

Sangre Maya, variedad de frijol de grano rojo para el estado de Chiapas*

Sangre Maya, red bean variety for the state of Chiapas

Bernardo Villar Sánchez¹, Oscar Hugo Tosquy-Valle², Ernesto López-Salinas^{2§} y Jorge Alberto Acosta-Gallegos³

¹Campo Experimental Centro de Chiapas-INIFAP. Carretera Ocozocoautla- Cintalapa km 3.0. C. P. 29140, Ocozocoautla, Chis. ²Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP. Carretera Veracruz-Córdoba, km 34, municipio, Medellín de Bravo, Ver. A. P. 429, C. P. 91700, Veracruz, Veracruz, México. Tel: 01 229 2622232 y 33. ³Campo Experimental Bajío-INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, km 6.5, C. P. 38000, Celaya, Guanajuato. [§]Autor para correspondencia: lopez.ernesto@inifap.gob.mx.

Resumen

En Chiapas, México existe una demanda de más de 8 000 t de frijol de grano rojo, principalmente para cubrir las necesidades de consumo locales de una población aproximada de 1 000 000, incluyendo las de una importante población temporal y/o permanente de inmigrantes centroamericanos. En respuesta a esta demanda, en 2013, el Programa de Frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el estado de Chiapas, generó la variedad Sangre Maya originada por hibridación a partir de una cruce triple en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y varios ciclos de selección en diferentes ambientes y localidades. En Chiapas, esta variedad se evaluó en nueve ambientes del centro del estado, durante 2010 a 2012, para determinar su respuesta en rendimiento, tolerancia a enfermedades y a suelos ácidos. Sangre Maya superó en 9 y 40.4% el rendimiento de los testigos Bribri y criollo Coloradito, respectivamente. Asimismo, la nueva variedad presentó la menor incidencia (10%) del virus del mosaico amarillo dorado del frijol, en tanto que Bribri y el criollo Coloradito mostraron incidencias de 30 y 64%, respectivamente. Adicionalmente, la nueva variedad se evaluó en suelo ácido con y sin aplicación de cal y mostró la mejor respuesta en el rendimiento de grano en ambas condiciones de manejo de

Abstract

In Chiapas, Mexico there is a demand of more than 8 000 t of red bean, mainly to meet the needs of local consumption of a population close to 1 000 000, including one of the most important population of temporary or permanent immigrants from Central America. In response to this demand, in 2013, the Bean Program from the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP), in the state of Chiapas, generated the Sangre Maya variety developed by hybridization from a triple cross at the International Center for Tropical Agriculture (CIAT) and several cycles of selection in different environments and locations. In Chiapas, this variety was evaluated in nine environments from the center of the state, from 2010 to 2012, to determine its yield, disease tolerance and response to acid soils. Sangre Maya exceeded in 9 and 40.4% the yield from control Bribri and Creole Coloradito, respectively. Also, the new variety had the lowest incidence (10%) of the golden yellow mosaic virus from bean, while Bribri and Creole Coloradito showed incidences of 30 and 64%, respectively. Additionally, the new variety was evaluated in acid soil with and without lime and showed the best response of grain yield in both conditions of soil management. In 2014, Sangre Maya was registered in SNICS with the final number FRI-088-060314 for commercial use.

* Recibido: julio de 2016
Aceptado: agosto de 2016

suelo. En 2014, Sangre Maya fue registrada en el SNICS con el número definitivo FRI-088-060314 para su uso comercial.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., cultivar, rendimiento, enfermedades, suelo ácido.

En México, el frijol es un cultivo de gran importancia por ser uno de los granos alimenticios básicos y una excelente fuente de proteínas (contiene de 20 a 25%, de las cuales 3% son triptofanos de alta calidad), vitaminas como la tiamina, la niacina y el ácido fólico y minerales como el hierro (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2002, Ulloa *et al.*, 2011). Durante 2014 se sembraron 1 773 996 ha de esta leguminosa de las que se obtuvieron 1 273 957 t de grano de diferentes clases comerciales (SAGARPA, 2015).

En ese mismo año, en el estado de Chiapas se cultivaron 116,575 ha, que produjeron 61 412 t, siendo 85% de frijol de grano negro, 10% de frijol de grano rojo y el resto de otros tipos de frijol (SAGARPA, 2015). El frijol de grano rojo se siembra en unidades productivas de una hectárea o menores, localizadas en áreas con clima Aw, cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 1981), ubicadas principalmente en los municipios de la meseta comiteca y de la Frailesca, y cuya producción se utiliza principalmente para cubrir las necesidades de consumo locales (Rodríguez- Licea, 2010; Villar *et al.*, 2011). En los últimos años, la demanda de este tipo de grano se ha incrementado de 6 248 t producidas actualmente a más de 8 000 t que para satisfacerla deberán de cultivarse unas 15 000 ha, por el establecimiento temporal o permanente de un número cada vez mayor de extranjeros centroamericanos en dicha entidad, que tienen preferencia de consumo de frijol rojo (Villar *et al.*, 2010); esto representa una oportunidad para incrementar la superficie de cultivo, e incluso para exportar a Honduras, Nicaragua y El Salvador, así como a los Estados Unidos de América, donde radican habitantes de estos países centroamericanos (Paz *et al.*, 2007).

Actualmente, las siembras de frijol rojo se realizan con materiales criollos de bajo potencial de rendimiento, adaptación muy específica y susceptibles a enfermedades como el mosaico amarillo dorado y pobre adaptación en los suelos ácidos de baja fertilidad del estado de Chiapas (Villar *et al.*, 2011). En el Programa de Frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), para el sureste de México, se han realizado estudios de evaluación de líneas introducidas de Centroamérica, de frijol de grano rojo, lo que ha

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., acid soil, crop, disease, yield.

In Mexico, bean is a crop of great importance as a basic food grain and an excellent source of protein (containing 20 to 25%, of which 3% are tryptophan of high quality), vitamins such as thiamin, niacin and folic acid and minerals such as iron (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2002; Ulloa *et al.*, 2011). During 2014, 1 773 996 ha of this legume were sown, obtaining 1 273 957 t grain from different commercial classes (SAGARPA, 2015).

In the same year, in the state of Chiapas were established 116 575 ha, producing 61 412 t, being 85% black bean, 10% red bean and the rest other types of beans (SAGARPA, 2015). The red bean red is sown in production units of one hectare or less, located in areas with climate Aw, warm humid with rain in summer (García, 1981), located mainly in the municipalities of la meseta comiteca and la Frailesca, and whose production it is mainly used to meet the needs of local consumers (Rodríguez-Licea, 2010; Villar *et al.*, 2011). In recent years, the demand for this type of grain has increased from 6 248 t currently produced to over 8 000 t to meet it must grow about 15 000 ha, for the temporary or permanent establishment of an increasing number of Central American immigrants in the entity, with consumption preference for red bean (Villar *et al.*, 2010); this represents an opportunity to increase acreage, and even to export to Honduras, Nicaragua and El Salvador, and to the United States of America, where inhabitants from these Central American countries live (Paz *et al.*, 2007).

Currently, red vean sowings are made with creole materials of low yield potential, very specific adaptation and susceptible to diseases like yellow golden mosaic and poor adaptation in acid soils of low fertility from the state of Chiapas (Villar *et al.*, 2011). In the Bean Program from the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP) for the southeast of Mexico, have been performing studies to evaluate lines introduced from Central America, red bean lines, which has allowed to identify outstanding materials in terms of yield, adaptation and grain type that consumers demand; in this way Sangre Maya variety was generated for tropical areas from the state of Chiapas (Villar-Sánchez *et al.*, 2013).

This variety originated from a triple cross (NCB 228 x RCB 224) F1 x SXB 244, performed at the International Center for Tropical Agriculture (CIAT) in Cali, Colombia

permitido identificar materiales sobresalientes en cuanto a su rendimiento y adaptación y con el tipo de grano que demandan los consumidores; de esta manera se generó la variedad Sangre Maya, para las áreas tropicales del estado de Chiapas (Villar- Sánchez *et al.*, 2013).

Esta variedad se originó de la cruce triple (NCB 228 x RCB 224) F1 x SXB 244, realizada en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Cali, Colombia y obtenida por selección gamética (planta individual) en F1, para crear una familia única derivada de F1, y luego continuó con F2 seleccionada en condiciones de sequía en el CIAT-Palmira, Colombia. La F3 se estableció en Popayán, Colombia, donde las plantas fueron inoculadas con el hongo (*Colletotrichum lindemutianum*) (Sacc. & Magn.) Scrib., que provoca la enfermedad de antracnosis y se tomaron plantas individuales resistentes. La F4 se sembró en Santander de Quilichao, Colombia, en suelo ácido, con estrés moderado de bajo fósforo e inoculado con el hongo (*Phaeoisariopsis griseola*) (Sacc.) Ferraris, que provoca la enfermedad de mancha angular. La F5 se sembró en Palmira, Colombia, para cuantificar rendimiento bajo sequía, y se seleccionó una planta individual para obtener una F6 uniforme. La línea de la cual se generó la variedad Sangre Maya, se introdujo a México en 2009 y al estado de Chiapas en 2010, con el código RCB 592, a través de un ensayo uniforme de rendimiento, que se condujo en diferentes localidades de Chiapas de 2010 a 2012, con la finalidad de determinar su respuesta en rendimiento, resistencia a enfermedades y adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad (Villar *et al.*, 2013).

Entre las principales características agronómicas de Sangre Maya están las siguientes: hábito de crecimiento indeterminado, con guías de longitud intermedia y plantas arbustivas, erectas y compactas tipo II (Singh, 1982), con hojas pequeñas y una altura de su dosel promedio de 48.5 cm. La floración ocurre en promedio a los 38 días después de la siembra y su madurez fisiológica a los 70 días. Sus flores son de color blanco, el tallo es verdoso y sus vainas son blancas en madurez fisiológica y de color blanco cremoso a la cosecha, con granos pequeños, de color rojo, opaco y de forma ovoide. Dentro de las características más sobresalientes de esta variedad son su resistencia a la enfermedad del virus del mosaico amarillo dorado del frijol (BGYMV), su adaptación a los suelos ácidos del trópico húmedo de Chiapas y su precocidad, que le permite adaptarse a los periodos de sequía intermitente en el ciclo de temporal y terminal en el ciclo de humedad residual (Villar- Sánchez *et al.*, 2013).

and obtained by gametic selection (individual plant) in F1, to create only one family derived from F1 and then continued with F2 selection under drought conditions at CIAT-Palmira, Colombia. The F3 was established in Popayan, Colombia, where plants were inoculated with the fungus (*Colletotrichum lindemutianum*) (Sacc. & Magn.) Scrib., which causes anthracnose disease and resistant individual plants were collected. F4 was sown in Santander de Quilichao, Colombia, in acidic soil, with moderate stress of low phosphorus and inoculated with the fungus (*Phaeoisariopsis griseola*) (Sacc.) Ferraris, causing angular leaf spot disease. F5 was planted in Palmira, Colombia, to quantify yield under drought, and a single plant was selected to obtain a uniform F6. The line from which the variety Sangre Maya was generated, was introduced to Mexico in 2009 and to the state of Chiapas in 2010, with the code RCB 592 through a uniform trial of yield, which was conducted in different locations in Chiapas from 2010 to 2012, in order to determine their yield response, disease resistance and adaptation to acid soils of low fertility (Villar *et al.*, 2013).

Among the main agricultural characteristics of Sangre Maya are the following: indeterminate growth habit, with intermediate length vines and shrubs, erect and compact type II (Singh, 1982), with small leaves and a height of its average canopy of 48.5 cm. Flowering occurs on average at 38 days after sowing and physiological maturity at 70 days. Its flowers are white, the stem is green and pods are white in physiological maturity and creamy white to harvest, with small grains, red, opaque and ovoid. Among the most outstanding characteristics of this variety are its resistance to disease bean golden yellow mosaic virus (BGYMV), adaptation to acid soils from the humid tropics of Chiapas and its earliness, which allows it to adapt to intermittent drought under rainfed cycle and ends in the residual moisture cycle (Villar- Sánchez *et al.*, 2013).

From 2010 to 2012, Sangre Maya was compared with the variety Bribri and Creole Coloradito in a uniform yield trial conducted in nine environments from the state of Chiapas, under rainfed, residual moisture and irrigation conditions. The new variety outperformed the commercial controls. Under rainfed conditions, Sangre Maya exceeded 12.9% the yield from Bribri and by 56.2% to Creole Coloradito. Under residual moisture the percentages of superiority of the new variety were 3.2 and 19.8%, while under irrigation,

Durante el periodo de 2010 a 2012, Sangre Maya se comparó con la variedad Bribri y el criollo Coloradito, en un ensayo uniforme de rendimiento que se condujo en nueve ambientes del estado de Chiapas, bajo condiciones de temporal, humedad residual y riego. La nueva variedad superó en rendimiento a los testigos comerciales. En condiciones de temporal, Sangre Maya superó 12.9% el rendimiento de Bribri y 56.2% el del criollo Coloradito. Con humedad residual los porcentajes de superioridad de la nueva variedad fueron de 3.2 y 19.8%, mientras que en condiciones de riego, fueron de 5.6 y 28.8%, respectivamente. El promedio general de rendimiento de Sangre Maya fue 9.0 y 40.4% superior al de Bribri y el criollo Coloradito (Cuadro 1). Estos resultados muestran el mayor potencial de rendimiento, que tiene la nueva variedad, con respecto al criollo coloradito, que comúnmente utilizan los agricultores en el estado de Chiapas (Villar-Sánchez *et al.*, 2013).

were 5.6 and 28.8%, respectively. The overall average yield of Sangre Maya was 9.0 and 40.4% higher than Bribri and Creole Coloradito (Table 1). These results show the higher yield potential, that the new variety has regarding to Creole coloradito, commonly used by farmers in the state of Chiapas (Villar-Sánchez *et al.*, 2013).

Under the rainfed cycle from 2012 in the town of Emiliano Zapata, municipality of Villaflores, Chiapas, intermittent drought conditions and temperatures above 30 °C, favored the presence of high populations of whitefly (*Bemisia tabaco* Gennadius) causing bean golden yellow mosaic virus (BGYMV). During the beginning of the reproductive stage of the crop (35 days after planting), the reaction of Sangre Maya, Creole Coloradito and Bribri were evaluated to measure the incidence of this disease (CIAT, 1987),

Cuadro 1. Rendimiento (kg ha⁻¹) de Sangre Maya y dos testigos comerciales de frijol rojo en nueve ambientes del estado de Chiapas. Periodo de 2010 a 2012.

Table 1. Yield (kg ha⁻¹) of Sangre Maya and two commercial controls of red bean under nine environments from the state of Chiapas. Period 2010 to 2012.

Condición/Localidad/Municipio	Año	Sangre Maya	Bribri	Criollo Coloradito
Temporal				
Ocozocoautla	2010	594	643	482
Ocozocoautla	2011	1 816	1 427	1 221
Ocozocoautla 1	2012	1 472	1 400	730
Ocozocoautla 2	2012	1 481	1 457	998
Emiliano Zapata	2012	501	267	322
Promedio		1 173	1 039	751
Humedad residual				
Ocozocoautla	2011	1 349	927	1216
Ocozocoautla 1	2012	836	1 050	650
Ocozocoautla 2	2012	731	849	566
Promedio		972	942	811
Riego				
Ocozocoautla	2011	1 100	1 042	854
Promedio general		1 097.8	1 006.9	782.1
Incremento respecto a testigos (%)			9	40.4
DMS		220		
CV		34.19		

Durante el ciclo de temporal de 2012, en la localidad de Emiliano Zapata, municipio de Villaflores, Chis., las condiciones de sequía intermitente y temperaturas mayores

which reduces significantly grain yield, especially when it occurs during the vegetative stage of the crop (López *et al.*, 2003; Villar *et al.*, 2003).

a 30 °C, favorecieron la presencia de altas poblaciones de mosquita blanca (*Bemisia tabaco* Gennadius), que provocó la enfermedad del virus del mosaico amarillo dorado del frijol (BGYMV). Durante el inicio de la etapa reproductiva del cultivo (35 días después de la siembra), se evaluó la reacción de Sangre Maya, el criollo Coloradito y la variedad Bribri, a la incidencia de esta enfermedad (CIAT, 1987), la cual reduce significativamente el rendimiento de grano, principalmente cuando se presenta durante la etapa vegetativa del cultivo (López *et al.*, 2003; Villar *et al.*, 2003).

La nueva variedad presentó una incidencia menor a 10% y un rendimiento de grano de 521 kg ha⁻¹, mientras que Bribri y el criollo Coloradito, mostraron incidencias de 30 y 64%, con rendimientos de grano 267 y 322 kg ha⁻¹, respectivamente. Estos resultados indican que Sangre Maya es una buena alternativa de siembra para disminuir riesgos de producción por la incidencia del BGYMV en el estado de Chiapas (López *et al.*, 2002).

En el estado de Chiapas, algunas áreas de las zonas productoras de frijol presentan el problema de suelos ácidos, con pH y saturación de bases, menores a 5 y 30%, respectivamente, así como saturación de aluminio mayor a 20%, que limitan la producción de grano (Buerkert, 1989; Zetina *et al.*, 2002; Tosquy *et al.*, 2008). En el temporal de 2012, Sangre Maya, se evaluó, junto con los mismos testigos, en condiciones de campo en un suelo ácido con pH de 4 y saturación de aluminio de 20% de la localidad de Emiliano Zapata, sin y con aplicación de 1 t ha⁻¹ de cal agrícola (Buerkert *et al.*, 1990; Villar *et al.*, 2003).

La Nueva variedad mostró la mejor respuesta en el rendimiento de grano, en ambas condiciones de manejo de suelo. Con cal, Sangre Maya obtuvo un rendimiento 11.9 y 29.1%, superior a los obtenidos por Bribri y el criollo Coloradito, respectivamente, mientras que con estrés por suelo ácido, la nueva variedad superó en 21.8 y 61%, el rendimiento de los testigos. El menor porcentaje de decremento del rendimiento de Sangre Maya, es indicativo de que esta variedad tiene mejor adaptación a los suelos ácidos del centro del estado de Chiapas, que la variedad Bribri y el criollo Coloradito (Cuadro 2).

La variedad Sangre Maya se adapta a las áreas tropicales del estado de Chiapas, en altitudes que van desde 0 hasta 1200 m, como es el caso de la región denominada Meseta Comiteca. Puede sembrarse en el ciclo de verano, bajo temporal, en otoño-invierno con humedad residual y en

The new variety had a lower incidence to 10% and grain yield of 521 kg ha⁻¹, while Bribri and Creole Coloradito showed incidence of 30 and 64%, with grain yields of 267 and 322 kg ha⁻¹, respectively. These results indicate that Sangre Maya is a good alternative to reduce production risks by BGYMV incidence in the state of Chiapas (López *et al.*, 2002).

In the state of Chiapas, some bean producing areas have the problem of acid soils with pH and base saturation, lower than 5 and 30%, respectively, thus aluminum saturation higher than 20%, limiting grain production (Buerkert, 1989; Zetina *et al.*, 2002; Tosquy *et al.*, 2008). In the rainfed from 2012, Sangre Maya, was evaluated along with the same controls, under acidic soil with a pH of 4 and aluminum saturation of 20% in the locality of Emiliano Zapata, with and without application of 1 t ha⁻¹ of agricultural lime (Buerkert *et al.*, 1990; Villar *et al.*, 2003).

The new variety showed the best response in grain yield under both conditions of soil management; with lime, Sangre Maya obtained a yield 11.9 and 29.1%, higher than those obtained by Bribri and Creole Coloradito, respectively, whereas with acidic soil stress, the new variety exceeded in 21.8 and 61%, the yield from the control. The lower percentage of yield decrement of Sangre Maya, is indicative that this variety has better adaptation to central acid soils from central Chiapas, than the variety Bribri and Creole Coloradito (Table 2).

Cuadro 2. Rendimiento de grano de Sangre Maya y dos testigos de frijol rojo, en suelo ácido, sin y con aplicación de cal. Ciclo de verano de 2012.

Table 2. Grain yield of Sangre Maya and two control of red bean, in acidic soil with and without liming. 2012 Summer cycle.

Genotipo	Condición de suelo		Decremento (%)
	1 t ha ⁻¹ cal	Sin cal	
Sangre Maya	1175	950	19.15
Bribri	1050	780	25.71
Criollo Coloradito	910	590	35.17
Promedio	1045	773.3	26
CV	35.1		
DMS	311		

Sangre Maya variety adapts to tropical areas from the state of Chiapas, at altitudes ranging from 0 to 1 200 m, as in the case of the region called Meseta Comiteca. It can be sown in

invierno-primavera en condiciones de riego, donde se asegure la disponibilidad de una lámina de agua de alrededor de 400 mm, y una temperatura media anual de entre 24 y 26 °C (López *et al.*, 2002).

La variedad Sangre Maya es una alternativa para mitigar los efectos del cambio climático, que han provocado atraso en la fecha de siembra en el ciclo de temporal, así como ocurrencia frecuente de periodos de sequía terminal en las siembras de humedad residual del centro del estado de Chiapas, ya que su característica sobresaliente de precocidad (80 días de siembra a cosecha), le permite adaptarse a periodos cortos de crecimiento en temporal y a escapar de la sequía terminal en humedad residual (Villar-Sánchez *et al.*, 2013).

Conclusiones

La variedad Sangre Maya se generó del proyecto 6057187A “Desarrollo de variedades de frijol de alto rendimiento, tolerantes a sequía, resistentes a patógenos y con la calidad que demanda el consumidor” que fue financiado por el CONACYT-SAGARPA. En abril de 2014 se obtuvo su registro definitivo en el SNICS, con número FRI-088-060314, para su uso comercial. En el Campo Experimental Centro de Chiapas se dispone de la semilla original de esta variedad, para producir semilla básica y registrada para ofertarla a las asociaciones de productores y empresas interesadas en la producción de semilla certificada de frijol.

Literatura citada

- Buerkert, A. 1989. Effects of liming and soil acidity on stand establishment, nodulation, yield, components of yield, and economics in common bean: an on-farm research approach in Chiapas, Mexico. Tesis de MSc. graduate division of the University of California. Davis, CA, USA. 68 p.
- Buerkert, A. C.; Cassman, G. K.; De la Piedra, C. R. and Munns, N. D. 1990. Soil acidity and liming effects on stand, nodulation and yield of common bean. *Agron. J.* 82(4):749-754.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Schoonhoven, A. van y Pastor-Corrales, M.A. (Comps.). CIAT. Cali, Colombia. 56 p.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3ª Edición. Instituto de Geografía -UNAM. 300 p.
- Guzmán, M. S. H.; Acosta, G. J. A.; Álvarez, M. S.; García, D. y Loarca, P. 2002. Calidad alimentaria y potencial nutraceutico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agríc. Téc. Méx.* 28(2):159-173.

the summer cycle, under rainfed, in fall-winter with residual moisture and in winter-spring under irrigation conditions, which ensures the availability of a water lamina of about 400 mm and an average annual temperature between 24 and 26 °C (Lopez *et al.*, 2002).

Conclusions

Sangre Maya variety is an alternative to mitigate the effects of climate change, which have caused delays in planting date under rainfed cycle, as frequent occurrence of terminal drought under sowings of residual humidity in central state Chiapas, as its outstanding feature of precocity (80 days from planting to harvest), allows it to adapt to short growth periods under rainfed and escape from terminal drought under residual moisture (Villar-Sánchez *et al.*, 2013).

End of the English version



- López, S. E.; Acosta, G. J. A.; Cumplan, G. J.; Cano, R. O.; Villar, S. B. y Becerra, L. E. N. 2002. Adaptación de genotipos de frijol común en la región tropical húmeda de México. *Agríc. Téc. Méx.* 28(1):35-42.
- López, E.; Tosquy, O. H.; Villar, B.; Becerra, E. N. y Ugalde, F. J. 2003. Adaptación, resistencia múltiple a enfermedades y tolerancia a suelos ácidos en genotipos de frijol. *Agron. Mesoam.* 14(2):151-155.
- Paz, M. T.; Flores, S. y Delmelle, G. 2007. Informe de cadena de frijol rojo en Nicaragua. International Food Policy Research Institute. <http://www.ruta.org/downloads/CDCAFTA/documentos/ni/InformeFinalCadenaDeFrijolNicaragua.pdf>. 34 p.
- Rodríguez, G.; García, J. A.; Rebollar, S. y Cruz, A. C. 2010. Preferencias del consumidor de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México: factores y características que influyen en la decisión de compra diferenciada por tipo y variedad. *Paradigma Económico.* 2(1):121-145.
- SAGARPA. 2015. Anuarios estadísticos de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México, D. F. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
- Singh, S. P. 1982. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 25:92-95.
- Tosquy, V. O. H.; López, S. E.; Zetina, L. R.; Ugalde, A. F. J.; Villar, S. B. y Cumpián, G. J. 2008. Selección de genotipos de frijol con adaptación a suelos ácidos. *Terra Latinoamericana.* 26(3):227-233.
- Ulloa, J. A., Rosas Ulloa Petra, Ramírez José Carmen, Ulloa Rangel Blanca Estela. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente.* 3(8):5-9.

- Villar, S. B.; López, S. E. y Acosta, G. J. 2003. Selección de genotipos de frijol por rendimiento y resistencia al mosaico dorado y suelos ácidos. *Rev. Fitotec. Méx.* 26(2):109-114.
- Villar, S. B.; López, S. E.; Tosquy, V. O. H. y Ugalde, A. F. J. 2010. Rojo INIFAP, nueva variedad de frijol de grano rojo para el trópico de México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(5):681-686.
- Villar, S. B.; López, S. E.; Tosquy, V. O. H. y Ugalde, A. F. J. 2011. Rojo INIFAP. Nueva variedad de frijol de grano rojo para el estado de Chiapas. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. INIFAP. Campo Experimental Centro de Chiapas. Folleto técnico Núm. 11. 20 p.
- Villar, S. B.; López, S. E.; Tosquy, V. O. H.; Cruz, C. F. J. y Acosta, G. J. A. 2013. Sangre Maya. Nueva variedad de frijol de grano rojo para el estado de Chiapas y regiones bajo condiciones similares. Ocozocoautla de Espinosa, Chis., México. INIFAP. Campo Experimental Centro de Chiapas. Folleto técnico Núm. 17. 26 p.
- Zetina, L. R.; Pastrana, A. L.; Romero, M. J. y Jiménez, Ch. J. A. 2002. Manejo de suelos ácidos para la región tropical húmeda de México. Sayula, Mpio. De Isla, Veracruz, México. INIFAP Campos Experimentales de Papaloapan y Huimanguillo. México. Libro técnico Núm. 10. 170 p.