



CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE-CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL VALLE DEL GUADIANA

PINTO SALTILLO: VARIEDAD MEJORADA DE FRIJOL PARA EL ESTADO DE DURANGO

Esta publicación fue financiada por la Fundación Produce Durango A. C., como resultado del proyecto “Validación de nuevos materiales de variedades con adaptación a los diferentes agro-sistemas de temporal”



Isaac SÁNCHEZ VALDEZ
Jorge Alberto ACOSTA GALLEGOS
Francisco Javier IBARRA PÉREZ
Rigoberto ROSALES SERNA
Évenor Idilio CUÉLLAR ROBLES

Folleto Técnico Núm. 36

10 de Junio de 2009

ISBN: 978-607-425-134-0

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA,
DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN**

Ing. Alberto Cárdenas Jiménez

Secretario

Ing. Francisco López Tostado

Subsecretario de Agricultura y Ganadería

Ing. Antonio Ruiz García

Subsecretario de Desarrollo Rural

Lic. Jeffrey Max Jones Jones

Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

Dr. Pedro Brajcich Gallegos

Director General

Dr. Enrique Astengo López

Coordinador de Planeación y Desarrollo

Dr. Salvador Fernández Rivera

Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

Lic. Marcial A. García Morteo

Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

Dr. Homero Salinas González

Director Regional

Dr. Héctor Mario Quiroga Garza

Director de Investigación

Dr. José Verástegui Chávez

Director de Planeación

Lic. Jaime Alfonso Hernández Pimentel

Director de Administración

CAMPO EXPERIMENTAL VALLE DEL GUADIANA

M.C. Andrés Quiñones Chávez

Director de Coordinación y Vinculación en Durango

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

Dr. Homero Salinas González

Director Regional

Dr. Héctor Mario Quiroga Garza

Director de Investigación

Dr. José Verástegui Chávez

Director de Planeación

Campo Experimental “Valle del Guadiana”

M. C. Andrés Quiñones Chávez

Director de Coordinación y Vinculación

Dr. Enrique Merlín Bermudes

Viveros y Plantaciones Forestales

Dr. José Ángel Prieto Ruíz

Viveros y Plantaciones Forestales

Dr. Arturo G. Valles Gándara

Manejo de Bosques

M. C. Adán Castillo Rosales

Mejoramiento Genético de Maíz

M. C. Evenor Idilio Cuéllar Robles

Producción de Semilla de Frijol y Forrajera

Dr. Horacio González Ramírez

Economía Agrícola

M. C. Jesús López Hernández

Mejoramiento Genético de Maíz

M. C. Arnulfo Pajarito Ravelero

Mejoramiento Genético y Fisiología Vegetal

M. C. Carmen Leticia Mar Tovar

Piscicultura

Dr. Francisco González González

Bovinos Carne y Manejo de Pastizales

Dr. Rigoberto Rosales Serna

Mejoramiento Genético de Frijol

M. C. Jorge Mejía Bojórquez

Viveros y Plantaciones Forestales

M. C. José Leonardo García Rodríguez

Viveros y Plantaciones Forestales

M. C. Juan Antonio López Hernández

Manejo Forestal Sustentable

M. C. José Carlos Monárrez González

Manejo Forestal Sustentable

M. C. Cynthia Adriana Nava Berúmen

Calidad del Grano de Frijol

M. C. Jesús Martín Ibarra Flores

Transferencia de Tecnología

M. C. Julio César Ríos Saucedo

Servicios Ambientales

M. C. Humberto Sánchez Martínez

Manejo de Pastizales

Ing. Saúl Huchín Alarcón

Frutales Caducifolios

En el proceso editorial de esta publicación colaboraron:

Coordinador de la información:

Dr. Rigoberto Rosales Serna

Edición:

L. I. Antonio Castro Peña

Revisión técnica:

M. C. Arnulfo Pajarito Ravelero

L. I. Antonio Castro Peña

Diseño:

L. I. Zayra Daniela Noriega García

Tiraje: 500 ejemplares

**PINTO SALTILLO: VARIEDAD MEJORADA DE
FRIJOL PARA EL ESTADO DE DURANGO**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas
y Pecuarias.

Progreso 5, Barrio de Santa Catarina

Delegación Coyoacán

C. P. 04010, México, D. F.

Tel. 01 (55) 54 84 19 00

ISBN: 978-607-425-134-0

Primera edición 2009

Tiraje 500 ejemplares

Impreso en México

Esta obra se terminó de imprimir en Junio de 2009 en los talleres de:
Tradición Impresa



Alberto Terrones No. 303-A Sur, Zona Centro
Tel/Fax: 01 (618) 810 12 09
C. P. 34000. Durango, Dgo. México.

Folleto Técnico Núm. 36 Junio de 2009
CAMPO EXPERIMENTAL VALLE DEL GUADIANA
km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital
Apdo. Postal 186, Durango, Dgo. C. P. 34170
Tel./Fax 01 (618) 826-0426, 826-0433 y 826-0435

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

PINTO SALTILLO: VARIEDAD MEJORADA DE FRIJOL PARA EL ESTADO DE DURANGO

M. C. Isaac Sánchez Valdez

Investigador del Programa de Mejoramiento Genético de Frijol del Campo Experimental Saltillo
sanchez.isaac@inifap.gob.mx

Ph. D. Jorge Alberto Acosta Gallegos

Investigador del Programa de Mejoramiento Genético de Frijol del Campo Experimental Bajío
acosta.jorge@inifap.gob.mx

Ph. D. Francisco Javier Ibarra Pérez

Ex Investigador del Programa de Mejoramiento Genético de Frijol del Campo Experimental Valle del Guadiana
ibarra.francisco@inifap.gob.mx

Dr. Rigoberto Rosales Serna

Investigador del Programa de Mejoramiento Genético de Frijol del Campo Experimental Valle del Guadiana
rosales.rigoberto@inifap.gob.mx

M. C. Evenor Idilio Cuéllar Robles

Investigador del Programa de Frijol del Campo Experimental Valle del Guadiana
cuellar.idilio@inifap.gob.mx

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Norte Centro
Campo Experimental Valle del Guadiana
Durango, Dgo., México
Junio de 2009

- 21.- Sánchez V., I.; J. A. Acosta G.; F. J. Ibarra P.; R. Rosales S.; S. P. Singh. 2004. Registration of 'Pinto Saltillo' common bean. *Crop Sci.* 44: 1865-1866.
- 22.- Sánchez V., I.; J. A. Acosta G.; F. J. Ibarra P.; R. Rosales S.; E. I. Cuéllar R. 2006. Pinto Saltillo, nueva variedad de frijol para el Altiplano de México. Folleto Técnico Núm. 22. INIFAP-Campo Experimental Saltillo, Coahuila, México. 24 p.
- 23.- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SAGARPA). 2006. Situación actual y perspectivas de la producción de frijol en México 2000-2005. SAGARPA. México. 34 p.
- 24.- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera- SAGARPA). 2009. <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado en Marzo de 2009.
- 25.- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas). 2001. Guía técnica para la descripción varietal. Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). México. 21 p.
- 26.- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas). 2009. Catálogo nacional de variedades vegetales. Consultado en línea Enero de 2009.

- 15.- Navarrete M., R.; J. A. Acosta G.; F. J. Ibarra P.; R. Zandate H.; P. Fernández H.; J. Navarrete M.; J. D. Kelly. 2006. Distribution and pathogenicity of bean common bacterial blight in the Semiarid Highlands of Mexico. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 49: 105-106.
- 16.- Pajarito R., A.; R. Rosales S. 2007. Adoption program of Pinto Saltillo bred cultivar in Durango, México. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 50: 203-204.
- 17.- Rosales S., R.; J. A. Acosta G.; J. S. Muruaga M.; J. M. Hernández C.; G. Esquivel E.; P. Pérez H. 2004. Variedades mejoradas de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico Núm. 6. INIFAP-Campo Experimental Valle de México. Chapingo, Edo. de México. 148 p.
- 18.- Rosales S., R.; E. I. Cuéllar R.; A. Castillo R.; A. Pajarito R.; H. González R. 2006. Pinto Saltillo: sistema de manejo para optimizar su rendimiento. Desplegable para productores Núm. 5. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, México. 2 p.
- 19.- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. Información preliminar proporcionada por personal de los Distritos de Desarrollo Rural 01 y 03 de Durango. Archivo Electrónico.
- 20.- Sánchez R., G.; J. A. Manriquez N.; F. A. Martínez M.; L. A. López I. 2001. El frijol en México competitividad y oportunidades de desarrollo. Boletín Informativo Vol. XXXIII (316): 1-87.

Miembros del Comité Editorial del CEVAG:

Presidente: M. C. Andrés Quiñones Chávez
 Secretario: M. C. Arnulfo Pajarito Ravelero
 Vocales: Dr. José Ángel Prieto Ruíz
 M. C. Carmen Leticia Mar Tovar

Primera Edición 2009
 ISBN: 978-607-425-134-0

Impreso y hecho en México
 Campo Experimental "Valle del Guadiana"
 km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital
 Durango, Dgo., México
 Tels. 01 (618) 8260426 y 8260435
 Fax: 01 (618) 8260433
 Email: direccion.dgo@inifap.gob.mx

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	5
ORIGEN	7
PROCESO DE OBTENCIÓN	8
REGISTRO	11
CARACTERÍSTICAS MORFOAGRONÓMICAS	11
ADAPTACIÓN, RENDIMIENTO Y VALOR COMERCIAL	14
MANEJO DEL CULTIVO	16
CALIDAD DEL GRANO	18
PRODUCCIÓN DE SEMILLA	19
ALMACENAMIENTO DE SEMILLA	22
COMERCIALIZACIÓN	23
LITERATURA CITADA	23

- 9.- González R., H.; R. Rosales S.; J. López H. 2009. Adoption of 'Pinto Saltillo' bean cultivar in Durango, México. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 52: 156-157.
- 10.- Ibarra P., F. J.; A. Castillo R. 2000. Enfermedades del frijol. *In: Tecnologías para aumentar la productividad del frijol en Durango.* Publicación Especial Núm. 12. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). MSU-Bean/Cowpea CRSP. Durango, Durango, México. p. 17-18.
- 11.- 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. 2008. Control de la bacteriosis común del frijol en Durango, México. *Agrofaz, México* 8: 49-58.
- 12.- Jacinto H., C. 2003. Calidad del grano de frijol. *In: A. Campos E., C. Jacinto H.; R. Garza G. (Comps.). Memoria Técnica del Primer Curso Sobre: Aspectos Básicos y Prácticos para el Mejoramiento y Producción del Frijol.* INIFAP-CIRCE-Campo Experimental Valle de México. México. p. 15-24.
- 13.- López H., J.; R. Rosales S.; C. A. Nava B.; R. Jiménez O.; Z. C. Duarte M. 2008. Diversidad genética y rendimiento del frijol en el estado de Durango. *Memorias del Primer Congreso Internacional y Feria Nacional del Frijol 2008.* Celaya, Gto. Méx. p. 55-56.
- 14.- López H., J.; R. Rosales S.; H. González R. 2009. 'Pinto Saltillo' adoption effect on dry bean yield and diversity conservation in Durango, México. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 52: 154-155.

- 3.- Acosta G., J. A.; R. Rosales S.; F. J. Ibarra P.; S. H. Guzmán M.; J. S. Padilla R.; E. I. Cuéllar R.; P. Pérez H. 2007. Pinto Durango, nueva variedad de frijol para el Altiplano de México. Folleto Técnico Núm. 31. INIFAP-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México. 22 p.
- 4.- Castellanos R., J. Z.; J. A. Acosta G. 1992. Aspectos de calidad en genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la región semiárida de México. *Agrociencia* 3: 55-64.
- 5.- Castellanos, J. Z.; J. A. Acosta G.; R. Ochoa M.; C. Mejía; L. Reséndiz; P. Fernández; H. Pérez T.; D. M. Aguilera. 1993. Calidad de grano en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de temporal. *Agrociencia* 4: 71-84.
- 6.- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1984. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). 2a ed. Cali, Colombia. 56 p. (Serie 04SB-09.01).
- 7.- Gallegos I., J. A.; N. E. Rocha G.; R. F. González L.; F. J. Ibarra P.; J. Huizar C. 2005. Effect of polyphenol and sugar content on seed coat darkening of pinto bean cultivars. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 48: 54-55.
- 8.- González R., H.; A. Pajarito R.; R. Rosales S.; F. J. Compeán G.; J. López H.; J. L. Jolalpa B. 2008. Oportunidades de mercado para el frijol producido en Durango. *Publicación Especial Núm. 25. INIFAP-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México.* 55 p.

PINTO SALTILLO: VARIEDAD MEJORADA DE FRIJOL PARA EL ESTADO DE DURANGO

Isaac Sánchez Valdez¹
 Jorge Alberto Acosta Gallegos²
 Francisco Javier Ibarra Pérez³
 Rigoberto Rosales Serna⁴
 Evenor Idilio Cuéllar Robles⁵

INTRODUCCIÓN

En Durango, la superficie promedio anual sembrada con frijol durante el período de 1997 a 2007 fue de 276,000 hectáreas con una producción anual de 125,000 toneladas de grano (SIAP-SAGARPA, 2009). Durante el mismo período el rendimiento medio obtenido en temporal fue de 507 kg/ha (SIAP-SAGARPA, 2009).

Las principales clases comerciales de grano que se producen en Durango son: pinto, negro, flor de mayo y canario (garbancillo). En Durango, La Comarca Lagunera y Monterrey el frijol pinto es el de mayor preferencia (González *et al.*, 2008). A nivel nacional se considera que existe una demanda anual de 370,000 toneladas de grano de frijol pinto. Sin embargo, la producción nacional es insuficiente para abastecer la demanda y se tiene un déficit promedio anual de 62,000 toneladas (Sánchez *et al.*, 2001).

Un problema en la producción y comercialización de frijol pinto en Durango es el oscurecimiento acelerado de la testa del grano en las variedades Pinto Villa y Pinto

¹M. C. Investigador del Programa de Mejoramiento Genético de Frijol del Campo Experimental Saltillo.

²Ph. D. Investigador del Programa de Mejoramiento Genético de Frijol del Campo Experimental Bajío.

³Ph. D. Ex-Investigador del Programa de Mejoramiento Genético de Frijol del Campo Experimental Valle del Guadiana.

⁴Dr. Investigador del Programa de Mejoramiento Genético de Frijol del Campo Experimental Valle del Guadiana.

⁵M. C. Investigador del Programa de Frijol del Campo Experimental Valle del Guadiana.

Nacional, lo cual ocasiona pérdida de aceptación y reducción del precio otorgado por los comerciantes y consumidores (Gallegos *et al.*, 2005). Otro problema del grano producido en Durango es el tiempo de cocción alto, con valores que superan los 100 minutos, lo que implica mayor consumo de gas en el hogar.

Para aprovechar las oportunidades de mercado, la tendencia de los agricultores de Durango es la especialización para producir grano de frijol pinto. Esta tendencia se ha favorecido con el incremento del precio del grano y la liberación de variedades mejoradas de frijol que se adaptan a condiciones de sequía, tienen rendimiento alto y grano con mayor calidad comercial, como es el caso de las variedades Pinto Villa, Pinto Mestizo, Pinto Bayacora, Pinto Saltillo y Pinto Durango (Acosta *et al.*, 1993; Acosta *et al.*, 2000; Sánchez *et al.*, 2004; Sánchez *et al.*, 2006; Acosta *et al.*, 2007).

Para dar solución integral a la problemática observada en la producción de frijol pinto en el estado de Durango, se desarrolló la variedad de frijol Pinto Saltillo (Sánchez *et al.*, 2004; Rosales *et al.*, 2006; Sánchez *et al.*, 2006). Esta variedad tiene rendimiento alto, tolerancia del grano al oscurecimiento acelerado y tiempo de cocción inferior a 45 minutos cuando se mide esta variable en vaso de vidrio con el método Mattson y cocido en parrilla eléctrica. Pinto Saltillo también muestra tolerancia a las enfermedades más importantes que se presentan en Durango como son: antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) y tizón común (*Xanthomonas campestris* =*axonopodis* pv. *phaseoli*) (Ibarra y Castillo, 2000; Navarrete *et al.*, 2006; Ibarra *et al.*, 2008). Los productores de Durango han aceptado la variedad Pinto Saltillo porque se ajusta a su sistema de manejo y se puede cosechar con los implementos agrícolas utilizados actualmente.

COMERCIALIZACIÓN

En Durango, la comercialización de frijol se realiza localmente con intermediarios rurales (coyotes) y con las acopiadoras de grano habilitadas por el gobierno estatal y federal. La tolerancia de Pinto Saltillo al oscurecimiento acelerado del grano proporciona a los agricultores de Durango un margen más amplio para la negociación y venta del producto. El éxito comercial de Pinto Saltillo y su vida de anaquel prolongada permite que los agricultores obtengan mayores beneficios económicos derivados de la producción de frijol.

La liberación de Pinto Saltillo y su adopción por parte de los agricultores ha proporcionado sustento y bienestar a buena parte de los productores duranguenses. También se incrementó la productividad y calidad del grano obtenido en Durango para beneficio de productores, comerciantes, industriales y consumidores de frijol en México.

LITERATURA CITADA

- 1.- Acosta G., J. A.; I. Sánchez V.; R. Ochoa M.; A. Pajarito R.; F. J. Ibarra P. 1993. Pinto Villa, nueva variedad de frijol de temporal para el estado de Durango. Folleto Técnico Núm. 3. SARH-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México. 16 p.
- 2.- Acosta G., J. A.; F. J. Ibarra P.; R. Rosales S.; A. Castillo R.; P. Fernández H. 2000. Pinto Mestizo y Pinto Bayacora nuevas variedades de frijol para el Altiplano de México. Folleto Técnico Núm. 13. INIFAP-B/C CRSP-SAGAR. Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México. 16 p.

ALMACENAMIENTO DE SEMILLA

La semilla puede almacenarse después de su beneficio, que implica la eliminación de impurezas (paja, piedras, semillas de maleza, etc.) y mezclas de granos con diferente color, forma, tamaño y brillo. El beneficio de la semilla contribuye al mantenimiento de la pureza genética de la variedad de frijol Pinto Saltillo. Cuando se disponga de la semilla limpia con humedad menor a 12 %, se recomienda almacenarla en lugares secos, frescos, bien ventilados, limpios y libres de insectos y roedores. Se recomienda envasar la semilla en costales de papel, ixtle o polipropileno, los cuales deben etiquetarse con el nombre de la variedad, año y localidad de producción.

Se recomienda el tratamiento de la semilla con una pasta semilíquida preparada con agua y fungicidas. Este tratamiento ayuda a la conservación física y sanitaria de la semilla y reduce la pérdida de plántulas de frijol por efecto de pudriciones de raíz, después de la siembra. Los productos fungicidas que pueden utilizarse en el tratamiento de la semilla son: Thiram 50 PH de 120 a 150 g y Captan 75PM de 300 a 350 g, en ambos casos por cada 100 kg de semilla.

En el caso de mercadeo del grano se debe considerar la imagen del frijol como producto comercial. Por ello, es preciso utilizar envases uniformes ya que en la actualidad el grano se almacena y comercializa en costales sobrantes de otros productos (azúcar, harina, etc.). El uso de costales uniformes mejora la presentación y el frijol es más atractivo para los comerciantes y consumidores. Es necesario encostar el grano de frijol cuando tenga menos del 12 % de humedad, para evitar su deterioro por hongos y pudriciones.

En 2006 se implementó en Durango un programa de distribución de semilla de la variedad Pinto Saltillo (Pajarito y Rosales, 2007), con la finalidad de abastecer la demanda de los productores e incrementar el rendimiento y la calidad comercial del grano de frijol pinto producido en la entidad. Desde entonces, la superficie sembrada con esta variedad se ha incrementado hasta alcanzar en 2008 las 106,320 hectáreas en el DDR 03 y 28,630 hectáreas en el DDR 01, de Durango (SAGARPA, Delegación Durango, 2009). El aumento de la superficie sembrada con Pinto Saltillo se debió principalmente al incremento de la demanda y al precio preferencial otorgado a esta variedad por los comercializadores de granos (González *et al.*, 2009).

El éxito productivo y comercial que alcanzó Pinto Saltillo en Durango, hizo necesario publicar este folleto para describir el origen, proceso de selección y registro de la variedad, cuyo grano es de color crema muy claro con pintas de color café.

ORIGEN

La variedad de frijol Pinto Saltillo se obtuvo por el método de mejoramiento genético de pedigrí (genealógico), que implica el cruzamiento seguido de selección individual y en masa. Los criterios utilizados en la selección individual y masal fueron: tolerancia a enfermedades, rendimiento y calidad de grano. El cruzamiento múltiple del que se derivó Pinto Saltillo fue [Hidalgo 77////MAM 30//F₁ (Michoacán 91-A/BAT 76)//F₁(BAT 93/Ecuador 299)] (Sánchez *et al.*, 2004; Rosales *et al.*, 2006; Sánchez *et al.*, 2006). El objetivo de la cruce fue incorporar los genes de resistencia a enfermedades a las variedades de frijol más importantes de México y la obtención de variedades con grano de calidad comercial alta.

PROCESO DE OBTENCIÓN

El cruzamiento múltiple se obtuvo y se avanzó en masa hasta F_3 en Palmira, Colombia. En 1991 se recibió en Durango la población F_4 , la semilla se distribuyó equitativamente en tres estados del Altiplano (Durango, Aguascalientes y Jalisco), para su siembra y realizar selecciones individuales con base en: vigor de la planta, carga de vainas, resistencia a enfermedades y calidad comercial de grano (Cuadro 1).

La semilla de las plantas F_5 seleccionadas en Francisco I. Madero, Dgo.; Sandoval, Ags. y Tepatitlán, Jal. se trillaron individualmente y los sobres de los tres sitios se recopilaron en Durango. Esta semilla se utilizó para el avance generacional realizado en Los Mochis, Sin., en el invierno 1991-1992. Se sembraron todas las semillas obtenidas de cada selección individual (familia) en un surco de 5 m y en la cosecha se eliminaron todos los surcos (familias) susceptibles a roya y antracnosis. Las familias seleccionadas se cosecharon en masa y la semilla obtenida se regresó al INIFAP-Durango para su posterior distribución y siembra en Durango, Aguascalientes y Jalisco.

En el ciclo primavera-verano de 1992 se sembró un vivero de observación con las familias F_6 obtenidas en Los Mochis, Sin. La semilla del vivero de observación se preparó y distribuyó desde el INIFAP-Durango (Campo Experimental Valle del Guadiana) y se sembró en Durango, Aguascalientes y Jalisco. Las familias que mostraron uniformidad, tolerancia a enfermedades, precocidad y rendimiento mayor con respecto al promedio, fueron seleccionadas y cosechadas en masa. Se eliminaron plantas fuera de tipo en las familias que mostraron segregación para hábito de crecimiento, días a floración, color de flor y días a madurez; así como para la forma, tamaño, color y brillo del grano.

emerjan. Por ello, si se compra semilla calificada hay que asegurarse de que cumpla con éste y otros requisitos de calidad.

Cuando se va a utilizar semilla de calidad desconocida, se recomienda hacer una prueba de germinación antes de la siembra. En dicha prueba de calidad se utilizan bandejas de 10 cm de profundidad llenas de arena. En las bandejas se colocan cuatro muestras de 100 granos tomadas al azar de cada uno de los costales de la semilla que se utilizará en la siembra. Las semillas de cada muestra se siembran en franjas separadas 8 cm y una profundidad de 5 cm.

La arena se mantiene húmeda y se evita que esté inundada mediante agujeros realizados en la parte de abajo de las bandejas, lo cual permite drenar el exceso de agua. Entre los 5 y 11 días después del establecimiento de las pruebas de germinación se registra el número de plantas emergidas (normales y anormales). La temperatura ideal para la prueba es 25 ± 1 °C, pero se puede hacer a temperatura ambiente, siempre y cuando ésta se mantenga entre 10 y 28 °C.

Cuando se concluye la prueba es fácil determinar el porcentaje de germinación, puesto que las muestras son de 100 semillas. Entonces si germinaron y emergieron 85 plántulas se tendrá un 85 % de germinación. El promedio de todas las muestras de cada costal se calcula sumando los valores obtenidos en cada una de ellas y se divide entre el número de muestras (cuatro). Esta prueba sencilla ayuda a evitar problemas de siembra y contribuye a obtener una población adecuada de plantas y rendimientos mayores.

de la madurez fisiológica, para descartar todas las plantas diferentes en la maduración y color de vainas. Con la eliminación de plantas fuera de tipo en campo se reducen las mezclas de granos de color diferente, disminuyen los problemas durante la limpieza (beneficio) de la semilla y se obtiene semilla de mayor calidad.

Es necesario considerar que la producción de semilla debe tratarse con mayor cuidado que la siembra de frijol para obtener grano. La cosecha y trilla de las plantas de Pinto Saltillo deben realizarse cuando la semilla tenga un porcentaje de humedad entre 14 y 16 %, lo cual permitirá trillar con menor riesgo de quebrar la testa y cotiledones de la semilla. Cuando se utilizan máquinas trilladoras es necesario calibrarlas bien para evitar daños a la semilla. La calibración se modifica variando el número de revoluciones por minuto y la apertura del cóncavo.

Después de la cosecha y trilla es necesario beneficiar la semilla, lo cual consiste en eliminar las impurezas, granos quebrados y semillas de otras variedades. Con el beneficio de la semilla se incrementan las posibilidades de conservar la pureza genética de las variedades de frijol, como es el caso de Pinto Saltillo. La semilla original (genéticamente pura) de la variedad Pinto Saltillo se conserva en el Campo Experimental “Valle del Guadiana” en Durango y el Programa de Granos Básicos del Campo Experimental “Saltillo” en Coahuila.

La semilla original de Pinto Saltillo puede multiplicarse, bajo contrato, para producir semilla calificada de la categoría básica con el fin de satisfacer la demanda generada por las empresas productoras de semilla, dispersoras de crédito y otras instituciones dedicadas a la producción de semilla calificada. La semilla de calidad debe tener por lo menos 85 % de viabilidad, es decir, que de cada 100 semillas que se siembren al menos 85 germinen y

CUADRO 1. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO SALTILLO. INIFAP. 2001.

AÑO	GENERACIÓN Y ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
1987	Parental	Obtención del cruzamiento múltiple [Hidalgo77//// MAM30 ///F ₁ (Michoacán 91A/ BAT76)// F ₁ (BAT93/Ecuador 299)].
1988	F ₁	Se formó la población segregante MX8738.
1989	F ₂	Avance generacional, multiplicación de semilla y cosecha en masa.
1990	F ₃	Avance generacional, multiplicación de semilla y cosecha en masa.
1991	F ₄	Se recibió la población para sembrar en Durango, Aguascalientes y Jalisco. Selección individual con base en vigor de la planta, carga de vainas, tolerancia a enfermedades y grano con valor comercial.
1991-92	F ₅	Avance generacional en Los Mochis, Sin., usando la semilla de cada planta seleccionada para sembrar un surco de 5 m. Selección con base en la tolerancia a roya y antracnosis. Cosecha masal y preparación del Vivero de Observación para su siembra en Durango, Aguascalientes y Jalisco.
1992	F ₆	Selección de la familia MX8738-35B en Ignacio Allende, Dgo.

CUADRO 1. (CONT.)...

AÑO	GENERACIÓN Y ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
1992-93	F ₇	Multiplicación de semilla durante el invierno en Los Mochis, Sin.
1993-96	F ₈ - F ₁₀	Se obtuvo la línea codificada como PT93004, la cual mostró uniformidad en tipo de planta y color de la semilla. Esta línea se incluyó en los Ensayos Preliminares de Rendimiento establecidos en Durango, Zacatecas, Chihuahua y Aguascalientes. Evaluación con base en la tolerancia a enfermedades, rendimiento y adaptabilidad.
1996-97	F ₁₁ y F ₁₂	Evaluación de la línea PT93004 en el Ensayo Uniforme de Rendimiento establecido en 26 ambientes del Altiplano de México. Determinación del tiempo de cocción y contenido de proteínas del grano.
1998-2000	F ₁₃	Depuración de la línea PT93004 y obtención de la semilla original de la variedad Pinto Saltillo.
2001	Registro de la variedad Pinto Saltillo	Número de Registro provisional SNICS 1424-FRI-026-120901/C; Definitivo FRI-040-251104.

La semilla de las líneas (F₇) seleccionadas en Durango, Aguascalientes y Jalisco se concentró en el INIFAP-Durango y durante el invierno 1992-1993 se realizó el avance generacional en Los Mochis, Sin. Después de cosechar, las líneas F₈ que mostraron uniformidad en tipo de

Los consumidores de frijol consideran que el tiempo de cocción del grano es una característica importante, la cual es afectada por el ambiente (Castellanos *et al.*, 1993; Jacinto, 2003). El grano de Pinto Saltillo cosechado en diferentes localidades de Durango y otras entidades mostró tiempos de cocción entre 45 y 115 minutos, en pruebas realizadas en vaso de vidrio, mechero de gas o parrillas eléctricas y agujas indicadoras (Castellanos y Acosta, 1992; Rosales *et al.*, 2004; Com. Pers. Nava, 2009¹). El contenido de proteína registrado en el grano de Pinto Saltillo varía entre 21.0 y 23.5 % (Rosales *et al.*, 2004).

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

Un aspecto fundamental para producir grano de frijol de calidad es la conservación de la pureza genética de la semilla que se usa en las siembras comerciales de la variedad Pinto Saltillo. Para mantener la pureza genética, es necesario multiplicar la semilla en lotes aislados y en condiciones adecuadas de protección en campo, como son barreras naturales y siembra de plantas de mayor altura, como maíz, alrededor de la parcela. Otra opción es la siembra en regiones sin riesgo de heladas durante el invierno, como es el caso de Los Mochis, Sin., lo que reduce la infección de las enfermedades transmitidas por semilla.

Cuando se quiere obtener semilla de calidad, es necesario realizar al menos dos inspecciones de campo en los lotes de producción. La primera inspección se realiza cuando florece el frijol para eliminar todas las plantas que difieren en cuanto al tipo de planta, tiempo de floración y color de la flor. La segunda inspección se efectúa al inicio

¹M. C. Cynthia Adriana Nava Berumen. 2009. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP-Durango. Carretera Durango-El Mezquital, km 4.5. Durango, Dgo. México. Tel. 01 (618) 826 0426 ext. 124.

herbicida se aplique en días que existe plena seguridad que habrá luz de sol, lo que permite potenciar la acción del producto.

En Durango los insectos plaga más comunes y que causan daños económicos en frijol son la conchuela (*Epilachna varivestis*) y el picudo del ejote (*Apion* spp.). Ambas plagas se controlan con un kilo y medio de Sevin (Carbaryl), o bien, con un litro de Folimat 1000E (Ometoato). En ambos casos se recomienda atender las indicaciones del fabricante para la aplicación correcta del insecticida.

Los gorgojos (*Acanthoscelides obtectus* y *Zabrotes subfaciatus*) son la plaga de almacén más importante en Durango. Para el control se puede utilizar Fosfuro de Aluminio, del cual puede adquirirse la presentación en tabletas que se convierten en gas al contacto con la humedad del aire. Para fumigar, el grano debe estar en un cuarto que permita sellar fácilmente puertas y ventanas. Se aplican de tres a seis pastillas por tonelada de grano, se deja el cuarto rápidamente y se sellan puertas y ventanas durante 72 horas (tres días). Después se ventila el grano durante cinco días, antes de su utilización para consumo humano.

CALIDAD DEL GRANO

La variedad de frijol Pinto Saltillo produce grano atractivo para el consumidor, debido a la claridad en el color crema del fondo. Productores, comerciantes y consumidores muestran aceptación del grano de Pinto Saltillo debido a que se oscurece menos durante el almacenamiento, en comparación con otras variedades de tipo pinto y bayo. Este atributo permite que el grano de Pinto Saltillo conserve su valor comercial y se obtengan ganancias económicas mayores para beneficio de productores, comerciantes y consumidores.

planta y color de la semilla, fueron codificadas en Durango conforme a su clase comercial de grano y evaluadas en los ensayos preliminares de rendimiento entre 1993 y 1995. Desde 1996, la línea codificada como PT93004, que posteriormente se nombró como Pinto Saltillo, se incluyó en el Ensayo Uniforme de Rendimiento y Adaptación establecido en diversas localidades del Altiplano de México, donde obtuvo un promedio general de rendimiento de 1,542 kg/ha (Sánchez *et al.*, 2006).

REGISTRO

El número de registro provisional otorgado por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) a la variedad Pinto Saltillo fue 1424-FRI-026-120901/C. El registro definitivo de la variedad es FRI-040-251104 (SNICS, 2009). En el registro se especificó que esta variedad de frijol fue desarrollada por investigadores del Programa de Mejoramiento Genético de Frijol del INIFAP y puede utilizarse en siembras comerciales en Durango y otros estados con sistemas de producción similares.

CARACTERÍSTICAS MORFOAGRONÓMICAS

El tipo de crecimiento que la variedad Pinto Saltillo muestra es enredadera indeterminada, con guías cortas no trepadoras (SNICS, 2001) (Cuadro 2), que corresponde con el hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III) (CIAT, 1984). La altura del dosel de esta variedad es entre 38 y 44 cm y la longitud de la guía de 84 cm.

La floración de Pinto Saltillo es entre 38 y 60 días después de la siembra y muestra un intervalo para alcanzar la madurez fisiológica entre 87 y 115 días. El período de floración y madurez es influenciado por las características del sitio de siembra. Pinto Saltillo es sensible al fotoperíodo y si se siembra en condiciones de riego cuando 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 110 y 150 días.

Cuando Pinto Saltillo se sembró en condiciones de riego en mayo y junio, la sensibilidad al fotoperíodo provocó que en algunos municipios como en Cuencamé, Dgo., el frijol floreciera tardíamente con un crecimiento vegetativo exagerado, aspecto que desagradó a los productores. Sin embargo, cuando sembraron esta variedad en julio se dieron cuenta del alto potencial de rendimiento y algunos decidieron sembrarla nuevamente.

En pruebas experimentales y en siembras comerciales de frijol, realizadas en Durango, Pinto Saltillo ha mostrado tolerancia a la mayoría de las razas de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*), así como a tizón común (*Xanthomonas campestris*=*axonopodis* pv. *phaseoli*). Lo anterior, ha permitido a los productores de frijol reducir costos y tener mayor certidumbre de producción. Además de reducir el costo de producción, la tolerancia a enfermedades contribuye a conservar el ambiente debido a que se utilizan menos productos químicos.

CUADRO 2. DESCRIPCIÓN MORFOAGRONÓMICA DE LA VARIEDAD PINTO SALTILLO.

CARACTERÍSTICA	PINTO SALTILLO
Color del hipocótilo	Verde
Color de las alas de la flor	Blanco
Color del estandarte de la flor	Blanco
Color de las hojas	Verde claro
Color de la vaina inmadura	Verde claro sin pigmentación
Color de la vaina cercana a la madurez	Amarillo con pigmento estriado de color rojo

una separación entre surcos de 76 cm. La dosis de fertilización recomendada es 35-50-00, para nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K). La dosis de fertilización puede modificarse con base en los análisis físico-químicos del suelo. Es recomendable fertilizar al momento de la siembra y para ello se aplican por hectárea 100 kilos de Fosfato Diamónico (18-46-00) mezclados con 37 kilos de Urea (46-00-00).

Es necesario mantener el cultivo de frijol libre de maleza los primeros 45-50 días después de la siembra. Para controlar la maleza se realiza una primera escarda 30 días después de la siembra y la segunda 20 días después de la primera. Las escardas deben complementarse con la eliminación de la maleza que crece entre las plantas de frijol y un desyerbe durante el llenado de las vainas para facilitar la cosecha y trilla.

El control químico de maleza de hoja ancha se realiza con la aplicación de 750 mL/ha de Flex (Fomesafen) en pre y post-emergencia. También se pueden aplicar en post-emergencia 2 L/ha de Basagrán (Bentazón). Cuando se tienen problemas con pasto, se recomienda el uso de 1 L/ha de Fusilade (Fluazifop-p-butyl). Si la aplicación se hace con aspersora manual los herbicidas se disuelven en 200 L de agua y en 400 L cuando se utiliza aspersora de aguilonos. Se deben atender las recomendaciones del fabricante para realizar esta actividad correctamente.

El herbicida pre-emergente se aplica hasta tres días después de la siembra, cuando el suelo esté húmedo. Las aplicaciones post-emergentes se realizan después de la emergencia de las plantas del frijol y antes que la maleza alcance los 10 cm de altura. Cuando la maleza es abundante y la altura es superior a 10 cm se recomienda utilizar un adherente y aplicar en la mañana, cuando hay humedad en el ambiente. Es recomendable que el

superó los 7 pesos por kilo y en 2008 alcanzó entre 8 y 11 pesos, lo cual benefició económicamente a los productores de frijol de Durango.

MANEJO DEL CULTIVO

La preparación de la siembra de frijol se inicia desde el barbecho del suelo, el cual se debe realizar inmediatamente después de la cosecha. Se recomienda hacer un rastreo después del barbecho y otro antes de la siembra. En algunos terrenos es necesario realizar un trabajo de subsuelo, para reducir la compactación del suelo. El frijol de temporal se siembra cuando inicia el período de lluvias, para ello es necesario asegurarse que se hayan acumulado más de 30 mm de precipitación. Cuando se acumula esa cantidad de lluvia en un evento lluvioso, se incrementa la posibilidad de que el suelo tenga humedad suficiente para la germinación de la semilla y emergencia de las plántulas de frijol.

En riego es posible sembrar Pinto Saltillo durante el período comprendido entre el 15 de mayo y el 15 de julio (Durango y Poanas). Las excepciones en Durango son las regiones cálidas de Cuencamé, Nazas y la Comarca Lagunera, donde las siembras tempranas en riego retrasan la floración y madurez de Pinto Saltillo. En temporal y en regiones cálidas de Durango se recomienda sembrar frijol Pinto Saltillo todo el mes de junio y la primera quincena de julio. Debe considerarse que el retraso en la siembra incrementa el riesgo de pérdida de rendimiento por falta de humedad en el suelo durante el llenado del grano y por las heladas tempranas causadas por la reducción drástica de la temperatura mínima (0 °C).

Se recomienda sembrar 130,000 plantas por hectárea, lo cual se logra utilizando 45 kg de semilla de la variedad de frijol Pinto Saltillo. La sembradora se calibra para que deposite de 10 a 12 semillas por metro lineal, con

CUADRO 2. (CONT.)...

CARACTERÍSTICA	PINTO SALTILLO
Color del grano	Crema muy claro, con pintas café e hilio amarillo
Días a floración	38-60
Días a madurez fisiológica	87-115
Hábito de crecimiento	Enredadera indeterminada, con guías cortas no trepadoras (SNICS, 2001). Indeterminado postrado (Tipo III) (CIAT, 1984)
Forma de la semilla	Transversalmente elíptica y longitudinalmente semi-arriñonada
Peso de 100 semillas	31-34 g
Reacción a antracnosis*	Tolerante
Reacción a roya*	Tolerante
Reacción a bacteriosis*	Tolerante

* Evaluada en condiciones de infestación natural de los patógenos en el campo, en el caso de bacteriosis se observó que en algunos sitios muestra síntomas de la enfermedad.

Pinto Saltillo tiene granos de tamaño mediano con un intervalo de peso entre 30 y 34 g por cada 100 semillas. El grano de Pinto Saltillo es elíptico en su corte transversal y muestra una forma externa semi-arriñonada. El color es crema muy claro con pintas de color café y el hilio es amarillo, lo que hace más atractivo el grano para el consumidor con respecto a otras variedades del tipo Pinto Nacional, las cuales muestran el color de fondo más oscuro.

Actualmente los productores consideran que con el incremento en el tamaño del grano de Pinto Saltillo se favorece la aceptación comercial y el precio obtenido por

esta variedad. En atención a esta demanda, se están generando nuevas líneas mejoradas con grano similar a Pinto Saltillo, pero con mayor tamaño (36-38 g por cada 100 semillas).

ADAPTACIÓN, RENDIMIENTO Y VALOR COMERCIAL

La variedad de frijol Pinto Saltillo mostró rendimientos altos en la mayoría de las parcelas experimentales, demostrativas y comerciales que se establecieron en diferentes localidades del estado de Durango entre 2006 y 2008 (Cuadro 3). El rendimiento promedio fue de 1,434 kg/ha con una fluctuación entre 545 kg/ha en el ambiente más crítico registrado en Rodeo durante 2007, hasta 2,613 kg/ha en el más favorable reportado en Pánuco de Coronado durante 2006. Los valores para el promedio estatal de rendimiento fluctuaron de 801 kg/ha en 2006 (Pajarito y Rosales, 2007) hasta 582 kg/ha reportados en 2008 (López *et al.*, 2009).

CUADRO 3. RENDIMIENTO DE PINTO SALTILLO EN VARIAS LOCALIDADES DE DURANGO. 2006- 2008.*

Núm.	LOCALIDAD	RENDIMIENTO kg/ha
01	Durango, Dgo. 2006	818
02	Fco. I. Madero, Dgo. 2006	1407
03	Pánuco de Coronado, Dgo. 2006	2613
04	Promedio Estatal 2006 ¹	801
05	Cuauthémoc, Dgo. 2007	1978
06	Durango, Dgo. 1 - 2007	1949
07	Durango, Dgo. 2 - 2007	1926
08	Durango, Dgo. 3 - 2007	2014

CUADRO 3. (CONT.)...

Núm.	LOCALIDAD	RENDIMIENTO kg/ha
09	Rodeo, Dgo. 2007	545
10	Ejido Revolución, Dgo. 2007	1075
11	Pánuco de Coronado, Dgo. 2007	2178
12	Fco. I. Madero, Dgo. 1 - 2007	902
13	Fco. I. Madero, Dgo. 2 - 2007	1030
14	Promedio Estatal 2007 ²	1030
15	Durango, Dgo. 1 - 2008	1174
16	Durango, Dgo. 2 - 2008	2380
17	Durango, Dgo. 3 - 2008	1425
18	Fco. I. Madero, Dgo. 1 - 2008	1342
19	Fco. I. Madero, Dgo. 2 - 2008	1646
20	Fco. I. Madero, Dgo. 3 - 2008	1295
21	Promedio Estatal 2008 ³	582
Promedio General		1434

* Parcelas experimentales, demostrativas y comerciales.
¹Pajarito y Rosales, 2007; ²López *et al.*, 2008; ³López *et al.*, 2009.

Los productores se convencieron que Pinto Saltillo puede ser cultivado y rendir bien (545-2,613 kg/ha) en ambientes de temporal del estado de Durango. En áreas de riego y sitios con lluvias bien distribuidas (> de 400 mm anuales) esta variedad puede alcanzar 2,613 kg/ha, como fue el caso de la parcela comercial sembrada en Pánuco de Coronado, Dgo., durante 2006. Lo anterior se logró con el uso de semilla calificada y la aplicación del sistema de manejo para frijol recomendado por el INIFAP en Durango. El precio promedio del grano de Pinto Saltillo en 2007