

## “AZUFRASIN”: NUEVA VARIEDAD DE FRIJOL TIPO AZUFRADO PARA EL ESTADO DE SINALOA\*

## “AZUFRASIN”: A NEW YELLOW SEEDED DRY BEAN CULTIVAR FOR THE STATE OF SINALOA

Rafael Atanasio Salinas Pérez<sup>1</sup>, Franklin Gerardo Rodríguez Cota<sup>1</sup>, Isidoro Padilla Valenzuela<sup>1</sup>, Yeny Valencia Martínez<sup>1</sup> y Jorge Alberto Acosta Gallegos<sup>2§</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Valle del Fuerte. INIFAP. Carretera Internacional México-Nogales, km 1609. Colonia Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa. A. P. 342. C. P. 81110. (salinas.rafael@inifap.gob.mx), (rodriguez.franklin@inifap.gob.mx), (padilla.isidro@inifap.gob.mx), (valencia.yeny@inifap.gob.mx). <sup>2</sup>Campo Experimental Bajío. INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, km 6.5. C. P. 34110. Celaya, Guanajuato. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: acosta.jorge@inifap.gob.mx, jamk@prodigy.net.mx.

### RESUMEN

En el estado de Sinaloa, México el frijol amarillo del tipo Azufrado-Peruano, raza Nueva Granada, es el que mayor superficie ocupa para satisfacer la demanda interna y para la exportación a EE.UU. Se describe el desarrollo y características agronómicas de la nueva variedad de frijol, ‘Azufrafin’; cuya utilización permitirá ampliar el número de variedades disponibles de este frijol en el estado. Esta nueva variedad se desarrolló a partir de la cruce de tres líneas entre ((Azufrado Pimono-78/Canario-72)//AZPA-5); durante el desarrollo la selección se basó en la tolerancia a las enfermedades virales (BCMV y BCMNV), moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*) y resistencia a la roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*). Azufrafin es de hábito determinado tipo I, de porte alto con plantas de 45 cm, 100 días a la madurez fisiológica y el peso de cien semillas varía de 44 a 46 g. Azufrafin muestra adaptación en las áreas productoras de frijol del norte de Sinaloa bajo condiciones de riego, donde ha mostrado alta capacidad de rendimiento y alto grado de tolerancia a enfermedades durante el ciclo de otoño-invierno, superando en rendimiento a la variedad Azufrado Higuera con un promedio de 339 kg ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** adaptación, características agronómicas, tolerancia a enfermedades.

### ABSTRACT

In the state of Sinaloa, Mexico; the yellow bean of Azufrado-Peruano, Nueva Granada race, which occupies most of the surface area to meet the domestic demand and for exporting to the United States. The development and agronomic characteristics of the new bean variety are described, ‘Azufrafin’; whose use will expand the number of available varieties of this bean in the state. This new variety was developed from crosses between three lines ((Azufrado Pimono-78/Canario-72)//AZPA-5); during the development, the selection was based on tolerance to viral diseases (BCMV and BCMNV), white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) and resistance to rust (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*). Azufrafin has a determinate growth habit (Type I), high bearing with plants of 45 cm, 100 days to physiological maturity and a hundred seeds weight varies from 44 to 46 g. Azufrafin shows adaptation in bean-producing areas of northern Sinaloa under irrigated conditions, where it has shown high yield capability and high diseases tolerance during Autumn-Winter cycle, exceeding yield of Azufrado Higuera variety with an average of 339 kg ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** Adaptation, agronomic characteristics, disease tolerance.

\* Recibido: enero de 2011  
Aceptado: agosto de 2011

En Sinaloa la producción de frijol fluctúa entre 120 000 y 140 000 toneladas anuales, principalmente de frijol de grano amarillo tipo Azufrado-Peruano, considerado como preferente para el consumo (Castellanos *et al.*, 1997). Durante el otoño-invierno 2009-2010 se cultivaron 137 685 ha con frijol y se obtuvo una producción de 225 198 t, obteniendo un rendimiento medio de 1.78 t ha<sup>-1</sup> (SAGARPA, 2010). Sin embargo, en la actualidad más de 70% de la superficie cultivada con frijol en Sinaloa, es ocupada por la variedad Azufrado Higuera (Salinas *et al.*, 2008), que representa un riesgo para la manifestación de una epifitía, motivo por lo cual la generación de Azufrasin, ampliará el mosaico varietal en el estado.

### Origen

La variedad de frijol Azufrasin se desarrolló por el método genealógico modificado (Ferh, 1989), producto de la cruce de tres líneas [(Azufrado Pimono-78/Canario-72)//AZPA-5]. Ésta se efectuó con el objetivo de incrementar el nivel de tolerancia a virosis y el nivel de rendimiento, conservando la calidad de grano de alta demanda comercial de tipo Azufrado-Peruano. Su desarrollo incluyó cruzamiento, selección individual en F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub>, selección de compuesto masal en F<sub>4</sub> y F<sub>5</sub> considerándose uniforme en F<sub>6</sub>. El proceso de desarrolló se llevó a cabo bajo condiciones de riego en el Campo Experimental Valle del Fuerte del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en Los Mochis, Sinaloa.

En el proceso de formación de Azufrasin, el cruzamiento se llevo ha cabo durante el ciclo de otoño invierno 1989-1990, se avanzó en masa en primera generación filial (F<sub>1</sub>) en 1990-1991 y se practicó selección individual durante las generaciones filiales (F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub>), con base a sus reacciones de tolerancia a enfermedades (virosis y moho blanco) y por su nivel de resistencia a roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*), durante los ciclos de otoño-invierno 1991-1992 (planta 1) y 1992-1993 (planta 5). En los ciclos de 1993-1994 y 1994-1995, se realizaron compuestos de dos plantas en las generaciones F<sub>4</sub> y F<sub>5</sub>; además de la selección por su reacción a enfermedades, durante esos ciclos se enfatizo la selección por calidad de grano comercial; de esta forma, durante 1995-1996 en la F<sub>6</sub>, se uniformizó por tipo de grano.

Posteriormente se evaluó en viveros de adaptación sin repeticiones, en ensayos preliminares y regionales de rendimiento bajo diseño experimental en el norte de Sinaloa, mientras que el ensayo uniforme se realizó en localidades de

In Sinaloa, bean production fluctuates between 120 000 and 140 000 tons annually, mainly of yellow grain bean Azufrado-Peruano type, considered as preferred for consumption (Castellanos *et al.*, 1997). During Autumn-Winter 2009-2010, 137 685 ha were cultivated with beans and a production of 225 198 t was obtained, giving an average yield of 1.78 t ha<sup>-1</sup> (SAGARPA, 2010). However, today over 70% of the cultivated area with beans in Sinaloa, is occupied by the Azufrado Higuera variety (Salinas *et al.*, 2008), which represents a risk for an epidemic manifestation, so Azufrasin generation will expand the varietal mosaic in the state.

### Origin

Azufrasin bean variety was developed by the modified genealogical method (Ferh, 1989), resulting from a three lines cross [(Azufrado Pimono-78/Canario-72)//AZPA-5]. This was done in order to increase the tolerance level to viruses and yield level, maintaining the grain quality of high market demand of Azufrado-Peruano type. Its development included breeding, individual selection in F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub>, masal compound selection in F<sub>4</sub> and F<sub>5</sub>, considered uniform in F<sub>6</sub>. The development process took place under irrigated conditions in the Valley of Fuerte Experimental Station, of the National Forestry, Agriculture and Livestock Research Institute (INIFAP), Los Mochis, Sinaloa.

In the forming process of Azufrasin, crossing was done during the 1989-1990 autumn-winter cycle, there was an advance in mass of the first filial generation (F<sub>1</sub>) in 1990-1991 and individual selection was practiced during filial generations (F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub>), based on their tolerance reactions to diseases (virus and white mold) and rust resistance levels (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) during cycles of autumn-winter 1991-1992 (plant 1) and 1992-1993 (plant 5). In 1993-1994 and 1994-1995 cycles, compounds of two plants were performed in F<sub>4</sub> and F<sub>5</sub> generations; in addition to the selection by their reaction to disease, during these cycles was emphasized the selection for commercial grain quality; during 1995-1996 the F<sub>6</sub> was standardized by grain type.

Later, it was evaluated in adaptation nurseries without repetitions, in preliminary and regional performance tests, under experimental design in northern Sinaloa, while the uniform test was conducted at locations of Sinaloa

Sinaloa y Sonora (Cuadro 1). En 2008-2009 y 2009-2010, Azufrasin se estableció en el CEVAF bajo riego, para realizar su caracterización siguiendo la guía de la UPOV (SNICS-SAGARPA, 2003). El número de registro de Azufrasin ante el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) es: 2563-FRI-072-170211/C.

and Sonora (Table 1). In 2008-2009 and 2009-2010, Azufrasin was established in CEVAF under irrigation, for characterization following the guidelines of UPOV (SNICS-SAGARPA, 2003). The registration number of Azufrasin to the National Seed Inspection and Certification (SNICS) is: 2563-FRI-072-170211/C.

**Cuadro 1. Fases de evaluación del nuevo cultivar de frijol de tipo Azufrado-Peruano “Azufrasin”.**

**Table 1. Evaluation phases of the new bean cultivar, Azufrado-Peruano type: “Azufrasin”.**

Ciclo otoño-invierno	Tipo de evaluación	Diseño experimental
1996-1997 a 1998-1999	Vivero de adaptación	Con testigos en serie
1999-2000 y 2000-2001	Ensayo preliminar de rendimiento	Látice 5*5
2001-2002 a 2003-2004	Ensayo regional de rendimiento	Látice 6*6
2004-2005 a 2009-2010	Ensayo uniforme de rendimiento	Látice 6*6

**Características agronómicas**

En respuesta a las condiciones de manejo agronómico, el peso de 100 semillas varía de 44 a 46 g, mientras que su hábito es determinado tipo I (Singh, 1982), de porte alto y ciclo intermedio con alrededor de 43 y 102 días a floración y madurez fisiológica, respectivamente. Azufrasin se clasifica dentro de la raza Nueva Granada del Acervo Andino (Singh *et al.*, 1991) (Cuadro 2).

**Agronomic characteristics**

In response to agronomic conditions, the average 100 seed weight varies from 44 to 46 g, while its growth habit is a determined type I (Singh, 1982), high bearing and intermediate cycle with about 43 and 102 days to flowering and physiological maturity, respectively. Azufrasin is classified within Nueva Granada race of Andean Collection (Singh *et al.*, 1991) (Table 2).

**Reacción a enfermedades**

Por su reacción a enfermedades en el campo, se considera resistente y tolerante. Las enfermedades que limitan la producción de frijol en Sinaloa son: virosis (complejo de enfermedades virales: mosaico dorado, cálico, enano y común); para lo cual Azufrasin a manifestado una reacción tolerante (5, en escala de 1 a 9) (Shoonhoven y Pastor-Corrales, 1987), mientras que a la roya Azufrasin reporta una reacción de resistencia (1).

**Cuadro 2. Principales características agronómicas de la variedad Azufrasin.**

**Table 2. Azufrasin’s main agronomic characteristics.**

Característica	Descripción
Hábito de crecimiento	Determinado (Tipo I)
Días a floración	43
Color de flor	Blanca
Color de grano	Azufrado claro
Núm. de granos por vaina	4.3
Peso de 100 semillas (g)	46
Núm. de vainas por planta	14.3
Altura de la planta (cm)	39
Días a madurez fisiológica	102
Reacción a roya	Resistente
Reacción a BGMV	Tolerante
Reacción a BCMNV	Tolerante

Para moho blanco, enfermedad causada por un hongo, Azufrasin presenta un mecanismo de tolerancia, que le permite escapar de una alta incidencia por su hábito de crecimiento determinado de planta compacta y erecta (Cuadro 3). En áreas productoras de El Bajío guanajuatense, ha mostrado susceptibilidad a la bacteria causante del tizón de halo (*Pseudomonas syringae cv phaseolicola*), enfermedad que puede controlarse con productos a base de cobre.

**Cuadro 3. Fenología y reacción a enfermedades de tres genotipos de frijol bajo riego, durante otoño-invierno en Sinaloa.**  
**Table 3. Phenology and disease reaction of three bean genotypes under irrigation, during Autumn-Winter in Sinaloa.**

Variedad	Floración (días)	Madurez (días)	Virosis <sup>1</sup>	Moho blanco <sup>1</sup>	Roya <sup>1</sup>
Azufrasin	41	103	5	6	1
Azufrado Noroeste	43	108	8	8	3
Azufrado Higuera	41	102	7	7	1
Azufrado Regional 87	39	96	7	7	2

<sup>1</sup>= escala de 1 a 9; donde: 1-3= resistente; 4-6= intermedia; 7-9= susceptible (Shoonhoven y Pastor-Corrales, 1987).

### Rendimiento y áreas de adaptación

Azufrasin ha mostrado alta capacidad de rendimiento y tolerancia a enfermedades bajo riego, en áreas productoras de frijol del norte de Sinaloa, superando en promedio a la variedad Azufrado Higuera en 16% ó 339 kg ha<sup>-1</sup> (Cuadro 4).

### Reaction to diseases

Due to its reaction to field diseases, it is considered tough and tolerant. The diseases that limit the production of beans in Sinaloa are: viruses (viral disease complex: golden mosaic, calico, dwarf and common), for which Azufrasin showed

**Cuadro 4. Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>) de tres variedades de frijol bajo riego, durante otoño-invierno en dos localidades del norte de Sinaloa.**

**Table 4. Average yield (kg ha<sup>-1</sup>) of three beans varieties under irrigation, during Autumn-Winter in two locations in northern Sinaloa.**

Variedad	2004-2005		2006-2007		2007-2008		2008-2009		2009-2010		$\bar{X}$	
	Gua	Moch	Moch	Gua	Moch	Gua	Moch	Gua	Moch	Gua		Moch
Azufrasin	2 293	3 369	1 784	2 570	2 558	3 748	2 728	1 824	1 803	3 350	2 748	2 490
Az. H.	2 713	1 660	1 576	2 313	2 210	3 344	1 864	1 580	1 552	3 056	2 401	2 151
Az. R. 87	1 996	2 652	1 601	2 350	1 878	3 147	1 819	1 690	1 565	3 010	1 876	2 115

Az. H.=Azufrado Higuera; Az. R. 87=Azufrado Regional 87; Gua= Guasave, Sinaloa; Moch= Los Mochis, Sinaloa.

La variedad Azufrasin ha mostrado excelente adaptación en el noroeste de México, en las principales áreas productoras de frijol de los estados de Sinaloa, Sonora y la costa de Nayarit; donde se ha evaluado por varios ciclos, sobresaliendo por su capacidad de rendimiento y alto grado de tolerancia a enfermedades, bajo condiciones de riego, superando en promedio a la variedad Azufrado Higuera en 17%; es decir, con un diferencial de 372 kg ha<sup>-1</sup> (Cuadro 5).

a tolerant reaction (5, scale of 1 to 9) (Shoonhoven and Pastor-Corrales, 1987); while to rust Azufrasin reported a resistance reaction (1).

For white mold, disease caused by a fungus, Azufrasin presents a tolerance mechanism that allows it to escape from a high incidence, due to its determinate growth habit of compact and upright plant (Table 3). In producing areas of the Bajío

**Cuadro 5. Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>) de cuatro variedades de frijol de tipo azufrado, bajo riego durante el ciclo otoño-invierno.**

**Table 5. Average yield (kg ha<sup>-1</sup>) of four beans varieties of Azufrado type under irrigation, during Autumn-Winter cycle.**

Variedad	Navojoa, Sonora		Los Mochis, Sinaloa		Mazatlán, Sinaloa		Santiago Ixcuintla, Nayarit		$\bar{X}$
	08-09	09-10	08-09	09-10	08-09	09-10	08-09	09-10	
Azufrasin	2 521	2 817	1 813	3 049	3 313	3 027	1 836	1 727	2 513
Az. H.	2 400	2 468	1 566	2 748	2 446	2 263	1 789	1 450	2 141
Az. R. 87	2 350	2 223	1 627	2 443	2 625	2 680	1 469	1 190	2 076
Az. N.	2 308	2 589	1 548	2 799	2 629	2 479	1 630	1 572	2 194

Az. H.=Azufrado Higuera; AZ. R. 87=Azufrado Regional 87; Az. N.=Azufrado Noroeste.

## Tecnología de producción

**Fecha de siembra.** El periodo óptimo de siembra para la condición de riego en el norte de Sinaloa es del 1<sup>ro</sup> al 30 de octubre.

**Método y densidad de siembra.** Se sugiere sembrar la variedad Azufrafin, en surcos de 70 a 80 cm a hilera sencilla, con una densidad de siembra de 12 a 16 semillas por metro lineal o bien en surcos a doble hilera ya sea 90 ó 100 cm. Con una distancia entre hileras de 20 a 28 cm y con una densidad de 10 a 12 semillas por metro lineal en cada hilera. El utilizar una mayor densidad incrementaría los costos de producción sin respuesta positiva en rendimiento.

**Fertilización y número de riegos.** A reserva de realizar un análisis nutricional del suelo, se sugiere la dosis 60-50-20 de N-P-K al momento de la siembra. Por lo general, un riego de presembrado y tres riegos de auxilio durante el ciclo son suficientes para la obtención de altos rendimientos.

## LITERATURA CITADA

- Castellanos, R. J. Z.; Guzmán, M. H.; Jiménez, A. R.; Mejía, C. A.; Muñoz, R. J.; Acosta, G. J. A.; Hojos, G. J.; López, S. E.; González, E. D.; Salinas, P. R. A.; González, A. I. J.; Muñoz, V. J. A.; Fernández, H. P. y Cazares, R. B. 1997. Hábito preferencial de los consumidores de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en México. Arch. Latinoam. Nutr. 47(2):163-167.
- Fehr, W. R. 1987. Principles of cultivar development. Theory and technique. Macmillan Publishing Company. New York, USA. 388-400 pp.
- Shoonhoven, A. V. y Pastor-Corrales, M. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. CIAT. Cali, Colombia. 57 p.
- Singh, S. P.; Debouck, D. G. and Gepts, P. 1991. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae). Econ. Bot. 45:379-396.
- Singh, S. P. 1982. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 25:92-95.

in Guanajuato, it has shown susceptibility to the bacterium that causes halo blight (*Pseudomonas syringae* cv *phaseolicola*), a disease that can be controlled with copper-based products.

## Yield and adaptation areas

Azufrafin has shown high yield capability and tolerance to diseases under irrigation in bean-producing areas of northern Sinaloa, exceeding the average of Higuera Azufrado variety in 16% or 339 kg ha<sup>-1</sup> (Table 4).

Azufrafin variety has shown excellent adaptation in northwestern Mexico, in the main bean-producing areas of the states of Sinaloa, Sonora and Nayarit coast; where it has been evaluated by several cycles, excelling for its yield capability and high disease tolerance under irrigation conditions, exceeding the average range of Azufrado Higuera in 17%; i. e., with a differential of 372 kg ha<sup>-1</sup> (Table 5).

## Production technology

**Planting date.** The optimum planting period for the condition of irrigation in northern Sinaloa is from 1<sup>st</sup> to October 30<sup>th</sup>.

**Method and plant density.** It is suggested to sowing Azufrafin, in drills of 70 to 80 cm in single row, with a planting density of 12 to 16 seeds per meter or in a double row furrow either 90 or 100 cm. With a row separation of 20 to 28 cm and a density of 10 to 12 seeds per meter in each row. Using a higher density would increase the costs of production without a positive yield response.

**Fertilization and number of irrigations.** Subject to conduct a soil nutrient analysis, it is suggested a 60-50-20 dose of NPK at the time of planting. Usually a pre-sowing irrigation and three auxiliary irrigations during the cycle are enough to obtain high yields.

*End of the English version*



Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Naturales, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Avance semanal de siembras y cosechas. Subdelegación Agropecuaria. Delegación Estatal en Sinaloa.