

Dorado, nueva variedad de frijol pinto para el estado de Chihuahua*

Dorado, new variety of pinto beans for the State of Chihuahua

Mayra D. Herrera¹, José Cruz Jiménez-Galindo^{1§} y Rigoberto Rosales Serna²

¹CEVAG- INIFAP- Durango. Carretera Durango-El Mezquital, km 4.5. Durango, Durango, México. C. P. 34170. Tel. 01 625 5822258. (herrera.mayra@inifap.gob.mx).

²CESICH- INIFAP Chihuahua. Avenida Hidalgo 1213, Col. Centro. Cuauhtémoc, Chihuahua. México. C. P. 31500. Tel. 01 618 8260433. (rosales.rigoberto@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: jimenez.cruz@inifap.gob.mx.

Resumen

En Chihuahua, el frijol de grano pinto es la principal clase comercial producida por los agricultores de temporal. En la actualidad se requieren variedades de frijol pinto con alto rendimiento de grano, el cual debe mostrar aceptación en el mercado local y nacional. 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 generó la variedad Dorado (PT08004), con el método genealógico, a partir de la cruza entre Pinto Mestizo y Pinto Saltillo [(Pinto Mestizo/Pinto Saltillo)-10-6]. Esta variedad mostró rendimiento promedio de 1,554 kg ha⁻¹ y fluctuaciones entre 617 kg ha⁻¹ hasta 3 706 kg ha⁻¹. En promedio Dorado, comparado con Pinto Saltillo, resultó significativamente más precoz a madurez (89 vs 97 días) y mostró mayor peso de 100 semillas (32 g vs 29 g). El hábito crecimiento de Dorado es de enredadera indeterminada, con guías cortas no trepadoras, el promedio de altura del dosel es de 31 cm y la guía crece 89 cm. El grano de Dorado pesa 32 g/100 semillas y tiene un intervalo entre 26 y 47 g/100 semillas. El grano es transversalmente elíptico, longitudinalmente elíptico-cuboide y tiene color crema de la testa, pintas abundantes de color café y su hilio es amarillo. Dorado mostró tolerancia a la antracnosis y roya; así como valores medios y altos de susceptibilidad a tizón común y pudriciones de raíz. Ésta variedad está en proceso de difusión

Abstract

In Chihuahua, pinto beans are the main commercial class produced by the rainfed-farmers. Currently, high-grain yield pinto beans varieties are required, showing acceptance in the local and national market. The aim was to develop a superior variety of beans than Pinto Saltillo, in earliness, grain size and commercial quality. In the INIFAP-Durango, the variety Dorado (PT08004) was generated, with the genealogic method from the cross between Pinto Mestizo and Pinto Saltillo [(Pinto Mestizo/Pinto Saltillo)-10-6]. This variety showed average yield of 1 554 kg ha⁻¹ and fluctuations between 617 kg ha⁻¹ to 3 706 kg ha⁻¹. On average, Dorado compared to Pinto Saltillo was significantly earlier in maturity (89 vs 97 days) and showed greater weight of 100 seeds (32 g vs 29 g). The growth habit of Dorado is of indeterminate vine, with short non-climbing guides, the average canopy height is 31 cm and the guide grows 89 cm. Dorado grains weigh 32 g/100 seeds and has a range between 26 and 47 g/100 seeds. The grain is transversely elliptical, longitudinally elliptical-cuboid and has a cream-colored seed coat, rich brown paints and the hilum is yellow. Dorado 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 of diffusion to determine its potential for adoption, adaptability and potential to increasing the yield and quality of pinto beans produced in Chihuahua.

* Recibido: febrero de 2012
Aceptado: julio de 2012

para establecer sus posibilidades de adopción, adaptabilidad y potencial para incrementar el rendimiento y la calidad del frijol pinto producido en Chihuahua.

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

En 2010, en el estado de Chihuahua, se cosecharon con frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) 153 mil hectáreas y se produjeron 126 mil toneladas de grano, con un rendimiento medio de 830 kg ha⁻¹ (SIAP, 2011). En los últimos años se ha registrado especialización en los productores de temporal para producir frijol pinto en Chihuahua 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 la mayor duración de vida de anaquel y al incremento del precio pagado al productor. 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 empaadora, 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 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 INIFAP-Durango, desarrolló un grupo de variedades mejoradas frijol pinto (Rosales *et al.*, 2009), las cuales fueron validadas para determinar su adaptación en Chihuahua y otras entidades del Altiplano Semiárido de México. Entre las variedades evaluadas entre 2007 y 2010 por el programa de frijol del INIFAP-Durango se encuentra Dorado, la cual fue seleccionada en Chihuahua con base en su precocidad y nivel de tolerancia a los factores ambientales que reducen la productividad y calidad del grano de frijol. Entre los factores que reducen la

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

In 2010, in the State of Chihuahua, 153 hectares were harvested of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and produced 126 thousand tons of grain, with an average yield of 830 kg ha⁻¹ (SIAP, 2011). In recent years there has been specializing in rainfed producers to produce pinto beans in Chihuahua, because of the registered market acceptance of Pinto Saltillo (Ávila *et al.*, 2009). The producers and traders believe that Pinto Saltillo is a good option, because of its longer shelf-life and the increased price paid to the producers. 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 as well. 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, giving even an overpaid.

The development of new varieties must combine the tolerance of testa darkening accelerated and also have a larger size in relation to Pinto Saltillo's; seen as the quality reference. In addition, it requires earlier 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 of the beans. This will reduce the production problems, improving the marketing and increasing the benefits accruing to the farmers.

The bean program of the INIFAP-Durango developed a set of improved pinto varieties (Rosales *et al.*, 2009), which were validated to determine its adaptation in Chihuahua and other entities in the semiarid highlands of Mexico. Among the varieties evaluated between 2007 and 2010 by the bean program of the INIFAP-Durango is Dorado, selected in Chihuahua based on its earliness and tolerance to environmental factors that would reduce its productivity and grain quality. Among the factors that reduce the productivity of beans in Chihuahua stands the moisture stress caused by shortage of rainfall and the soil's conditions, such as sandy soils, shallow and low moisture retention capacity.

In Chihuahua, low levels of available soil moisture and high environmental demand periods cause water stress in plants and thereby decreasing the yield and grain quality. For a few years, low temperatures since late September caused frosts and therefor total loss of the crop. Considering this, varieties

productividad del frijol en Chihuahua sobresale el estrés de humedad ocasionado por escasas de lluvia y las condiciones edáficas, como son suelos arenosos, poco profundos y con baja capacidad de retención de humedad.

En Chihuahua, 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 Chihuahua 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 Chihuahua, es necesario generar variedades mejoradas de ciclo precoz, 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 Dorado, la cual mostró alto rendimiento, aunque estadísticamente más bajo que Pinto Saltillo, pero resultó más precoz y produjo grano de tamaño (peso de 100 semillas) significativamente mayor en relación con dicha variedad (Cuadro 1).

La variedad mejorada de frijol Dorado 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 (35-45 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.*, 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.

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 beans in Chihuahua are diseases, such as anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), rust (*Uromyces appendiculatus* var. *Appendiculatus*) and common blight (*Xanthomonas campestris* pv. *axonopodis*. *Phaseoli*) (Ibarra *et al.*, 2009). To address the problem of bean production in Chihuahua, it is necessary to generate improved varieties of early cycle, adapted to water stress, disease tolerant and high-quality grain. The program of the INIFAP-Durango generated the bean variety Dorado, which showed high yield, although statistically lower than Pinto Saltillo, but it was produced earlier and with a grain size (100 seed weight) significantly increased in relation to that variety (Table 1).

The improved bean variety Dorado 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 grain (35-45 g/100 seeds) in compared to Pinto Saltillo (30 g/100 seeds). Pinto Mestizo was used as a source of genes for early flowering, large seed size (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 its resistance to the rapid darkening of the testa of the grain (Sánchez *et al.*, 2009) and adaptation of production in farming systems used in Durango.

Within the development of Dorado, the method of breeding pedigree (genealogic), which involves crossing the parents, followed by individual selection (F_2) and mass (F_3 and up). The selection criteria were disease tolerance, earliness, and yield and grain quality. The original crossing (F_1) was obtained in 2003 and advanced to the F_2 generation in Los Mochis, Sinaloa during the autumn-winter, 2003-2004. In 2004 there were individual selections (F_0) in Durango, based on the plant's vigor, disease tolerance, pods 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 grain compared to Pinto Saltillo, between 31-34 g/100 seeds (Sánchez *et al.*, 2009).

Cuadro 1. Características de la variedad de frijol Dorado comparado con Pinto Saltillo en evaluaciones realizadas en el Altiplano de México.**Table 1. Characteristics of the variety Dorado compared to Pinto Saltillo in evaluations in the highlands of Mexico.**

Localidad/año	Variedad	Días a madurez	Rendimiento kg ha ⁻¹	Peso de 100 semillas (g)
Madero, Dgo. 2008	Dorado	91	1 478	37
Madero, Dgo. 2008	P. Saltillo	93	1 278	30
Durango, Dgo. 2008	Dorado	96	1 421	34
Durango, Dgo. 2008	P. Saltillo	97	1 249	30
Calera, Zac. 2008	Dorado	91	1 737	47
Calera, Zac. 2008	P. Saltillo	95	2 389	35
Sandoval, Ags. 2008	Dorado	--	1 949	36
Sandoval, Ags. 2008	P. Saltillo	--	2 182	33
Durango, Dgo. 2007	Dorado	91	1 690	38
Durango, Dgo. 2007	P. Saltillo	96	1 230	31
Madero, Dgo. 2007	Dorado	81	1 172	33
Madero, Dgo. 2007	P. Saltillo	86	1 775	29
Durango, Dgo. 2009	Dorado	90	2 152	41
Durango, Dgo. 2009	P. Saltillo	97	3 072	39
Bachíniva, Chih. 2009	Dorado	84	1 675	27
Bachíniva, Chih. 2009	P. Saltillo	90	1 572	27
Guerrero, Chih. 2009	Dorado	95	3 706	37
Guerrero, Chih. 2009	P. Saltillo	102	3 387	33
La Marta, Chih. 2009	Dorado	96	1 478	34
La Marta, Chih. 2009	P. Saltillo	117	1 288	27
N. Casas G., Chih. 2009	Dorado	86	1 057	31
N. Casas G., Chih. 2009	P. Saltillo	95	1 614	28
Carbajal A., Chih. 2009	Dorado	86	618	26
Carbajal A., Chih. 2009	P. Saltillo	91	859	26
B. Juárez, Chih. 2009	Dorado	85	716	26
B. Juárez, Chih. 2009	P. Saltillo	90	981	25
Pabellón, Ags. 2009	Dorado	--	734	30
Pabellón, Ags. 2009	P. Saltillo	--	1 404	26
Riva Palacio, Chih. 2010	Dorado	89	1 001	26
Riva Palacio, Chih. 2010	P. Saltillo	94	967	25
Campo 29 ½, Chih. 2010	Dorado	84	--	28
Campo 29 ½, Chih. 2010	P. Saltillo	90	--	27
Cusihiuriachi, Chih. 2010	Dorado	89	879	27
Cusihiuriachi, Chih. 2010	P. Saltillo	93	890	26
El Molino, Chih. 2010	Dorado	98	1 232	26
El Molino, Chih. 2010	P. Saltillo	100	878	25
Promedio	Dorado	89 ^b	1 554 ^b	32 ^a
Promedio	P. Saltillo	97 ^a	1 734 ^a	29 ^b
Media General		93	1 644	31
*CV (%)		1	15	7
**DMS _{0.05}		1	100	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.

En el desarrollo de Dorado 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 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, la 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, 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, la cual se evaluó de manera visual. 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 de las líneas de mejor calidad del grano, entre las cuales sobresalió la línea Pinto Mestizo/Pinto Saltillo-10-6. 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 10-6 se codificó como PT08004 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 PT08004 en Los Mochis, Sinaloa y durante 2009-2011 se evaluó en 17 ambientes de Durango, Chihuahua, Zacatecas y Aguascalientes, donde obtuvo un rendimiento promedio de 1 554 kg ha⁻¹. Debido a la aceptación que tuvo la línea PT08004, entre los productores y encargados de empresas comercializadoras de granos y semillas, se decidió registrarla como variedad comercial con el nombre de Dorado.

The selected F_3 plants were advanced by generations during the autumn-winter cycle, 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 to select those that showed tolerance to disease and higher commercial grain quality, evaluated visually. 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, they were planted in a nursery to observe the lines of better grain quality, among which stood the line Pinto Mestizo/Pinto Saltillo-10-6. In this cycle individual selections were obtained once more, 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, only the F_8 lines that showed better grain quality were selected, classified based on size, color and shape. The line Pinto Mestizo/Pinto Saltillo 10-6 was coded PT08004 and included observation 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 PT08004, seed line in Los Mochis, Sinaloa, and during 2009-2011 was evaluated in 17 environments of Durango, Chihuahua, Zacatecas and Aguascalientes, obtaining an average yield of 1 554 kg ha⁻¹. Due to the acceptance that the PT08004 line had between the producers and marketers responsible for grain and seeds, it was decided to register as a commercial variety under the name Dorado.

The bean variety Dorado received the registration code (FRI-076-240512) in the National Catalogue of Plant Varieties.

This variety shows an indeterminate vine growth and short non-climbing guides, equivalent to the prostrate indeterminate growth habit (type III) (CIAT, 1984). The average height of the canopy of this variety is 31 cm and the length of the guide can reach up to 89 cm. Dorado blooms between 34 and 47 days after planting and mature at an average of 89 days, with fluctuations between 81 and 98 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 Chihuahua, Dorado has shown tolerance to most races of anthracnose, rust and common blight.

Dorado is sensitive to the photoperiodism and when planted under irrigation and, the days are long and warm enough (close to 14 hours of sunlight and temperatures

La variedad de frijol Dorado recibió un código de registro (FRI-076-240512), en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, 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) (CIAT, 1984). La altura promedio del dosel de esta variedad es de 31 cm y la longitud de la guía puede alcanzar 89 cm. Dorado florece entre 34 y 47 días después de la siembra y madura en un promedio de 89 días después de la siembra, con fluctuaciones entre 81 y 98 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 Chihuahua, Dorado ha mostrado tolerancia a la mayoría de las razas de antracnosis, roya y tizón común.

Dorado 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, Dorado 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 Dorado es de tamaño mediano, con un promedio de 32 g/100 semillas y un intervalo de peso entre 26 y 47 g/100 semillas (Cuadro 1). El grano de Dorado es elíptico, en su corte transversal y tiene aspecto elíptico-cuboide en su vista longitudinal externa. El color de la testa es crema con pintas de color café y el hilio es amarillo. La variedad de frijol Dorado mostró un 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).

above 25 °C) it increases the duration of its stages of development, making it possible to observe a biological cycle length between 97 and 110 days. By 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 to mature early as well (70-80 days after planting). This drastically reduces the yield due to the poor growth of the plant. In the semiarid highlands, Dorado showed earliness on maturity, allowing it to escape the negative effects of moisture stress and low temperatures, presented at the end of the grain filling stage.

The grain is of medium sized, with an average of 32 g/100 seeds and a weight range between 26 and 47 g/100 seeds (Table 1). The Dorado's grain is elliptical in cross section and looks elliptical-cuboid in its external longitudinal view. The coat color is cream with brown paints and the hilum is yellow. Dorado showed an average yield statistically ($p < 0.01$) lower than Pinto Saltillo's 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 was 1 554 kg ha⁻¹ with a range between 617 kg ha⁻¹ in the most critical situation, registered in Carbajal de Arriba, Chihuahua in 2009 (Table 1) up to 3 706 kg ha⁻¹ at the most favorable, observed in the Ejido Baje de Agua in the municipality of Guerrero, Chihuahua in 2009. In some test sites, as in the Ejido Baje de Agua, 2009 Chihuahua and Durango, Durango, 2008, Dorado outperformed Pinto Saltillo, but in most of the cases the control group showed higher yield.

Considering the average between the localities, Dorado showed a weight of hundred seeds statistically higher ($p < 0.01$) in relation to Pinto Saltillo, although, the moisture stress caused reduction in the grain size, especially in Carbajal de Arriba-2009, Benito Juárez-2009, Riva Palacio-2010 and El Molino-2010, Chihuahua, recording a weight of 26 g/100 seeds, due to low rainfall in these environments (235 and 223 mm). In the analysis of stability parameters, Dorado proved to be stable even recorded a variety tendency to a better response consistently for unfavorable environments ($\beta_i < 1$, $S^2 d = 0$) (Figure 1). Whereas the witness Pinto Saltillo found stability and tendency to respond better in consistently good environments ($\beta_i > 1$, $S^2 d = 0$) (Eberhart and Russell, 1966).

El rendimiento promedio de Dorado fue de 1 554 kg ha⁻¹ con una fluctuación entre 617 kg ha⁻¹ en el ambiente más crítico registrado en Carbajal de Arriba, Chihuahua, durante 2009 (Cuadro 1), hasta 3 706 kg ha⁻¹ en el más favorable observado en el Ejido Baje de Agua, municipio de Guerrero, Chihuahua en 2009. En algunos sitios de evaluación, como en el ejido Baje de Agua, Chihuahua 2009 y Durango, Durango 2008, Dorado 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, Dorado 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 en el tamaño del grano, especialmente en Carbajal de Arriba-2009, Benito Juárez-2009, Riva Palacio-2010 y El Molino-2010, Chihuahua, donde se registró un peso de 26 g/100 semillas, debido a la lluvia escasa registrada en esos ambientes (235 y 223 mm). En el análisis de parámetros de estabilidad, Dorado mostró ser una variedad estable aunque registró tendencia a presentar mejor respuesta en ambientes desfavorables de manera consistente ($\beta_1 < 1$; $S^2d = 0$) (Figura 1). Por su parte el testigo Pinto Saltillo demostró estabilidad y tendencia a responder mejor en buenos ambientes de manera consistente ($\beta_1 > 1$; $S^2d = 0$) (Eberhart y Russell, 1966).

Los resultados experimentales y de validación, demostraron que Dorado exhibió rendimiento estadísticamente inferior y valores estadísticamente mayores ($p < 0.01$) del tamaño del grano, en relación con Pinto Saltillo. Dorado 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 Campo Experimental Sierra de Chihuahua, ubicado en Cuauhtémoc, Chihuahua, se tiene la semilla original de Dorado, 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 calidad observadas en Dorado mejorarán el rendimiento,

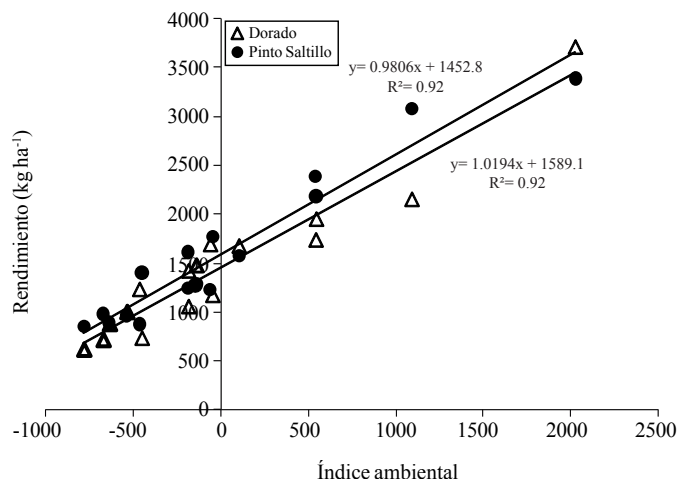


Figura 1. Valores observados y estimados para el rendimiento con base en las ecuaciones de regresión (estabilidad) obtenidas para las variedades de frijol Dorado y Pinto Saltillo.

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

The experimental results and validation showed that, Dorado exhibited statistically lower yield and higher grain size ($p < 0.01$) in relation to Pinto Saltillo. Dorado can be planted in Durango and other States with similar climate in the highlands of Mexico, in soils of different textures, well-drained, preferably a pH 6 to 7. It can also 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 and in warm water available for irrigation during the winter.

In the Experimental Field Sierra de Chihuahua, located in Cuauhtémoc, Chihuahua, we have the original seed of Dorado, with which to produce seeds under contract. This in turn can be offered to the producers of grains and seeds as well as associations of the producers interested in producing certified seed. It is considered that, the quality characteristics observed in Dorado improve the yield, retain the success of Pinto Saltillo and are capable for increasing the acceptance of beans produced in the highlands of Mexico.

conservarán el éxito obtenido con Pinto Saltillo y permitirán el incremento de la aceptación del frijol producido en el Altiplano de México.

Agradecimiento

La autora principal y coautores, agradecen a la Fundación Produce Durango por el apoyo brindado para la generación y validación de la variedad Dorado a través del proyecto: validación de los nuevos materiales generados por la investigación. El agradecimiento se hace extensivo a la Fundación Produce Chihuahua, A. C. por el financiamiento para la validación de la variedad en el estado de chihuahua, la cual se incluyó en el proyecto: validación de tecnología mediante el establecimiento de parcelas demostrativas y divulgación de innovación en el cultivo de frijol.

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.
- 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.
- 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) 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.