIAT, 1984). La altura promedio del dosel de esta variedad es de 32 cm y la longitud de la guía puede alcanzar 79 cm. Pinto Libertad florece entre 40 y 45 días después de la siembra y madura en 91 días después de la siembra, con variaciones entre 83 y 98 días. En esta variedad, el periodo entre la floración y madurez es influenciado por las características del sitio y fecha de siembra. En pruebas experimentales y siembras comerciales de frijol, realizadas en Durango, Pinto Libertad ha mostrado tolerancia a la mayoría de las razas de antracnosis y roya; aunque registró susceptibilidad intermedia a tizón común.

best quality of grain were sown in a nursery for observation and among them excelled the line Pinto Mestizo / Pinto Saltillo, 69-2. Again, in this cycle were obtained individual selections, based on the size and physical appearance of the grain.

The F_7 lines selected in 2006 were multiplied 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 of the seed. The line Pinto Mestizo/Pinto Saltillo-69-2-1 was coded as PT08035 and included in observation nurseries again, evaluating it, based on their morphological uniformity, disease tolerance and adaptation in the state of Durango. In the autumn-winter 2008 to 2009, the seed of the line PT08035 was reproduced in Los Mochis, Sinaloa, and during 2009 to 2011 was evaluated in nine environments of Durango, Chihuahua, Zacatecas and Aguascalientes, where it was obtained an average yield of 983 kg ha⁻¹. Due to the preference that the line PT08035 had, by its grain size, among the producers, consumers and managers from traders, it was decided to register it as a variety under the name of Pinto Libertad.

The National Service of Seed Inspection and Certification (SNICS, 2011) gave to the Pinto Liberty bean a provisional registration code (2388-FRI-061-110210 / C) and a final (FRI-064-270510). This variety shows an indeterminate vine growth and short non-climbing guides (SNICS, 2001), which corresponds to the indeterminate prostrate growth habit (type IIII) (CIAT, 1984).

The average height of the canopy of this variety is 32 cm and the length of the guide can reach 79 cm. Pinto Liberty flowers between 40 and 45 days after sowing and matures in 91 days after sowing, with variations between 83 and 98 days. In this variety, the period between flowering and maturity is influenced by the characteristics of the site and planting date. In experimental trials and commercial plantings of beans, made in Durango, Pinto Liberty showed tolerance to most races of anthracnose and rust; although showed intermediate susceptibility to common blight.

Pinto Liberty is sensitive to photoperiod and when planted under irrigation conditions and the days are long and warm (close to 14 hours of sunlight and temperatures above 25 °C) increases the duration of its stages of development, then it is possible to observe a cycle length between 97 and 110 days. On the contrary, in warm places where it is sown in

Pinto Libertad es sensible al fotoperiodo y cuando se siembra en condiciones de riego y los días son largos y cálidos (cerca a 14 h de luz solar y temperaturas superiores a 25 °C) se incrementa la duración de sus etapas de desarrollo, entonces 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 algunos sitios del Altiplano Semiárido de México, Pinto Libertad mostró precocidad a madurez (83 días), lo cual le permitió escapar a los efectos negativos del estrés por humedad y bajas temperaturas, registradas durante el llenado de grano.

El grano de Pinto Libertad es de tamaño mediano-grande, con un promedio de 38 g/100 semillas y un intervalo de peso entre 33 y 49 g/100 semillas (Cuadro 1). El grano de Pinto Libertad tiene forma elíptica, en su corte transversal y vista longitudinal externa. El color de la testa es crema con pintas de color café y el hilio es amarillo. La variedad de frijol Pinto Libertad mostró promedio de rendimiento estadísticamente ($p < 0.01$) inferior 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 Libertad fue de 983 kg ha⁻¹ con una variación entre 89 kg ha⁻¹ en el ambiente más crítico registrado en Francisco I. Madero, Durango, durante 2011 (Cuadro 1), hasta 2,006 kg ha⁻¹ en el más favorable situado en Durango, Durango en 2009. En algunos sitios de evaluación, como en La Soledad, Durango y Calera, Zacatecas, Pinto Libertad superó en rendimiento a la variedad Pinto Saltillo; sin embargo, en la mayoría de los casos el testigo mostró rendimiento más alto. Si se considera el promedio entre localidades, Pinto Libertad 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 redujo 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).

En el análisis de parámetros de estabilidad, Pinto Libertad mostró mejor respuesta en ambientes desfavorables de manera consistente ($\beta_i < 1$; $S^2d = 0$) (Figura 1). Por su parte, el testigo Pinto Saltillo demostró que responde mejor en buenos ambientes de manera consistente ($\beta_i > 1$; $S^2d = 0$) (Eberhart y

under irrigation conditions during the winter and the days are short (11 h of sunlight) the beans starts flowering so early (30-35 days after planting) and mature early (70-80 days after planting). This drastically reduces the yield due to poor growth of the plant. In some parts of the highlands of Mexico, Pinto Liberty showed precocious maturity (83 days), which allowed it to escape the negative effects of moisture stress and low temperatures recorded during grain filling.

The Pinto Liberty bean is medium-large size with an average of 38 g/100 seeds and a weight range between 33 and 49 g/100 seeds (Table 1). The Pinto Liberty bean is elliptical in cross-section and longitudinal view outside. The seed coat color is cream with brown strips and the hilum is yellow. Pinto Liberty bean variety showed an average yield statistically ($p < 0.01$) lower than Pinto Saltillo, in the experimental, demonstrative and commercial plots established in different locations of the highlands of Mexico between 2009 and 2011 (Table 1).

The average yield of Pinto Liberty was 983 kg ha⁻¹ with a range between 89 kg ha⁻¹ in the most critical environment registered in Francisco I. Madero, Durango, during 2011 (Table 1), up to 2 006 kg ha⁻¹ in the most favorable located in Durango, Durango in 2009. In some test sites, as in La Soledad, Durango and Calera, Zacatecas, Pinto Liberty excelled in yield to Pinto Saltillo; however in most cases the control group showed higher yield. Considering the average between locations, Pinto Liberty showed a weight of 100 seeds statistically greater ($p < 0.01$) in relation to the registered in Pinto Saltillo, although water stress reduced grain size; especially in Francisco I. Madero, Durango, in 2011, where it rained only 199 mm (CONAGUA, 2012) compared with 530 mm recorded in the historical average (Medina *et al.*, 2005).

In the analysis of stability parameters, Pinto Liberty showed better response in unfavorable environments consistently ($\beta_i < 1$, $S^2d = 0$) (Figure 1). For its part, the control Pinto Saltillo showed that better responds consistently in good environments ($\beta_i > 1$, $S^2d = 0$) (Eberhart and Russell, 1966). The reduction of the biological cycle recorded by the Pinto Liberty influenced positively on the yield obtained in environments with low rainfall and possibility of frost to end the cycle of the bean. The precocity also showed a negative influence on the yield potential of Pinto Liberty, which exhibited less responsive to favorable environments.

Rusell, 1966). La reducción del ciclo biológico registrado por la variedad Pinto Libertad influyó positivamente en el rendimiento obtenido en ambientes de escasa precipitación y probabilidades de heladas al final del ciclo biológico del frijol. La precocidad mostró también influencia negativa sobre el potencial de rendimiento de Pinto Libertad, el cual exhibió menor capacidad de respuesta en ambientes favorables.

Los resultados experimentales y de validación, demostraron que Pinto Libertad exhibió precocidad, rendimiento estadísticamente inferior y valores estadísticamente mayores ($p < 0.01$) del tamaño del grano, en relación con Pinto Saltillo. Pinto Libertad 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.

La semilla original de Pinto Libertad se encuentra disponible en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Durango, con la cual se puede producir semilla básica bajo contrato. La semilla básica 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 calidad observadas en Pinto Libertad mejorarán el tamaño del grano, conservarán el éxito obtenido con Pinto Saltillo y permitirán el incremento de la aceptación del frijol producido en el Altiplano de México y Sinaloa. Esta variedad se encuentra actualmente en proceso de difusión con la finalidad promover su adopción en Durango, Zacatecas, Chihuahua y Aguascalientes. Se espera que con el uso de Pinto Libertad se mejore la presentación del frijol empacado, debido a que sus granos de mayor tamaño son más atractivos para el consumidor, y con ello se facilitará la comercialización y se incrementarán los beneficios obtenidos por los agricultores dedicados al cultivo de esta leguminosa en el Norte de México.

Agradecimiento

Se agradece a la Fundación Produce Durango, A. C. por el apoyo brindado en el desarrollo de la variedad Pinto Libertad a través del proyecto: Validación de los nuevos materiales generados por la investigación (10-2008-0667).

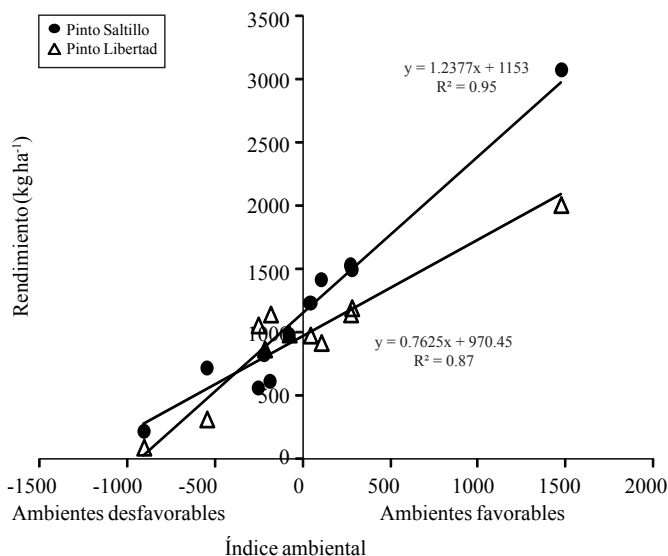


Figura 1. Valores observados y estimados para el rendimiento con base en las ecuaciones de regresión (estabilidad) obtenidas para las variedades de frijol Pinto Libertad y Pinto Saltillo.

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

Experimental and validation results showed that Pinto Liberty exhibited precocity, yields statistically lower and statistically higher values ($p < 0.01$) of the grain size in relation to Pinto Saltillo. Pinto Liberty can be planted in Durango and other states with similar climate in the highlands of Mexico; in soils of different textures, preferably well-drained and with a 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 average annual temperature between 16 and 22 °C, as in warm areas where water is available for irrigation during winter.

The original seed of Pinto Freedom is available at the National Institute for Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP)-Durango, which can produce basic seed under contract. The basic seed 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 quality characteristics observed in Pinto Liberty will improve the grain size, retain the success obtained by Pinto Saltillo and it will allow the increasing acceptance of beans produced in the highlands of Mexico and Sinaloa. This variety is currently being broadcast in order to promote its adoption in Durango, Zacatecas, Chihuahua and Aguascalientes. It is hoped that, with the use of Pinto

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. 56 p. (Serie 04SB-09.01).
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2012. Base de datos proporcionada por la Subdirección Técnica Operativa. Dirección local Durango. Durango, México.
- Eberhart, S. A.; Rusell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- Ibarra P., F. J.; R. Rosales S.; R. Navarrete M.; J. A. Acosta, G.; E. I. Cuéllar R.; C. A. Nava B.; J. D. Kelly. 2009. Control de la bacteriosis común del frijol en Durango, México. *Agrofaz Venecia, Dgo. 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 (periodo 1961-2003). INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Durango. Libro técnico Núm. 1. México. 224 p.
- Rosales, S. R.; Kohashi, S. J.; Acosta, G. J. A.; Trejo, L.; Ortiz, C. J. and Kelly, J. D. 2004a. Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. *Field Crop. Res.* 85:203-211.
- Liberty it might improve, the presentation packaging, because its larger grains are more attractive to the consumer, and thereby, it will facilitate the marketing and increase the benefits obtained by farmers dedicated to the cultivation of this legume in northern Mexico.
- End of the English version*
-
- Rosales, S. R.; Acosta, G. J. A.; Muruaga M. J. M.; Hernández, C. J. M.; Esquivel, E. G. y Pérez H. P. 2004b. Variedades mejoradas de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. INIFAP-CIRCE-Campo Experimental Valle de México. INIFAP. Chapingo, Estado de México. Libro técnico 6. 148 p.
- 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). 2012. <http://www.siap.gob.mx/>. (consultado marzo de 2012).
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). 2001. Guía técnica para la descripción varietal. Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). México. 21 p.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). 2011. Catálogo nacional de variedades vegetales (CNVV). México, D. F. 31 p.