

BAYO AZTECA, PRIMERA VARIEDAD MEJORADA DE FRIJOL CON RESISTENCIA A *Apion godmani* Wagner*

BAYO AZTECA, FIRST IMPROVED BEAN VARIETY WITH RESISTANCE TO *Apion godmani* Wagner

Ramón Garza-García^{1§}, Carmen Jacinto-Hernández¹ y Dagoberto Garza-García¹

¹Campo Experimental Valle de México. INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco, km. 13.5. Coatlinchan, Texcoco, Estado de México. C. P. 56250. Tel. 01 595 9212738. Ext. 149, 165 y 148. [§]Autor para correspondencia: rgarzagarcia@yahoo.com.mx.

RESUMEN

Bayo Azteca, la primera variedad mejorada de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), con resistencia a una plaga insectil, ha sido obtenida por el programa de frijol del Campo Experimental Valle de México, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias por cruza múltiple, esto involucró un largo proceso de mejora genética. Bayo Azteca es la primera variedad mejorada resistente al picudo del ejote (*Apion godmani* Wagner), un curculiónido que ataca al frijol en las zonas templadas de los valles altos de la Mesa Central de México, causando pérdidas que varían desde 50% hasta 90%. Al igual que otras variedades es también resistente a antracnosis [*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) Briosi & Cav.] y tizón común [*Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* (Smith) Dye]. La nueva variedad fue desarrollada para los Valles Altos de la mesa central desde 1 800 a 2 300 m de altitud. Su hábito de crecimiento es indeterminado tipo III, guías cortas y flor blanca, las vainas son de tamaño mediano a grandes con 5 a 6 granos medianos, tiene alto potencial de rendimiento y plasticidad fenológica. En los Valles Altos, es de precocidad intermedia (102 a 118 días a madurez); Bayo Azteca es además de rápida cocción y con alto contenido de proteína.

Palabras clave: *Apion godmani*, enfermedades, plagas.

ABSTRACT

Bayo Azteca, the first improved bean variety (*Phaseolus vulgaris* L.), with resistance to an insect plague, has been obtained via multiple crossing by bean program of the Valley of Mexico Experimental Station (CEVAMEX), of the National Research Forestry, Agriculture and Livestock Institute (INIFAP), which required a long process of genetic improvement. Bayo Azteca is the first improved variety resistant to bean pod weevil (*Apion godmani* Wagner), which is a curculionidae that attacks beans in template zones of the Central Highlands of Mexico and causes 50-90% losses. Similar to other varieties, the Bayo Azteca is resistant to anthracnose [*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) Briosi & Cav.] and common blight [*Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* (Smith) Dye]. The new variety was developed for Central Highlands of Mexico for an altitude that ranges from 1 800 to 2 300 masl. Its growth habit is type III non-determined, short guides, and white flower; its sheaths are of medium and large sizes with 5 or 6 medium size grains each, it has a high potential yield and phenological plasticity. In the Highlands, it is of intermediate earliness (it takes from 102 to 118 days to maturity); Bayo Azteca is also of fast cooking and rich in proteins.

Key words: *Apion godmani*, diseases, plagues.

* Recibido: marzo de 2010
Aceptado: noviembre de 2010

La región de los Valles Altos de la Mesa Central comprende los estados de Tlaxcala, Distrito Federal y parte del Estado de México, Puebla, Hidalgo y Querétaro; en ella se siembran alrededor de 140 000 hectáreas de frijol, aunque existen tan sólo en el Estado de México, 180 000 hectáreas potencialmente aptas para este cultivo. La siembra de frijol se concentra en lugares de 1 800 a 2 300 m de altitud; con 84% bajo condiciones de temporal durante el ciclo de verano. El rendimiento promedio que se obtiene es de 670 kg ha⁻¹ (SIAP, 2008).

El cultivo de frijol enfrenta factores adversos cuya intensidad varía por las condiciones agroclimáticas. Son frecuentes enfermedades como roya [*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* (Per.) Unger.], antracnosis [*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) Briosi & Cav.] y tizón común [*Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* (Smith) Dye], plagas como la conchuela (*Epilachna varivestis* Mulsant), gorgojos (*Acanthoscelides obtectus* Say) y picudo del ejote (*Apion godmani* Wagner); este último también representa una plaga en las zonas frijoleras de Guatemala, Honduras, El Salvador y norte de Nicaragua (Salguero *et al.*, 1987).

En México el picudo del ejote *A. godmani* Wagner (Coleoptera:Curculionidae) es una plaga exclusiva del frijol y su distribución abarca desde 1 600 a 2 600 msnm (Guevara *et al.*, 1960). Las pérdidas en la producción, causadas por este insecto al cultivo de frijol en México, varían desde 50% (Blackaller, 1946; Cardona, 1989; Garza, 1998) hasta 90% (Enkerlin, 1957). En algunos casos puede llegar a ser más importante que la conchuela (*Epilachna varivestis* Mulsant), sobre todo en las variedades precoces e intermedias, las cuales escapan a la defoliación causada por esta última plaga, pero no al ataque del curculiónido (Garza, 1990); particularmente porque su daño no es visible, sino hasta cuando se abren las vainas y se observan los granos dañados, por tanto el uso de variedades resistentes resulta más práctico y económico (Guevara *et al.*, 1960).

Bayo Azteca, se obtuvo a través de un proceso largo de trabajo multidisciplinario, se distingue de las demás variedades por su resistencia al picudo del ejote, alto potencial de rendimiento, excelente calidad de grano y alta plasticidad fenológica, que le permite adaptarse a condiciones de temporal crítico y lluvioso.

The Highlands region is conformed by the States of Tlaxcala, Distrito Federal, State of Mexico, Puebla, Hidalgo and Querétaro; in that region 140 000 hectares of beans are planted, although only within the State of Mexico there are 180 000 hectares that are potentially suitable for this type of crop. The planting of beans is concentrated in places of 1 800 to 2 300 masl; 84% of such land is under conditions of abundant rain during the summer. The obtained average yield is 670 kg ha⁻¹ (SIAP, 2008).

The growing of beans faces adverse factors of varying intensities that depend on the agro-climatic conditions. Some diseases are frequent, as rust [*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* (Per.) Unger.], anthracnose [*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) Briosi & Cav.], common blight [*Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* (Smith) Dye], including plagues as the Mexican bean beetle (*Epilachna varivestis* Mulsant), weevils (*Acanthoscelides obtectus* Say), and bean pod weevil (*Apion godmani* Wagner); this last one represents a plague in the bean crop zones of Guatemala, Honduras, El Salvador, and Northern Nicaragua (Salguero *et al.*, 1987).

In Mexico, bean pod weevil *A. godmani* Wagner (Coleoptera:Curculionidae) is a plague exclusive of beans and its distribution extends from 1 600 to 2 600 masl (Guevara *et al.*, 1960). The losses in production caused by this insect to bean growing in Mexico vary from 50% (Blackaller, 1946; Cardona, 1989; Garza, 1998) to up to 90% (Enkerlin, 1957). In some cases such loss could even be more considerable than the one caused by Mexican bean beetle (*Epilachna varivestis* Mulsant), especially in the early and intermediate varieties; which escape defoliation caused by this latter plague, but not to attack of curculionidae (Garza, 1990); particularly because its damage only becomes visible when the sheaths open and it can be observed the damaged grains and, thus the use of resistant varieties ends up being cheaper and more practical (Guevara *et al.*, 1960).

Bayo Azteca bean was obtained via a long process of multidisciplinary work; it distinguishes itself from other varieties due to its resistance to bean pod weevil, high potential yield, excellent grain quality and high phenologic plasticity, which allow it to adapt to conditions of either poor or abundant rain.

Origen

Bayo Azteca se obtuvo a partir de una población generada en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), mediante cruza múltiple que involucraron siete progenitores. En 1994 se recibió la población segregante (F_2) en el CEVAMEX-INIFAP; donde se siguió el método de pedigrí y se hicieron pruebas de progenie en los siguientes tres años, seleccionando por resistencia a picudo del ejote, antracnosis y tizón común.

Posteriormente también durante tres años se hicieron selecciones por rendimiento, adaptación y resistencia a antracnosis y tizón común, y en los siguientes tres años se consideraron como criterios de selección el rendimiento, calidad de cocción y el alto contenido de proteína; siempre cuidando la respuesta de resistencia a antracnosis y tizón común, hasta llegar a ensayos de rendimiento y definir como variedad a Bayo Azteca.

Debido a la gran cantidad de padres que se utilizaron en esta cruce fue hasta la generación F_9 , en 2001, cuando se empezó la selección masal, cuando se observó mayor uniformidad en sus características fenotípicas y de calidad de grano. En el proceso de selección se le asignó el nombre de M-93, cuyo pedigrí es C93-1-51SL-19SL-18SL-5SL-5SL-5SL-1SL-0SL.

Características de la variedad

Bayo Azteca es una variedad que posee las siguientes características: hábito de crecimiento indeterminado tipo III o semiguía, flor blanca, guía corta, resistente a picudo del ejote, antracnosis y tizón común; de ciclo biológico intermedio (102 a 118 días a madurez); de vainas de tamaño mediano a grandes con 5 a 6 granos de tamaño mediano, suave a la cocción y con alto contenido de proteína. Bayo Azteca es una variedad de amplia adaptación y el mayor potencial de rendimiento lo expresa en lugares con altitudes de 1 800 a 2 300 msnm, suelos profundos (migajón arcillo-arenosos) y con precipitación alrededor de 300 mm, bien distribuidos durante su ciclo biológico.

Al comparar Bayo Azteca con Bayo INIFAP y Flor de Mayo M-38, que son las variedades de mayor rendimiento y que se recomiendan actualmente, a través de diferentes localidades y años, Bayo Azteca las supera en rendimiento, alcanzando hasta 2 770 kg ha⁻¹ bajo condiciones de buen temporal, mientras que en el ambiente más crítico el rendimiento fue de aproximadamente 1 000 kg ha⁻¹, su eficiencia en rendimiento

Origin

Bayo Azteca variety was obtained via a population generated at Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) through multiple crossings that involved seven parents. In 1992 the segregating population (F_2) was received at CEVAMEX-INIFAP; where pedigree method was followed and progenies tests were performed in the immediate three following years, selecting resistance to bean pod weevil, anthracnose, and common blight.

Subsequently, also during three years, selections were made using following criteria: by yield, adaptation, and resistance to anthracnose and common blight, and in the next three years yield, cooking quality, and high protein content, were considered as selection criteria, but always paying attention to resistance response to anthracnose and common blight, until achieving yield essays thus defining Bayo Azteca as a variety.

Due to large amount of parents that were used in this breed, it was until F_9 generation, in 2001, when bulk selection began, until greater uniformity was observed in its phenotypical and grain quality characteristics. During selection process it was assigned the name of M-93, whose pedigree is C93-1-51SL-19SL-18SL-5SL-5SL-5SL-1SL-0SL.

Characteristics of the variety

Bayo Azteca is a variety that has the following characteristics: growth habit type III non-determined or semi-guided, white flower, short vine, resistant to bean pod weevil, to anthracnose, and to common blight; it is of intermediate biological cycle (from 102 to 118 days to maturity), it is of medium and large size sheaths with 5 or 6 medium-size grains each, easy to cook, and it is high in proteins. Bayo Azteca is a variety of wide adaptation and it expresses the biggest potential yield in places at altitudes ranging from 1 800 to 2 300 masl, deep soils (clay-sandy crumb), and with rains of about 300 mm, all well distributed during its biological cycle.

When comparing Bayo Azteca with Bayo INIFAP and Flor de Mayo M-38, which are varieties of greater yield and that are currently recommended throughout different localities and years, Bayo Azteca overcomes them, reaching up to 2 700 kg ha⁻¹ under good raining conditions, whereas in the most critical environment the yield was of approximately 1 000 kg ha⁻¹, its efficiency in

se asocia con su mayor tolerancia a enfermedades y sobre todo en su resistencia al picudo del ejote. En promedio, Bayo Azteca superó 25% el rendimiento de Bayo INIFAP y 34% a Flor de mayo M38.

El rendimiento potencial (>2 t ha⁻¹) de Bayo Azteca representa aproximadamente 40-50% mayor al rendimiento de variedades criollas e incluso de algunas mejoradas con tipo de grano similar, que se siembran en zonas de temporal lluvioso de la Mesa Central, como Bayomex y Canario 107.

La resistencia al picudo del ejote la hace única y diferente a las variedades mejoradas que existen actualmente, como Bayo INIFAP, Bayomex, Canario 107, entre otras. Esta resistencia al picudo del ejote y a enfermedades como antracnosis y tizón común redundará en un ahorro en el uso de plaguicidas y por consiguiente una disminución en los costos de producción, así como en menor impacto negativo al ambiente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Calificación del grado de respuesta de genotipos de frijol al ataque del picudo del ejote, en el Estado de México e Hidalgo.

Table 1. Classification of response degree of bean genotypes to attack of bean pod weevil in State of Mexico and Hidalgo.

Localidad y ciclo de cultivo	Variedades de frijol				
	Canario 107	Bayomex	Bayo INIFAP	Flor de Mayo M-38	Bayo Azteca
	Porcentaje de grano dañado por picudo del ejote y calificación				
Santa Lucía de Prías, Texcoco, México, P-V 1996	92.2 S				21.5 RI
Santa Lucía de Prías, Texcoco, México, P-V 1997	72.8 S	82.1 S		34.6 RI	27.9 RI
Atotonilco el Grande, Hidalgo, P-V 2001		57.6 S		69.8 S	26.8 RI
Atotonilco el Grande, Hidalgo, P-V 2003			84.4 S	47.5 S	39.3 RI

P-V= primavera verano; S=susceptible; RI= resistencia intermedia; escala tomada y modificada de Garza *et al.*, 1996.

Por las características físicas Bayo Azteca es preferente para la zona centro. La calidad de Bayo Azteca se comparó con dos variedades sobresalientes para Valles Altos de la Mesa Central. El peso y el tamaño de grano son similares a Bayo INIFAP y Flor de Mayo M-38. En laboratorio se realizaron pruebas de calidad tecnológica, el tiempo de cocción se evaluó por el método de evaluación sensorial, cuyo principio asemeja a la cocción que se realiza a nivel doméstico.

Bayo Azteca mostró menor propensión al endurecimiento de la testa, pues su absorción de agua después de 18 horas de remojo fue 100%, con respecto a su peso seco. Asimismo, tiende a superar a Bayo INIFAP en cuanto a su suavidad para la cocción, y es superior a Flor de Mayo M38 en su contenido

yield is associated to its higher tolerance to diseases and especially to its resistance to bean pod weevil. In average, the Bayo Azteca overcame Bayo INIFAP by 25% and Flor de Mayo M-38 by 34%.

The potential yield (>2 t ha⁻¹) of Bayo Azteca is approximately 40 to 50% greater than yield of creole and even some improved varieties with similar grain type, which are planted in zones of abundant rain of Central Mexico, such as Bayomex and Canario 107.

The resistance to bean pod weevil makes it unique and different when compared with improved varieties that currently exist, as Bayo INIFAP, Bayomex, Canario 107, and others. This resistance to bean pod weevil and to diseases such as anthracnose and common blight will result in considerable savings on pesticides and thus a reduction in production costs, including less adverse impact to environment (Table 1).

Due to its physical characteristics, Bayo Azteca is more preferable for the central zone. The quality of Bayo Azteca was compared with two outstanding varieties of Central Highlands. Grain weight and size are similar to the ones of Bayo INIFAP and Flor de Mayo M-38. Technological quality tests were performed in laboratory, cooking time was evaluated by the sensorial evaluation method, in which principle is similar to cooking that is done in household settings.

Bayo Azteca showed a lower tendency to coat hardening because its water absorption, after 18 hours of soaking, was 100% in relation to its weight when dry. Likewise, it tends to surpass Bayo INIFAP regarding its easiness to cook, and it is also superior to Flor de Mayo M-38 in protein contents (Table

de proteína (Cuadro 2), que varió de 23 a 28%, lo cual se considera elevado, por lo cual los consumidores de esta nueva variedad beneficiarán su aporte de proteína y con ello su nivel nutrimental. El contenido promedio de sólidos en el caldo de Bayo Azteca es 0.35%, se asocia con un caldo moderadamente espeso que lo hace preferido para preparaciones caldosas.

2), which varied from 23 to 28%, which is considered high, thus the consumers of this new variety will benefit their contribution from protein and in this way their nutrimental level. The average content of solids in Bayo Azteca soups is 0.35%, which is associated with a moderately thick soup that makes it more suitable for soggy meals.

Cuadro 2. Calidad tecnológica y contenido de proteína de la variedad Bayo Azteca en comparación con Bayo INIFAP y Flor de Mayo M38, en el Estado de México e Hidalgo.

Table 2. Technological quality and protein content of Bayo Azteca variety in comparison to Bayo INIFAP and Flor de Mayo M-38, in State of Mexico and Hidalgo.

Variedad	Peso (100 granos)	Volumen (100 granos)	Absorción de agua (%)	Sólidos en caldo (%)	Tiempo de cocción (min)	Proteína [§] (%)
Bayo Azteca	27.5	20.5	100	0.35	68	25
Bayo INIFAP	28	20.5	81	0.29	80	24.6
Flor de Mayo M-38	27.9	20.6	91	0.31	69	22.5

Los datos son un promedio de seis ambientes. [§]=proteína expresada en base seca.

Manejo agronómico

Para aprovechar el potencial de rendimiento de Bayo Azteca se recomienda sembrarla en la primera quincena de junio en surcos de 60 a 80 cm de separación, fertilizarla con 40-40-00 (N-P-K) a la siembra y con una densidad de plantas por hectárea de 100 000 a 130 000, con una distancia entre plantas de 10 cm. Además de seguir las recomendaciones que existen para frijol en lo que respecta a escardas, control de maleza y control de plagas insectiles, principalmente conchuela. Bayo Azteca se recomienda para suelos de mediana a alta productividad y con temporal lluvioso mayor a 300 mm, en los Valles Altos de la Mesa Central.

RECONOCIMIENTOS

Al programa colaborativo de frijol para Centroamérica, México y El Caribe (PROFRIJOL), por su financiamiento para los trabajos iniciales y el apoyo para la realización de las cruces múltiples, en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). A los doctores Shree P. Singh y César Cardona Mejía, por su asesoría y labor incansable, y por desarrollar durante su desempeño como investigadores del CIAT, las poblaciones segregantes de donde se partió para lograr esta nueva variedad. A la Fundación PRODUCE Estado de México, por el financiamiento parcial a los proyectos: “Desarrollo de variedades de frijol para los

Agronomic handling

In order to take advantage of potential yield of Bayo Azteca, it is recommended to plant it during first half of June in furrows of 60 to 80 cm apart each, fertilize it with 40-40-00 (N-P-K) at sowing and with a density of 100 000 to 130 000 plants per hectare, with a separation of 10 cm between plants. Additionally, it is important to observe recommendations that exist for bean growing regarding weeding, undergrowth control, and insect plagues, especially the one of Mexican bean beetle. Bayo Azteca is recommended for soils of medium and high productivity with rains greater than 300 mm in the Central Highlands of Mexico.

ACKNOWLEDGEMENTS


Thanks to the collaborative bean program for Centroamerica, Mexico y El Caribe (PROFRIJOL) for financing the initial works and the support to perform multiple crossings at the Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Thanks to Dr. Shree P. Singh and Dr. César Cardona Mejia for their advice and hard work and for serving as CIAT researchers and segregating the populations from where we took off in order to obtain this new variety. Thanks to the Fundación PRODUCE Estado de Mexico for the partial

Valles Altos de la Mesa Central” y “Validación de tecnología de producción de frijol en el Estado de México”, que contribuyó en las etapas avanzadas de esta variedad.

financing for “Development of bean varieties for the Central Highlands of Mexico” and “Validation of bean production technology in the State of Mexico” projects, this contributed during the advanced stages of this variety.

LITERATURA CITADA

End of the English version

-
- 
- Blackaller, V. A. 1946. El picudo del ejote. *Tierra* 2(6):305-306.
- Cardona, C. 1989. Insects and other invertebrate bean pests in Latin America. *In*: Schwartz, H. F. and Pastor-Corrales, M. A. (eds). Bean production problems in the tropics. 2nd. Edition. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 505-570 pp.
- Enkerlin, D. 1957. El picudo del ejote, *Apion godmani* Wagner, su importancia económica y experimentos para su control en el estado de Michoacán, México. Folleto misceláneo. Núm. 4. 126-130 pp.
- Garza, G. R. 1990. Determinación de la posible tolerancia al ataque del picudo del ejote en 22 materiales de frijol. *In*: memoria del II simposio nacional sobre plantas resistentes a insectos. Oaxaca, Oaxaca. Soc. Mex. Entomol. 31-56 pp.
- Garza, R. 1998. Mecanismos de resistencia del frijol, *Phaseolus vulgaris* L., al picudo del ejote *Apion godmani* Wagner (Coleoptera: Curculionidae) y búsqueda de marcadores moleculares como indicadores de esta resistencia. Tesis de Doctorado, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. 108 p.
- Garza, R.; Cardona, C. and Singh, S. P. 1996. Inheritance of resistance to the bean pod weevil (*Apion godmani* Wagner) in common beans from Mexico. *Theor. Appl. Genet.* 92:357-362.
- Guevara, C. J.; Patiño, G. y Casas, E. 1960. Selección de variedades de frijol resistentes al picudo del ejote. *Agric. Téc. Méx.* 10:10-12.
- Salguero, V.; Díaz, O.; García, E.; Monzón, F. A. y Cardona, C. 1987. El picudo de la vaina del frijol y su control. Guía de estudio para ser usada como complemento a la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. CIAT. Cali, Colombia. 42 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2008. Datos de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México. URL: <http://www.siap.gob.mx/index.php?idCat=107>.