

Rendimiento, preferencia y calidad de enlatado de variedades de frijol pinto producidas en Durango, México*

Yield, preference, and canned quality of pinto bean varieties, produced in Durango, Mexico

Rigoberto Rosales-Serna^{1§}, Cynthia Adriana Nava-Berumen¹, Horacio González-Ramírez¹, Mayra D. Herrera², José Cruz Jiménez-Galindo², Nadiezhda Y. Z. Ramírez-Cabral³ y Esteban Salvador Osuna-Ceja⁴

¹CEVAG-Durango INIFAP. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5. Durango, Durango, México. C. P. 34170. (cynthia1905@yahoo.com.mx; hgrdgo@hotmail.com). ²CESICH-Chihuahua INIFAP. Avenida Hidalgo 1213, Col. Centro. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. C. P. 31500. (herrera.mayra@inifap.gob.mx, mayra_dh@hotmail.com; jimenez.cruz@inifap.gob.mx; cruz2477@yahoo.com.mx). ³CEZAC-Zacatecas INIFAP. Carretera Zacatecas-Fresnillo, km 24.5. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. C. P. 98500. (ramirez.nadiezhd@inifap.gob.mx; nadiezhda.cabral@gmail.com). ⁴CEPAB-Aguascalientes INIFAP Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. C. P. 20660. (osuna.salvador@inifap.gob.mx; esosuna@yahoo.com.mx). [§]Autor para correspondencia rosales.rigoberto@inifap.gob.mx.

Resumen

El objetivo fue validar días a madurez, rendimiento, peso de 100 semillas y preferencia de cinco variedades de frijol pinto. Se evaluaron la madurez, rendimiento y peso de 100 semillas en 9 a 13 sitios con las variedades Pinto Centauro, Pinto Bravo, Pinto Centenario, Pinto Libertad, Pinto Coloso y Pinto Saltillo (testigo). En un estudio de preferencia se determinó la calidad de las variedades para el comercio, consumo e industria con base en atributos del grano crudo, cocido y enlatado. Las nuevas variedades fueron más precoces para madurar (89-92 días), que Pinto Saltillo (92-96 días) y tuvieron grano de mayor tamaño (34-38 g 100 semillas⁻¹ vs. 30-31 g 100 semillas⁻¹). La mayoría de las variedades validadas mostraron alta preferencia comercial (15.1-18.3%) y de consumo (4.1-4.7, en la escala de 1 a 5). Después del enlatado Pinto Saltillo registró el mayor rendimiento en peso (263%) y porcentaje de granos reventados (60%). Las variedades validadas mostraron precocidad, semillas más grandes, alto rendimiento y mayor preferencia para productores, comerciantes y consumidores de frijol.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., consumo, comercio, industria, productividad.

Abstract

The objective of this paper was to validate the days to maturity, yield, 100 seed weight and preference of five varieties of pinto beans. We evaluated the maturity, yield and weight of 100 seeds in 9-13 sites Pinto varieties Centaur, Pinto Bravo, Pinto Centennial, Pinto Libertad, Pinto Saltillo and Pinto Coloso (control). In a preference study, we determined the quality of the varieties for trade and industry consumption based on attributes of raw grain, cooked and canned. The new varieties were earlier to mature (89-92 days), Pinto Saltillo (92-96 days) had the largest grain (34-38 g 100 seeds⁻¹ vs 30-31 g 100 seeds⁻¹). Most commercial strains showed high preference (15.1-18.3%) and consumption (4.1-4.7, on the scale of 1 to 5). After canning, Pinto Saltillo recorded the highest yield in weight (263%) and percentage of popped grains (60%). Validated varieties precociousness, larger seeds, high yield and higher preference for producers, traders and consumers.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., consumption, trade, industry, productivity.

* Recibido: julio de 2013
Aceptado: diciembre de 2013

Introducción

En Durango, el año 2010 se cosecharon con frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) 201 mil hectáreas y se produjeron 96 mil toneladas, con un rendimiento medio de 480 kg ha⁻¹ (SIAP, 2012). Los agricultores demandan variedades de frijol tipo Pinto Saltillo, ciclo precoz (85 días a madurez), con mayor tamaño de grano 35-50 g 100⁻¹ semillas y que mantengan la característica de lento oscurecimiento de la testa (Rosales *et al.*, 2011 a y b). Se ha considerado que ese tipo de variedades permitirá obtener incrementos en competitividad y favorecerá la aceptación del frijol producido en México, en el mercado nacional y de exportación (Herrera *et al.*, 2010; Rosales *et al.*, 2011 a y b).

En 2010 se registraron cinco nuevas variedades de frijol con los nombres de Pinto Bravo, Pinto Centauro, Pinto Centenario, Pinto Coloso y Pinto Libertad (SNICS, 2011). Después del registro, se hizo necesario determinar el rendimiento y grado de preferencia por parte de consumidores, comercializadores e industriales. El método de análisis más utilizado en la actualidad son las encuestas mediante entrevistas directas, las cuales incluyen características de interés para la población objetivo (Rosales *et al.*, 2011a). La hipótesis fue que existe posibilidad para seleccionar variedades con rendimiento similar a Pinto Saltillo, pero con grano de mayor calidad comercial, culinaria e industrial. El objetivo fue validar cinco nuevas variedades de frijol con base en días a madurez, rendimiento, peso de 100 semillas y preferencia potencial de comercializadores, consumidores e industriales.

Entre 2009 y 2011 se establecieron de 9 a 13 lotes con las variedades mejoradas Pinto Centauro, Pinto Bravo, Pinto Centenario, Pinto Libertad y Pinto Coloso. Los ambientes de evaluación, con clima templado semiárido, se establecieron en Durango (Durango, F. I. Madero, La Purísima, La Soledad, Vicente Guerrero), Chihuahua (Baje de Agua, La Marta, Bachíniva, Benito Juárez), Aguascalientes (Pabellón) y Zacatecas (Calera). Como testigo se incluyó Pinto Saltillo, por ser la variedad más utilizada en el Norte-Centro de México (Ávila *et al.*, 2010). Se utilizó el manejo agronómico recomendado por el INIFAP (Rosales *et al.*, 2009), cuyas actividades comunes fueron barbecho, rastra, siembra, dos escardas y un deshierbe manual. Se fertilizó con la dosis 25-35-00 (N-P₂O₅ y K₂O) y en riego (Durango, Durango 2009) se usó la formulación 35-50-00. Se registró el número de días a madurez (CIAT, 1987) y en la cosecha se tomaron cinco muestras para estimar el rendimiento de grano en kg ha⁻¹ y peso de 100 semillas (g).

Introduction

In Durango, during the year 2010, 201 000 hectares of common beans were harvested (*Phaseolus vulgaris* L.) and produced 96 000 tonnes, with an average yield of 480 kg ha⁻¹ (SIAP, 2012). Producers demanded Pinto Saltillo varieties, for its early cycle (85 days to maturity), with larger grain size 35-50 g 100 seeds⁻¹ and maintain the characteristic of slow darkening of the testa (Rosales *et al.*, 2011 and b). It was considered that such varieties will increase in competitiveness and promote the acceptance of beans produced in Mexico, in the domestic and export market (Herrera *et al.*, 2010; Rosales *et al.*, 2011 b).

In 2010 there were five new bean varieties with names Pinto Bravo, Pinto Centauro, Pinto Centenario, Pinto Coloso and Pinto Libertad. After registration, it was necessary to determine the yield and degree of preference by consumers, retailers and industry. The analytical method most used today are the direct interview surveys, which include features of interest to the target population (Rosales *et al.*, 2011a). The hypothesis was that there is a possibility to select varieties with Pinto Saltillo of similar performance, but with higher quality grain trade, culinary and industrial. The aim was to validate five new bean varieties days based on maturity, yield, 100 seed weight and potential preference traders, consumers and industry.

Between 2009 and 2011 were set 9-13 lots of Pinto Centauro of improved varieties, Pinto Bravo, Pinto, Pinto Centenario, Pinto Libertad and Pinto Coloso. Evaluating the environments, semi-arid temperate climate, settled in Durango (Durango, FI Madero, La Purísima, La Soledad, Vicente Guerrero), Chihuahua (Baje de Agua, La Marta, Bachíniva, Benito Juárez), Aguascalientes (Pabellón) and Zacatecas (Calera). As control included Pinto Saltillo, being the most used variety in the North-Central Mexico (Ávila *et al.*, 2010). We used the recommended agronomic management by INIFAP (Rosales *et al.*, 2009), whose common activities were fallow, harrowing, planting, weeding and two hand-weeding. Using a dose to fertilize with 25-35-00 (N-P₂O₅ and K₂O) and irrigation (Durango, Durango 2009) 35-50-00 formulation was used. We recorded the number of days to maturity (CIAT, 1987) and at harvest five samples were taken to estimate the grain yield in kg ha⁻¹ and 100 seed weight (g).

La preferencia comercial se evaluó con 145 entrevistas en F. I. Madero (10), Guadalupe Victoria (65) y Durango, Durango (70). Las muestras de grano de cada variedad y tres testigos comerciales (Pinto Saltillo, Pinto Villa y Pinto Americano) se colocaron en bolsas de polietileno transparente y se presentaron a los entrevistados. El cuestionario incluyó características seleccionadas en pruebas piloto como fueron: color de la testa, brillo, tamaño y forma de la semilla y color del hilio. El grupo entrevistado incluyó personas adultas de ambos sexos, con ocupación de agricultores, amas de casa, técnicos de campo, comerciantes y funcionarios públicos. La cantidad mínima de entrevistas ($n=145$) se determinó con la ecuación: $n = Z^2 pq / E^2$, donde: n = tamaño de muestra; Z = nivel de confianza (=1.96 ó 95%); pq = variabilidad = $(0.5)^2$, y E = nivel de precisión (= 0.08 u 8%).

El estudio de frijol cocido ($n=96$) se realizó en Durango, Durango, con amas de casa que consumen frijol regularmente. Se entregó una muestra semanal de 500 g de cada variedad y se les pidió cocer el grano con 1.5 L de agua y 10 g de cloruro de sodio (NaCl), con la supervisión de personal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Se evaluaron características seleccionadas previamente en pruebas piloto como fue: olor, color del caldo, apariencia, suavidad y sabor. Se utilizó una escala tipo Likert, con los niveles de respuesta: 1= muy malo; 2= malo; 3= regular; 4= bueno y 5= muy bueno (Dawes, 2008). El tiempo de cocción se evaluó con el método Mattson (Guzmán *et al.*, 1995) y se utilizaron 25 agujas (91 ± 1 g), con tres repeticiones por variedad. Las semillas se remojaron 18 h en agua destilada antes de las pruebas de cocción en parrilla eléctrica.

En 2009 se evaluaron las propiedades para enlatado de las cinco variedades y dos testigos (Pinto Saltillo y Bayo Victoria), todos ellos cosechados en 2008 con el mismo sistema de producción en Durango, Durango. Se utilizaron latas 303 x 407 (3 pulgadas 3/16" x 4 pulgadas 7/16"), con tapa abre fácil y recubrimiento sanitario. Se colocaron 100 g del grano de cada variedad por lata y se agregaron 350 mL de salmuera al 1.2%, preparada con NaCl y agua caliente (95 °C). Después del enlatado se evaluó el rendimiento en peso del grano (RPG) y porcentaje de granos reventados (PGR) (Nava *et al.*, 2010).

El rendimiento se analizó en bloques completos al azar combinado sobre ambientes, considerando éstos como efecto aleatorio. Para la comparación de medias se utilizó la diferencia mínima significativa (DMS; $\alpha=0.05$). Las entrevistas, para determinar la preferencia comercial, se utilizaron en el cálculo del porcentaje de preferencia

The trade preference was assessed with interviews in FI Madero 145 (10), Guadalupe Victoria (65) and Durango (70). Grain samples of each variety and three commercial checks (Pinto Saltillo, Pinto Villa and Pinto Americano) were placed in transparent polyethylene bags were presented to respondents. The questionnaire included characteristics selected as pilot were: coat color, brightness, size and shape of the seed and hilum color. The respondent group included adults of both sexes, with occupation of farmers, housewives, field technicians, traders and government officials. The minimum number of interviews ($n=145$) was determined with the equation: $n = Z^2 pq / E^2$ where: n = sample size, Z = confidence level (= 1.96 or 95%) variability= $pq = (0.5)^2$, and E = level of precision (=0.08 or 8%).

The cooked bean study ($n=96$) was conducted in Durango, Durango, with housewives who eat beans regularly. We used a sample of 500 g of each variety and asked to cook the grain with 1.5 L of water and 10 g of sodium chloride (NaCl), with the supervision of the National Research Institute for Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP). Previously selected features were evaluated in pilot as it was: odor, color of the broth, appearance, softness and flavor. We used a Likert scale, with response levels: 1= very poor, 2= poor, 3= average, 4= good and 5= very good (Dawes, 2008). The cooking time was assessed with the method proposed by Mattson (Guzmán *et al.*, 1995) and used 25 needles (91 ± 1 g), with three replicates per variety. The seeds were soaked in distilled water 18 hours before testing electric grill cooking.

In 2009, the properties were evaluated for canning of the five varieties and two controls (Pinto Saltillo and Bayo Victoria), all of them harvested in 2008 with the same production system in Durango, Durango. The cans used were 303 x 407 (3 inches 3/16 "x 4 inch 7/16") with easy open lid and sanitary coating. Then 100 g of grain can each variety were added 350 mL of brine to 1.2% NaCl and prepared with hot water (95 °C). After canning performance was evaluated grain weight (RPG) and percentage of popped grains (PGR) (Nava *et al.*, 2010).

Yield was analyzed in a randomized complete block combined over environments, considering them as a random effect. For comparison of means was used least significant difference (LSD, $\alpha=0.05$). Interviews to determine the commercial preference were used in calculating the percentage of preference for selection based on the evaluated characteristics. The variables included in the consumer

por variedad con base en las características evaluadas. Las variables incluidas en la preferencia de consumo se analizaron en un diseño completamente aleatorio con doce repeticiones por variedad y la prueba de medias se obtuvo con la DMS ($\alpha=0.05$). Para el análisis de varianza de los datos de tiempo de cocción, RPG y PGR se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con tres repeticiones por variedad y para la comparación de medias se usó la DMS ($\alpha=0.05$). En los análisis de la varianza se utilizaron los programas SAS® (SAS, 2008) y MSTAT-C (Freed *et al.*, 1989).

Todas las nuevas variedades resultaron más precoces que Pinto Saltillo (Cuadro 1), aunque se careció de análisis estadístico para establecer la significancia de las diferencias. Se observó un promedio de madurez menor en cuatro días para Pinto Bravo (Rosales *et al.*, 2011b), Pinto Centauro y Pinto Coloso. La precocidad registrada en las nuevas variedades se heredó del progenitor femenino Pinto Mestizo, el cual mostró precocidad y respuesta neutra al fotoperiodo (Rosales *et al.*, 2004). La precocidad influyó favorablemente en la adaptación de las nuevas variedades en diferentes ambientes. El promedio de rendimiento de Pinto Centauro y Pinto Centenario mostró similitud estadística, en relación con Pinto Saltillo. En contraste, Pinto Bravo, Pinto Coloso y Pinto Libertad fueron superadas significativamente ($p<0.01$) por Pinto Saltillo, cuyo rendimiento fluctuó entre 1 201 y 1 396 kg ha⁻¹. La sensibilidad al fotoperiodo favoreció el rendimiento de Pinto Saltillo; sin embargo, en ambientes con temperaturas bajas y siembras tempranas (junio) se retrasó la madurez y fue superado por las nuevas variedades.

preference is analyzed in a completely randomized design with twelve replicates per variety and means test was obtained with the LSD ($\alpha=.05$). For the analysis of variance of the data of the cooking time, RPG and PGR utilized a randomized complete block with three replicates per variety and for the comparison of means was used LSD ($\alpha=.05$). In analyzes of variance were used SAS® program (SAS, 2008) and MSTAT-C (Freed *et al.*, 1989).

All new varieties were earlier than Pinto Saltillo (Table 1), although it lacked statistical analysis to establish the significance of differences. Showed a lower average maturity four days to Pinto Bravo (Rosales *et al.*, 2011b), Pinto Coloso and Pinto Centauro. The precocity new varieties registered in the female parent was inherited Pinto Mestizo, which showed precocity and neutral response to photoperiod (Rosales *et al.*, 2004). The precocity favorably influenced the adaptation of new varieties in different environments. The average yield of Pinto Centenario and Pinto Centauro showed statistical similarity in relation to Pinto Saltillo. In contrast, Pinto Bravo, Pinto Coloso and Pinto Libertad were exceeded significantly ($p<0.01$) by Pinto Saltillo, whose performance fluctuated between 1 201 and 1 396 kg ha⁻¹. The photoperiod sensitivity favored Pinto Saltillo, but in environments with low temperatures and early sowings (June) maturity was delayed and was overtaken by the new varieties.

All new varieties exceeded significantly ($p<0.01$) to control Pinto Saltillo weight of 100 seeds (30-31 g 100 seeds⁻¹). The mean weight of 100 seeds for Pinto Libertad was 38 g,

Cuadro 1. Características de las variedades de frijol pinto comparadas con el testigo Pinto Saltillo, evaluadas en diferente número de localidades del Norte de México, 2009-2011.

Table 1. Features of Pinto varieties compared to the control Pinto Saltillo, evaluated in different number of locations in Northern Mexico, 2009-2011.

Variedad	Núm. de sitios	Días a madurez	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Peso de 100 semillas (g)
Pinto Bravo	12	91 (81-100)*	1 119 ^b (77-3,045)	35 ^a (25-46)
Pinto Saltillo	12	93 (84-98)	1 214 ^a (220-3,072)	30 ^b (26-39)
Pinto Centauro	9	90 (81-97)	1 220 ^a (169-2,935)	34 ^a (28-42)
Pinto Saltillo	9	94 (84-98)	1 213 ^a (220-3,072)	31 ^b (26-39)
Pinto Centenario	11	89 (83-100)	1 242 ^a (99-2,482)	35 ^a (26-45)
Pinto Saltillo	11	92 (84-98)	1 201 ^a (220-3,072)	30 ^b (25-39)
Pinto Coloso	13	92 (83-107)	1 216 ^b (216-2,645)	37 ^a (31-48)
Pinto Saltillo	13	96 (84-117)	1 396 ^a (220-3,387)	30 ^b (36-39)
Pinto Libertad	11	91 (83-100)	983 ^b (89-2006)	38 ^a (33-49)
Pinto Saltillo	11	94 (84-98)	1 218 ^a (220-3,070)	31 ^b (26-39)

*Amplitud observada entre sitios. Se analizó cada variedad por separado con respecto al testigo; ^{a-b}literales que denotan diferencias altamente significativas ($p<0.05$).

Todas las nuevas variedades superaron significativamente ($p < 0.01$) al testigo Pinto Saltillo en peso de 100 semillas (30-31 g 100 semillas⁻¹). El valor medio del peso de 100 semillas para Pinto Libertad fue 38 g, Pinto Coloso 37 g, Pinto Centenario 35 g, Pinto Bravo 35 g y Pinto Centauro 34 g. En las variedades Pinto Centauro y Pinto Centenario, el mejoramiento genético redujo los días a madurez y favoreció el incremento del peso del grano. La precocidad de las nuevas variedades incrementará sus posibilidades de adopción, por parte de los productores, y el mayor tamaño de la semilla mejorará la preferencia de los comercializadores e industriales del frijol.

Las variedades con mayor preferencia para características del grano crudo (Cuadro 2) fueron Pinto Libertad (color), Pinto Coloso y Pinto Bravo (brillo), Pinto Coloso (tamaño), Pinto Saltillo (forma) y Pinto Centenario (color del hilio). Las características utilizadas para evaluar la preferencia en grano crudo deben considerarse como criterios de selección en programas de mejoramiento genético de frijol. Los resultados sugieren que el color casi blanco del grano, pintas café claro, testa brillante, semilla grande (35-45 g 100 semillas⁻¹) y la forma arriñonada fueron los atributos preferidos por las personas entrevistadas.

Pinto Coloso 37 g, Pinto Centenario 35 g, Pinto Bravo 35 g and Pinto Centaur 34 g. In the varieties Pinto Centenario and Pinto Centauro and the reduced breeding maturity days and encouraged the growth of grain weight. The precocity of the new varieties increases their chances of adoption by producers, and increased seed size will improve the preference of bean traders and industrialists.

Varieties with better preference for raw grain characteristics (Table 2) were Pinto Libertad (color), Pinto Bravo and Pinto Coloso (brightness), Pinto Coloso (size), Pinto Saltillo (form) and Pinto Centenario (hilum color). The characteristics used to evaluate the raw grain preference should be considered as selection criteria for breeding programs. The results suggested that, the grain-white, light brown paint, bright head, large seed (35-45 g 100 seeds⁻¹) and kidney shape attributes were highly preferred.

After cooking, some varieties of recent registration preference showed values highly significant ($p < 0.01$). Pinto Bravo showed the highest preference for odor (4.6), color of the broth (4.8), appearance of the kernel (4.8), smoothness

Cuadro 2. Preferencia basada en características del frijol crudo de cada variedad. 2010.

Table 2. Preference features from raw beans of each variety. 2010.

Variedad	Color	Brillo	Tamaño	Forma	Color del hilio
(Porcentaje de preferencia)**					
Pinto Coloso	19.4	20.0	22.4	12.8	16.7
Pinto Libertad	22.2	17.2	19.6	14.2	17.4
Pinto Centenario	18.1	17.2	16.1	18.2	19.4
Pinto Bravo	18.1	20.0	16.8	8.1	12.5
Pinto Americano*	5.6	10.3	9.1	10.8	18.1
Pinto Saltillo*	6.9	6.9	8.4	23.0	6.9
Pinto Centauro	6.3	4.1	7.0	8.8	1.4
Pinto Villa*	3.5	4.1	0.7	4.1	7.6
Total (%)	100	100	100	100	100

*Testigo comercial. **Porcentaje de personas que, para cada característica, seleccionaron la variedad preferida.

Después de la cocción, algunas variedades de reciente registro mostraron valores de preferencia significativamente ($p < 0.01$) superiores. Pinto Bravo mostró el valor más alto de preferencia para olor (4.6), color del caldo (4.8), apariencia del grano (4.8), suavidad (4.5) y sabor (4.8) (Cuadro 3). Dicha variedad superó estadísticamente en la mayoría de las variables a los testigos comerciales Pinto Saltillo, Pinto Americano y Pinto Villa. Las variedades registradas recientemente presentaron posibilidades de ser preferidas para el consumo por parte de las amas de casa, quienes

(4.5) and flavor (4.8) (Table 3). This variation was statistically in most commercial control variables Pinto Saltillo, Pinto Americano and Pinto Villa. Presented recently registered varieties likely to be preferred for consumption by housewives, who issued their opinions to the evaluations and decided what kind of grain must be purchased on the market. These decisions were based primarily on price and attributes analyzed visually (color, brightness, size, shape), and later perform a sensory evaluation of the characteristics of cooked beans.

emitieron su opinión para las evaluaciones y decidieron que tipo de grano se debe adquirir en el mercado. Dichas decisiones se basaron en primera instancia en el precio y atributos analizados visualmente (color, brillo, tamaño, forma), para posteriormente realizar una evaluación organoléptica de las características del frijol cocido.

The cooking time was shorter for the commercial control Pinto Saltillo (56 min), but was statistically similar to that in Pinto Centenario (58 min), Pinto Libertad (61 min) and Pinto Coloso (67 min) (Table 4). Cooking time had little effect on the commercial preference of Pinto Bravo, which was selected in spite of prolonged cooking time (136 min).

Cuadro 3. Preferencia basada en características de frijol cocido de cada variedad. 2010.

Table 3. Preference from cooked bean characteristics of each variety. 2010.

Variedad	Evaluación por característica**				
	Olor	Color del caldo	Apariencia del grano	Suavidad	Sabor
Pinto Bravo	4.6 ^a	4.8 ^a	4.8 ^a	4.5 ^a	4.8 ^a
Pinto Coloso	4.0 ^b	4.4 ^{ab}	4.7 ^{ab}	4.4 ^{ab}	4.6 ^{ab}
Pinto Centenario	4.2 ^{ab}	4.4 ^{ab}	4.3 ^{bc}	4.3 ^{ab}	4.7 ^{ab}
Pinto Libertad	4.0 ^b	4.1 ^{ab}	4.2 ^c	4.3 ^{ab}	4.4 ^{abc}
Pinto Centauro	4.2 ^{ab}	4.0 ^{bc}	4.3 ^{bc}	3.8 ^b	4.3 ^{bc}
Pinto Saltillo*	3.8 ^b	4.1 ^{bc}	4.4 ^{abc}	4.2 ^{ab}	4.3 ^{bc}
Pinto Americano*	3.8 ^b	3.6 ^{cd}	3.7 ^d	4.1 ^{ab}	4.2 ^{bc}
Pinto Villa*	3.7 ^b	3.3 ^d	3.7 ^d	4.0 ^{ab}	4.0 ^c
***CV (%)	16.8	17.7	14.5	16.6	14.9

*Testigos comerciales. **Escala: 1=muy malo; 2=malo; 3=regular; 4=bueno; 5=muy bueno. ***CV=coeficiente de variación; ^{a-d}literales que denotan diferencias altamente significativas (DMS; $\alpha=0.05$).

El tiempo de cocción fue menor para el testigo comercial Pinto Saltillo (56 min), aunque resultó estadísticamente similar al registrado en Pinto Centenario (58 min), Pinto Libertad (61 min) y Pinto Coloso (67 min) (Cuadro 4). El tiempo de cocción influyó poco en la preferencia comercial de la variedad Pinto Bravo, la cual se seleccionó a pesar de su tiempo de cocción prolongado (136 min). Esta característica es importante después de probar el frijol en el hogar y cuando desagrada el tiempo de cocción, el ama de casa deja de adquirir una variedad determinada.

This feature is important after tasting the beans at home and when you dislike the cooking time, the housewife leaves to acquire a particular variety.

Highly significant differences were obtained ($p < 0.01$) between varieties for grain yield in weight and percentage of popped grains during canning. Pinto Saltillo performance showed significantly ($p < 0.01$) greater for the increase in grain weight (263%), followed by Pinto Coloso (248%) and Pinto Libertad (241%) (Table 4). Pinto Coloso was also

Cuadro 4. Tiempo de cocción y características evaluadas después del enlatado por variedad, 2010.

Table 4. Cooking time and after canning characteristics evaluated by variety, 2010.

Variedad	Tiempo de cocción (min)	Incremento en el peso del grano (%)	Granos reventados (%)
Pinto Saltillo (testigo)	56 ^b	263 ^a	60 ^a
Pinto Centenario	58 ^b	232 ^d	45 ^b
Pinto Libertad	61 ^b	241 ^{bc}	37 ^{bc}
Pinto Coloso	67 ^b	248 ^b	34 ^c
Pinto Bravo	136 ^a	233 ^d	36 ^c
Pinto Centauro	158 ^a	238 ^{cd}	56 ^a
*CV (%)	12	1	9

CV=coeficiente de variación; ^{a-d}literales que denotan diferencias altamente significativas (DMS; $\alpha=0.05$).

Se obtuvieron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre variedades para el rendimiento en peso del grano y porcentaje de granos reventados durante el enlatado. Pinto

one of the lowest values for the percentage of popped grains (34%), demonstrating that this kept the whole grain variety and tolerate the high temperature and pressure recorded

Saltillo mostró el rendimiento significativamente ($p < 0.01$) superior para el incremento en el peso del grano (263%), seguido por Pinto Coloso (248%) y Pinto Libertad (241%) (Cuadro 4). Pinto Coloso mostró además uno de los valores más bajos para el porcentaje de granos reventados (34%), lo cual demuestra que esta variedad mantuvo el grano entero y toleró la alta temperatura y presión registradas durante el proceso de enlatado. Los resultados obtenidos podrían ser utilizados por los industriales para seleccionar variedades apropiadas para enlatar frijoles enteros-caldosos y refritos en pasta.

Conclusiones

Las variedades de frijol incluidas en el estudio, comparadas Pinto Saltillo, presentaron ciclo biológico más corto, grano de mayor tamaño, rendimiento similar (Pinto Centauro y Pinto Centenario) y tolerancia al oscurecimiento del grano. Se identificaron características importantes para la selección de variedades por parte de productores, comerciantes y consumidores de frijol. Las características más importantes en frijol crudo fueron: color, brillo, tamaño y forma de la semilla. Las amas de casa prefirieron los frijoles cocidos con caldo de color café, granos suaves para la masticación y apariencia aceptable (bajo número de granos reventados).

Agradecimiento

Se agradece a la Fundación Produce Durango, A. C. por el apoyo brindado a través del proyecto: 'Validación de los nuevos materiales generados por la investigación'.

Literatura citada

- Ávila, M. M. R.; González, R. H.; Rosales, S. R.; Espinoza, A. J. J.; Pajarito, R. A.; Zandate, H. R. and Herrera, M. D. 2010. Adoption and economic impact of Pinto Saltillo improved bean cultivar in North-Central México. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 53:242-243.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Cali, Colombia. 87 p.
- Dawes, J. 2008. Do data characteristics change according to the number of scale points used? An experiment using 5-point, 7-point and 10-point scales. *Int. J. Market Res.* 50:61-77.
- Freed, R.; Einensmith, S. P.; Guetz, S.; Reicosky, D.; Smail, V. W. and Wolberg, P. 1989. User's guide to MSTAT-C, an analysis of agronomic research experiments. Michigan State University. East Lansing, MI. USA.

during the canning process. The results could be used by manufacturers for selecting appropriate varieties for canning beans and refried whole-soupy paste.

Conclusions

Bean varieties included in the study, compared to Pinto Saltillo, had shorter life cycle, larger grain, and similar yield (Pinto Centenario, and Pinto Centauro) and darkening of the grain tolerance. The producers, traders and consumers identified important features for the selection of varieties. The most important characteristics in raw beans were: color, brightness, size and shape of the seed. The housewives preferred the cooked beans with brown broth, beans soft for chewing and appearance acceptable (low number of popped grains).

End of the English version



- Guzmán, M. H.; Jacinto, H. C.; Castellanos, R. J. C. 1995. Manual de métodos para determinar características de calidad en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). INIFAP-CIRCE-Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato, México. 77 p.
- Herrera, M. D.; Jiménez, G. J. C.; Rosales, S. R. y Jacinto, S. R. 2010. Seed yield of pinto slow darkening bred lines in Chihuahua State, México. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative. 53:238-239.
- Nava, B. C. A.; Rosales, S. R.; Hernández, R. L.; Sánchez, E. N. y Quiñones, T. M. M. 2010. Selección de variedades de frijol con base en la calidad para el enlatado de grano. In Memoria de la XXII Semana Internacional de la Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México. 1255-1259 pp.
- Rosales, S. R.; Acosta, G. J. A.; Muruaga, M. J. S.; Hernández, C. J. M.; Esquivel E. G. y Pérez, H. P. 2004. Variedades mejoradas de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) CIRCE-Campo Experimental Valle de México. Chapingo, Estado de México. Libro técnico Núm. 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-CIRNOC-Campo Experimental Valle de Guadiana. Durango, Durango. Publicación especial Núm. 36. 84 p.
- Rosales, S. R.; González, R. H. y Nava, B. C. A. 2011a. Consumer preferences for five new pinto bean cultivars in Durango, Mexico. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 54:46-47.
- Rosales, S. R.; Acosta, G. J. A.; Ibarra, P. F. J. y Cuéllar, R. E. I. 2011b. Pinto Bravo: nueva variedad de frijol para el Altiplano Semiárido de México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 6:985-991.
- Statistical Analysis System Institute (SAS). 2008. SAS/STAT. 9.2 user's guide. Introduction to analysis of variance procedures (Book Excerpt). SAS Institute Inc. Cary, N. C. USA. 115-126 pp.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2012. <http://www.siap.gob.mx/>. (consultado marzo, 2012).
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). 2011. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV). México, D. F. 31 p.