

# NUEVAS VARIETADES DE FRIJOL PARA EL ESTADO DE ZACATECAS

José Ángel Cid Ríos  
Manuel Reveles Hernández  
Mayra Denise Herrera  
Jorge Alberto Acosta Gallegos



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

**LIC. ENRIQUE MARTÍNEZ Y MARTÍNEZ**  
Secretario

**LIC. JESÚS AGUILAR PADILLA**  
Subsecretario de Agricultura

**LIC. JUAN MANUEL VERDUGO ROJAS**  
Subsecretario de Desarrollo Rural

**M.C. RICARDO AGUILAR CASTILLO**  
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

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

**DR. LUIS FERNANDO FLORES LUI**  
Director General

**DR. MANUEL RAFAEL VILLA ISSA**  
Coordinación de Investigación, Innovación y Vinculación

**M. C. JORGE FAJARDO GUEL**  
Coordinador de Planeación y Desarrollo

**MTRO. EDUARDO FRANCISCO BERTERAME BARQUÍN**  
Coordinador de Administración y Sistemas

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO**

**DR. HOMERO SALINAS GONZÁLEZ**  
Director Regional

**DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES**  
Director de Investigación

**DR. HÉCTOR MARIO QUIROGA GARZA**  
Director de Planeación y Desarrollo

**ING. HECTOR MANUEL LOPEZ PONCE**  
Director de Administración

**DR. FRANCISCO ECHAVARRÍA CHÁIREZ**  
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

# **NUEVAS VARIEDADES DE FRIJOL PARA EL ESTADO DE ZACATECAS**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y  
Pecuarias

Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina

Delegación Coyoacán

México, D.F.

C.P. 04010 México, D.F.

Teléfono (55) 3871-8700

ISBN: 978-607-37-0379-6

Primera Edición: Diciembre 2014

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 o por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la institución.

Cita correcta:

Cid R, J. A.; Reveles H, M.; Herrera M. D. y Acosta G, J. A. 2014. Nuevas variedades de frijol para el estado de Zacatecas. Folleto Técnico No. 57. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 35 p.

# CONTENIDO

Introducción.....	1
Importancia del uso de semillas mejoradas de frijol.....	4
Variedades de frijol para condiciones de riego y temporal..	6
Importancia del consumo de frijol.....	22
Compuestos con propiedades benéficas para la salud.....	23
Efecto del consumo de frijol en las enfermedades crónico-degenerativa .....	26
Fecha de siembra para las nuevas variedades de frijol en Zacatecas .....	29
Glosario.....	30
Literatura citada .....	31

# NUEVAS VARIEDADES DE FRIJOL PARA EL ESTADO DE ZACATECAS

*José Ángel Cid Ríos<sup>1</sup>*  
*Manuel Reveles Hernández<sup>1</sup>*  
*Mayra Denise Herrera<sup>1</sup>*  
*Jorge Alberto Acosta Gallegos<sup>2</sup>*

## INTRODUCCIÓN

El frijol en México se considera como una leguminosa estratégica para el desarrollo rural y social del país, ya que representa una tradición productiva y de consumo, cumpliendo diferentes funciones tanto de carácter alimentario como para el desarrollo socio económico de sus habitantes. A pesar de su importancia económica y social, este cultivo, al igual que otros tiene limitantes que reducen su productividad, tal es el caso de la disponibilidad de semillas mejoradas. Las semillas mejoradas son aquellas que se obtienen a partir de la cruce de diferentes variedades con el objetivo de incrementar el rendimiento, resistencia o tolerancia a agentes bióticos y abióticos en cierto ambiente.

La problemática principal para la producción de frijol es diferente para cada región; bajo condiciones de riego, es la escasa utilización de variedades mejoradas. La mayoría de los

---

<sup>1</sup> Investigadores. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP

<sup>2</sup> Investigador. Campo Experimental Bajío. INIFAP

productores utiliza semilla criolla y en ocasiones mezcladas con otras variedades que carecen de potencial genético para competir en productividad con las variedades mejoradas. Las variedades mejoradas por lo regular son de ciclo más corto y reúnen las características comerciales que demandan los consumidores, ya que se prefieren granos más grandes con testa clara, y con menor duración para su cocción. En cambio, las variedades de frijol criollo por lo general son de bajo rendimiento, su ciclo biológico es largo y presentan susceptibilidad al ataque de diversas plagas y enfermedades.

Las nuevas variedades de frijol producidas por el INIFAP han sido desarrolladas bajo condiciones de riego y temporal, por lo que tienen posibilidades de expresar un mayor potencial productivo, así como mejor tolerancia a las enfermedades comunes de las regiones productoras del cultivo de frijol. Además, estas variedades reúnen las características de calidad comercial que demandan los industriales y los consumidores; son de ciclo corto a intermedio (90 a 115 días a madurez fisiológica). En el estado de Zacatecas, para condiciones de temporal, se requiere de materiales de ciclo intermedio a corto debido a que los pocos eventos de precipitación son muy irregulares y mal distribuidos, comúnmente solo se presentan en el periodo de Julio a Septiembre; por otro lado, mientras más

tarde se establezca la siembra más posibilidades hay de que el grano sea dañado por la presencia de las primeras heladas. En este sentido, las nuevas variedades mejoradas muestran tolerancia a múltiples enfermedades y son de alto potencial productivo; por lo tanto, son una alternativa para la producción rentable y sustentable en los principales estados productores de frijol del altiplano semiárido mexicano, que comprende los estados de San Luis Potosí, Aguascalientes, Durango, Chihuahua y Zacatecas. En la actualidad es inminente utilizar variedades de frijol mejoradas para condiciones de riego y temporal, lo anterior permitirá incrementar el rendimiento por unidad de producción y con ello aumentar la utilidad económica y, en consecuencia, la calidad de vida de los productores de la región.

La región productora de frijol del estado de Zacatecas, se enfrenta a la necesidad de nuevas alternativas para continuar con la producción de esta leguminosa, principalmente de variedades con valor comercial y con capacidad de desarrollo en condiciones de escasa humedad, y con tolerancia a las enfermedades que comúnmente se presentan en el estado.

## **Importancia del uso de semillas mejoradas de frijol**

El uso de variedades mejoradas genéticamente es uno de los componentes tecnológicos esenciales que pueden aumentar la productividad del cultivo del frijol y mejorar la competitividad de los sistemas de producción; con esto se reducen los riesgos y costos de producción (Salinas y Rodríguez, 2008; Ayala *et al.*, 2008). Las variedades de frijol tipo Flor de Mayo y Flor de Junio por ejemplo, han demostrado tener mayor productividad que otras variedades de tipo Pinto y Azufrado, además, expresan buen rendimiento y calidad de semilla (González *et al.*, 2008).

Se ha evaluado el rendimiento y los componentes de rendimiento de las nuevas variedades del cultivo de frijol, en donde se ha definido una relación de este con algunas de las variables, tal es el caso del número de vainas y el número de semillas por planta, esta relación ayuda a explicar el comportamiento del rendimiento del cultivo por hectárea (Acosta *et al.*, 1997). Se han generado nuevas variedades de frijol tipo Flor de Junio con posibilidades de adaptación para la región del altiplano semiárido de México, dentro de estos genotipos se encuentran Flor de Junio Dalia y Flor de Junio León a las que, además de la productividad, se les atribuye resistencia a la roya y al virus del mosaico común (Arellano *et al.*, 2013).

Se ha encontrado que las variedades de reciente liberación del tipo Flor de Junio (León y Dalia) y Flor de Mayo (Eugenia y Dolores) presentan un promedio de 52 % y 43 % de índice de cosecha, respectivamente. Este ha sido utilizado para medir en cierto modo la eficiencia del cultivo para destinar asimilados a la formación de órganos de interés económicos para la agricultura y se considera útil para medir el grado de adaptación del cultivo y potencial productivo (Cid-Ríos y Reveles-Hernández 2013a).

Dentro de los tipo de frijol Flor de Junio de reciente liberación, la variedad Flor de Junio León, fue la que mayor peso de cien semilla mostró (37 gramos) y un rendimiento de 3600 kg/ha. Asimismo, dentro del grupo del tipo Flor de Mayo, la variedad Flor de mayo Eugenia resultó la de mejor rendimiento con 3431 kg/ha con un peso de cien semillas de 32 gramos (Cid-Ríos y Reveles-Hernández 2013b). Esta variedad expresó mayor peso volumétrico (útil para observar el peso de grano y el lugar que ocupa, comúnmente se determina en una probeta de 1000 mililitros) de 829.2 gramos en comparación con los materiales de Flor de Junio, dentro de estos el mayor peso volumétrico lo expresó la variedad Flor de Junio Dalia con 767 gramos (Cid y Reveles 2013d).

A continuación se describen las variedades de frijol que se adaptan tanto a condiciones de riego como de temporal en las

zonas productoras de frijol de bajo, mediano y alto potencial productivo en el estado de Zacatecas.

La información contenida en este folleto está dirigida a prestadores de servicios profesionales y productores de frijol, que pueden utilizar los materiales mejorados para obtener mayor rendimiento y semilla de calidad.

### **Variedades de frijol para condiciones de riego y temporal en Zacatecas.**

**Flor de Mayo Dolores.** El grano de ésta variedad mejorada es de color crema ligero con manchas color rosa claro, el hilio es amarillo, la forma de la semilla es ovalada. Este material se derivó de la cruce simple entre Flor de Mayo Anita por FM99016. El hábito de crecimiento es indeterminado postrado con guías cortas. El peso promedio de grano en diferentes localidades bajo condiciones de riego y temporal es de 28 a 32 gramos por cien semillas. El ciclo de cultivo es intermedio, llega a madurez fisiológica a los 100 a 110 días dependiendo de las condiciones climáticas.

El rendimiento bajo condiciones de temporal es de 1500 kg/ha, bajo condiciones de riego el rendimiento puede variar 2900

kg/ha a 3500 kg/ha. Presenta resistencia a las razas de roya y BCMV (virus del mosaico común) y BCMNV (virus de la necrosis del mosaico común), y es tolerante a los tizones común, de halo y a las pudriciones de raíz (Figura 1).

Flor de Mayo Dolores se recomienda para producción bajo riego y temporal en las regiones de El Bajío y el Altiplano del centro de México (Acosta *et al.*, 2011; Cid-Ríos y Reveles-Hernández 2013b).



**Figura 1.** Grano típico de la variedad Flor de Mayo Dolores y siembra en surcos de 0.76 metros de ancho en condiciones de riego en Zacatecas.

**Flor de Mayo Eugenia.** El grano de esta variedad mejorada es de color crema ligero en el fondo, con manchas color rosa claro, la forma de la semilla es alargada (Figura 2). Este material se

derivó de la crucea interracial entre Flor de Mayo Anita (Raza de Jalisco) por Rayado Rojo (Raza Nueva Granada). El hábito de crecimiento es indeterminado postrado con guías cortas.

El peso promedio del grano bajo condiciones de temporal y riego es de 32 y 38 gramos por cien semillas respectivamente. El ciclo de cultivo es intermedio, es decir, muestra la madurez fisiológica entre los 100 a 115 días, dependiendo de las condiciones climáticas.

El rendimiento bajo condiciones de temporal varía de 800 a 2000 kg/ha, y bajo condiciones de riego el rendimiento alcanzado varía desde 3400 kg/ha a 3800 kg/ha.

Presenta resistencia a las razas de roya presentes en el altiplano de México, al virus del Mosaico Común, a la raza 292 de antracnosis y es tolerante a pudriciones de raíz (Acosta *et al.*, 2011; Cid-Ríos y Reveles-Hernández 2013b). El grano de esta variedad necesita 97 minutos en promedio para su cocción.



**Figura 2.** Grano típico de la variedad Flor de Mayo Eugenia y siembra en surcos de 0.76 metros de ancho en condiciones de riego en Zacatecas.

**Flor de Junio León.** El grano de esta variedad mejorada es de forma ovalada y de color rosa - violeta con franjas rosas característico de los flores de junio (Figura 3); esta variedad se derivó de la cruce simple entre Flor de Junio Marcela por Flor de Mayo Anita, realizada en el Campo Experimental Bajío.

La selección de esta variedad se realizó bajo condiciones de riego y temporal de acuerdo con la sanidad de las plantas, los componentes de rendimiento, la carga de vainas y las características de grano. El hábito de crecimiento es indeterminado - postrado (tipo III). El tamaño de grano es intermedio con un peso promedio de 34 gramos por cien semillas.

El ciclo de cultivo es intermedio a tardío, presenta la floración a los 55 días después de la siembra y la madurez a los 110 días, dependiendo de las condiciones climáticas. El rendimiento bajo condiciones de temporal es de 2000 kg/ha, bajo condiciones de riego varía de 3600 kg/ha a 4000 kg/ha.

Presenta resistencia a la mayoría de razas de antracnosis presentes en el altiplano. Ha demostrado resistencia al Virus del Mosaico Común, y posee los genes *I* y *bc2* para resistencia al BCMNV. (Acosta *et al.*, 2014; Cid *et al.*, 2013c).



**Figura 3.** Grano típico de la variedad Flor de Junio León y siembra en surcos de 0.76 metros de ancho en condiciones de riego en Zacatecas.

**Flor de Junio Dalia.** El color de grano de esta variedad mejorada es crema con franjas rosas característico de las variedades de frijol tipo Flor de Junio (Figura 4).

Esta variedad se derivó de la cruce entre Flor de Junio Silvia por Flor de Mayo Anita realizada en el Campo Experimental Bajío en 2003. El proceso de selección se basó inicialmente en la sanidad y el ciclo de la planta, así como en las características comerciales del grano en siembras bajo condiciones alternas de riego y temporal.

En su fase final se realizó selección asistida por marcadores moleculares para seleccionar la progenie que tuviera simultáneamente los marcadores ROC11 y SW13, ligados a los genes I y BC3, cuya piramidación, confieren resistencia a todos los patotipos de los virus BCMV y BCMNV. Muestra un hábito de crecimiento indeterminado tipo III, con guías de tamaño medio y ciclo de cultivo intermedio de 105 días de siembra a la madurez fisiológica.

En un ensayo nacional de rendimiento y adaptación, Dalia mostró un rendimiento similar a Flor de Junio Marcela, la variedad dominante en el mercado, pero en contraste con ésta, presenta una nula interacción “genotipo por ambiente” (la

interacción que se produce entre los genes y el ambiente dando lugar a los diversos efectos fenotípicos de tolerancia o susceptibilidad a las enfermedades), lo que indicó amplia adaptación y estabilidad de rendimiento. El rendimiento por hectárea expresado bajo condiciones de riego por gravedad es de 3200 kg/ha. Dalia se recomienda para producción bajo riego y temporal en las regiones de El Bajío y el Altiplano del centro de México (Acosta *et al.*, 2014; Cid *et al.*, 2013c).



**Figura 4.** Grano típico de la variedad Flor de Junio Dalia y siembra en surcos de 0.76 metros de ancho en condiciones de riego en Zacatecas.

**Pinto Centauro.** El grano de esta variedad mejorada es de forma elíptica, color crema de la testa, pintas abundantes de color café, y el hilio amarillo (Figura 5).

Esta variedad se derivó con el método genealógico pedigrí a partir de la cruce entre Pinto Mestizo por Pinto Saltillo. La planta

presenta un hábito de crecimiento de enredadera indeterminada, con guías cortas no trepadoras, presenta promedio de altura de dosel de 32 cm, y la longitud de guía crece 68 cm.

El tamaño de grano es mediano a grande con peso promedio de 31 a 34 gramos por cien semillas. Su ciclo de cultivo es intermedio ya que llega a madurez entre 90 y 94 días dependiendo de las condiciones climáticas.

El rendimiento promedio bajo condiciones de temporal es de 1200 kg/ha. Muestra tolerancia a la antracnosis y roya. Presenta susceptibilidad a valores altos y medios a tizón común y pudrición de raíz, según la escala estándar del 1 al 9 para la evaluación de germoplasma de frijol (CIAT 1987).

Este material es sensible al fotoperiodo, por lo que en siembras de primavera, su ciclo vegetativo se prolonga, esto es causado por la sensibilidad que tiene como respuesta a las horas luz al día que reciben las plantas, los botones florales de la planta no amarran o se presenta el aborto de los mismos. Después de que la duración de horas luz comienza a descender, empieza la etapa reproductiva de la planta.

Esta variedad, al igual que las variedades Pinto Coloso, Bravo, Centenario y Libertad, presentan resistencia al oscurecimiento de testa, son apreciadas por productores, comerciantes y empaecedores de México. (Rosales *et al.*, 2012 b).



**Figura 5.** Grano típico de la variedad Pinto Centauro y siembra en surcos de 0.76 metros de ancho en condiciones de riego en Zacatecas.

**Pinto Libertad.** El grano de esta variedad mejorada presenta grano mediano a grande, tiene forma elíptica en sus secciones transversal y longitudinal, y testa color crema con pintas café e hilio amarillo (Figura 6).

Este material se derivó por el método genealógico pedigrí a partir de la cruce entre Pinto Mestizo por Pinto Saltillo. El hábito de crecimiento es de enredadera indeterminada, con guías cortas

no trepadoras y presenta una altura promedio de dosel de 32 cm y la guía crece 79 cm.

El tamaño de grano es mediano a grande con peso promedio de cien semillas que fluctúa entre 33 a 49 gramos, el ciclo de cultivo es intermedio ya que muestra la madurez a los 91 a 95 días, según las condiciones climáticas.

El rendimiento promedio bajo condiciones de temporal es de 1000 kg/ha, bajo condiciones de riego presenta 2300 kg/ha. Muestra tolerancia a enfermedades como antracnosis y roya, así como susceptibilidad media a tizón común y pudrición de raíz (Rosales *et al.*, 2012d).



**Figura 6.** Grano típico de la variedad Pinto Libertad y siembra en surcos de 0.76 metros de ancho en condiciones de punta de riego en Zacatecas.

**Pinto Centenario.** El grano de esta variedad es mediano, la forma transversal y longitudinal de la semilla es redonda y tiene testa color crema con pintas de color café e hilio amarillo (Figura 7).

Esta variedad fue generada por el método genealógico de pedigrí, a partir de la cruce entre Pinto Mestizo por Pinto Saltillo. El hábito de crecimiento es de enredadera indeterminada, con guías cortas no trepadoras, tiene un promedio de la altura de dosel de 27 cm y la guía crece 75 cm. Presenta un peso promedio de cien semillas de 30 a 35 g.

El ciclo de cultivo es precoz ya que muestra la madurez a los 89 y 92 días, según las condiciones climáticas. El tamaño de grano es mayor en comparación con la variedad Pinto Saltillo. Presenta un peso promedio de cien semillas de 35g.

El rendimiento promedio bajo condiciones de temporal es de 1200 kg/ha. Muestra tolerancia a enfermedades como antracnosis y roya, así como susceptibilidad intermedia, a tizón común y pudrición de raíz. Este material es sensible al fotoperiodo. (Rosales *et al.*, 2012c).



Figura 7. Grano típico de la variedad Pinto Centenario y siembra en surcos de 0.76 metros de ancho e condiciones de con punta de riego en Zacatecas.

**Pinto Bravo.** El grano de esta variedad mejorada es de forma redonda, el color de la testa del grano es crema claro con pintas color café y el hilio es de color naranja (Figura 8).

Este material se derivó con el método genealógico de pedigrí a partir de la cruce entre Pinto Mestizo por Pinto Saltillo. El hábito de crecimiento de la variedad es indeterminado postrado tipo III. Los granos de esta variedad tienen tamaño de mediano a grande con un promedio de 35 g por cien semillas. La altura promedio del dosel es de 27 cm y la longitud de la guía alcanza 75 cm.

Presenta la floración entre los 40 y 45 días después de la siembra y la madurez entre los 91 y 98 días después de la siembra.

El rendimiento promedio es de 1100 kg/ha bajo condiciones de temporal y 3000 kg/ha bajo condiciones de riego. Presenta resistencia a la mayoría de las razas de antracnosis y roya, así como al BCMV (virus del mosaico común). Además, este material es sensible al fotoperiodo (Rosales *et al.*, 2011).



**Figura 8.** Grano típico de la variedad Pinto Bravo y siembra en surcos de 0.76 metros de ancho en condiciones de riego en Zacatecas.

**Pinto Coloso.** El grano de esta variedad mejorada es redondo, la testa del grano presenta color crema con pintas color café, y el hilio es amarillo-naranja (Figura 9). Esta variedad se generó con el método genealógico de pedigrí a partir de la cruce entre Pinto Mestizo por Pinto Saltillo.

El hábito de crecimiento de es de enredadera indeterminada con guías cortas no trepadoras; la altura de dosel oscila entre 34 y 38 cm y la guía crece 75 cm. Presenta la floración entre los 40 y

45 días después de la siembra y la madurez entre los 81 y 88 días después de la siembra.

Esta variedad mostró rendimiento promedio de 1700 kg/ha, con fluctuaciones desde 900 hasta 2600 kg/ha. Muestra tolerancia a la antracnosis y roya así como susceptibilidad a tizón común y pudrición de raíz y es sensible al fotoperiodo (Rosales *et al.*, 2010).

Esta variedad al igual que las variedades Pinto Centauro, Bravo, Centenario y Libertad (Rosales *et al.*, 2010).



**Figura 9.** Grano típico de la variedad Pinto Coloso y siembra en surcos de 0.76 metros de ancho en condiciones de riego en Zacatecas.

**Negro Frijozac 101.** El grano de esta variedad mejorada es ovoide; muy uniforme en cuanto a la forma y tamaño, libre de

rajuelas, la testa es de color opaco (Figura 10). Esta variedad de frijol fue desarrollada por el método genealógico de pedigrí modificado.

Tiene hábito de crecimiento indeterminado, (tipo III) semi-erecto, con “dosel” de 50 a 55 cm, y la longitud de las guías varía entre 75 a 80 cm. El peso promedio de cien semillas bajo condiciones de temporal y riego es de 19 gramos. El ciclo de cultivo es intermedio, llega a la madurez fisiológica en 100 a 115 días dependiendo de las condiciones del clima.

El rendimiento experimental promedio bajo condiciones de temporal fue de 1100 kg/ha mientras que bajo condiciones de riego el rendimiento promedio fue de 2900 kg/ha. Es tolerante a antracnosis, roya y al virus del mosaico común. (Gutiérrez *et al.*, 2007). Por otro lado, el grano de esta variedad necesita 95 minutos para su cocción y tiene un contenido de proteínas de 21 %.



**Figura10.** Grano típico de la variedad Negro Frijozac 101 y siembra en surcos de 0.76 metros de ancho en condiciones de riego en Zacatecas.

**Negro Otomí.** El grano de esta variedad mejorada es de forma semi-ovalada, de testa brillante (Figura 11). Presenta un color de hipocotilo de verde jaspeado a morado, y flor de color morado, con guías cortas y porte mediano.

Esta variedad se derivó de una cruce múltiple interracial ('Michoacán'91-A/3/BAT304/G811//XAN122/AB136). El hábito de crecimiento es indeterminado.

El tamaño del grano es intermedio, con peso de 32 g por cien semillas y presenta la madurez fisiológica en un rango de días de 100 a 110.

El rendimiento promedio bajo condiciones de temporal es de 960 kg/ha, bajo condiciones de riego es de 2400 kg/ha. Además, presenta tolerancia a antracnosis, roya y bacteriosis.

Este material es sensible al fotoperiodo, por lo que en siembras de primavera, su ciclo vegetativo se prolonga. El tiempo de cocción es de 100 minutos en promedio (Acosta *et al.*, 2011; Acosta-Gallegos *et al.*, 2001).



**Figura 11.** Grano típico de la variedad Negro Otomí y siembra en surcos de 0.76 metros de ancho bajo condiciones de riego en Zacatecas.

### **Importancia del consumo de variedades mejoradas de frijol**

El frijol común es la leguminosa de grano más importante para el consumo humano directo en el mundo (Beebe *et al.*, 2013). Es fuente importante y económica de proteína, carbohidratos, vitaminas y minerales y es también una excelente fuente de fibra soluble e insoluble (Bennink *et al.*, 2008). Actualmente, se ha

considerado como un alimento funcional debido a su elevada variedad de fitoquímicos, como los compuestos nutraceuticos, los cuales aportan beneficios en el organismo (Reynoso *et al.*, 2006).

Los efectos fisiológicos producidos por el consumo de frijol se le han atribuido principalmente a la presencia de fitoquímicos con alguna función específica en el organismo o por el efecto sinérgico entre compuestos de diferente naturaleza presentes en el grano de frijol; entre los cuales se puede mencionar a los compuestos fenólicos (taninos condensados, flavonoides y antocianinas), ácidos fenólicos tales como ácido gálico, ácido *p*-hidroxibenzoico, ácido vanílico, ácido *p*-cumárico, y ácido ferúlico, fibra dietaria (soluble e insoluble), almidón resistente, oligosacáridos y minerales, entre otros (Serrano, 2004).

### **Compuestos con propiedades benéficas para la salud**

En general, el frijol contiene compuestos fenólicos que están relacionados con una alta capacidad antioxidante y con la disminución del estrés oxidativo e inflamación, ejemplo de esto son los polifenoles los cuales presentan un amplio espectro de actividades biológicas, por lo que se han propuesto como una herramienta terapéutica para desórdenes crónicos debido a su actividad antiinflamatoria (Santangelo *et al.*, 2007). Por otro lado,

el frijol es rico en minerales, contiene cantidades significativas de zinc el cual también tiene capacidad antioxidante; algunos estudios han demostrado que este mineral inhibe la peroxidación lipídica (endógena e inductiva) es decir, la degradación oxidativa de los lípidos, ya que disminuye los niveles de productos de la peroxidación en el organismo, como el malondialdehído, inhibiendo la inducción de citocinas proinflamatorias relacionadas con enfermedades crónico-degenerativas (Sidhu *et al.*, 2005).

Por su parte, los carbohidratos constituyen la principal fracción del grano; uno de los principales tipos de carbohidratos son los polisacáridos no amiláceos como la fibra dietaria, la cual conforma un 18-20% en base a peso seco de frijol. Contiene además pequeñas pero significativas cantidades de oligosacáridos (estaquiosa, verbascosa, y rafinosa) aproximadamente en un 3-5%; además, cerca del 2-6% de la composición química del frijol corresponde al almidón resistente a la hidrólisis por enzimas digestivas. Estos compuestos pertenecen a los carbohidratos no digeribles, los cuales son fermentados en el intestino delgado permitiendo la producción de compuestos con alta capacidad anti-carcinogénica (Park *et al.*, 2007).

La fibra soluble del frijol es particularmente eficiente para disminuir los niveles de colesterol en la sangre, ya que a través del tracto gastrointestinal puede interactuar con diferentes elementos y captar agua, este hecho hace de la fibra un elemento muy importante en el proceso de la digestión, ya que limita y/o disminuye la velocidad de absorción de algunos nutrientes y favorece el tránsito intestinal, además de que permite la formación de un gel, el cual está comprobado, reduce los niveles de glucosa postprandial y ayuda a disminuir el colesterol en la sangre. Dadas estas características, la fibra permite una absorción más lenta de la glucosa, lo cual condiciona índices glicémicos moderados y, por lo tanto, contribuye a controlar la hiperinsulinemia. Por otro lado, la fracción insoluble es capaz de retener agua en su matriz estructural lo que promueve un aumento en la masa fecal que acelera el tránsito intestinal; además, estimula la liberación de insulina postprandial lo que disminuye los picos hipoglucémicos (Lattimer *et al.*, 2010).

En cuanto al contenido de oligosacáridos, esto puede resultar en malestar gastrointestinal (producción de dióxido de carbono y metano que se traduce en flatulencias) por su baja digestibilidad (Beaver *et al.*, 2009). Sin embargo, ciertos oligosacáridos al no ser digeridos, pueden beneficiar al tracto gastrointestinal por la

fermentación o la proliferación de bacterias benéficas; como resultado de la fermentación de estos compuestos se producen ácidos grasos de cadena corta como acético, propiónico y butírico, los cuales pueden modular funciones entéricas y proporcionar resistencia al cáncer colorectal (Hsu *et al.*, 2004). En cuanto al almidón resistente, disminuye los niveles de glucosa, triglicéridos y colesterol en la sangre (Leszcynski, 2004).

### **Efecto del consumo de frijol en las enfermedades crónico-degenerativas**

Las propiedades funcionales del frijol se enfocan en la capacidad que tiene para disminuir o incluso prevenir los efectos negativos en la salud humana causados por enfermedades crónico-degenerativas, como la diabetes, obesidad, cáncer y enfermedades cardiovasculares, entre otras (Díaz *et al.*, 2006; Hutchins *et al.*, 2010); es por esto que el consumo de esta leguminosa podría ayudar en la prevención y/o tratamiento de dichas enfermedades.

En un estudio realizado por Hernández *et al.* (2012), se evaluó el efecto del consumo de frijol sobre ratas Wistar con diabetes tipo 1 inducida, encontrando que el grupo de tratamiento con frijol común mostró una disminución del 20% en el nivel de

glucosa en torrente sanguíneo al final del experimento, en comparación con el control diabético. Esto sugiere que una vez que la diabetes se desarrolla plenamente, la suplementación de la dieta con frijol puede ayudar a reducir el estado de hiperglucemia.

Por otro lado, Carai *et al.* (2011) Observaron que el consumo de frijol permitió cambios en el peso corporal de ratas Zucker *fa/fa* (creada para usarse como un modelo genético en experimentos de obesidad e hipertensión) alimentadas con extractos de frijol; se observó una reducción progresiva en el peso corporal de las ratas alimentadas con el extracto seco de frijol, con disminución hasta del 3.4% comparado con los animales que no se alimentaron con esta leguminosa.

Además, estudios epidemiológicos afirman que el consumo del frijol común ayuda a reducir el riesgo de padecer cáncer de colon; se ha sugerido que una alimentación suplementada con frijol reduce la incidencia de cáncer de colon en ratas, mediante una disminución en la translocación de bacterias y/o productos bacterianos a través de la mucosa del colon, minimizando de este modo la inflamación y la promoción de la diferenciación terminal de las células cancerígenas. (Bennink, 2010).

En este contexto, a pesar de que el consumo anual per cápita de frijol ha disminuido, estos datos proporcionan evidencia biológica para apoyar la sugerencia de incrementar la ingesta de esta leguminosa. Aunque la cocción provoca importantes cambios, o incluso pérdida de componentes nutraceuticos, los que permanecen son suficientes para ayudar a prevenir los efectos negativos de las enfermedades crónico-degenerativas.

Cuadro 1. Fecha de siembra para las nuevas variedades de frijol en Zacatecas

VARIEDAD	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	ÉPOCA DE SIEMBRA
Flor de Junio León	40	<b>Riego</b> Del 25 de marzo al 25 de abril
Flor de Junio Dalia	40	
Flor de Mayo Eugenia	40	
Flor de Mayo Dolores	40	
Negro Frijozac 101	35	
Flor de Mayo Sol	35	
Pinto Centauro	40	
Pinto Centenario	40	
Pinto Coloso	45	
Pinto Libertad	45	
Pinto Bravo	45	<b>Medio riego</b> Del 15 de mayo al 15 de junio
Negro San Luis	45	
Flor de Junio León	40	
Flor de Mayo Eugenia	40	
Negro Otomí	40	
Flor de Mayo Sol	40	
Pinto Saltillo	40	
Negro Frijozac 101	40	
Pinto Centauro	40	
Pinto Centenario	40	
Pinto Coloso	45	<b>Temporal</b> Inicio de lluvias
Pinto Libertad	45	
Pinto Bravo	45	
Negro San Luis	45	
Flor de Junio León	40	
Flor de Mayo Eugenia	40	
Negro Otomí	40	
Flor de Mayo Sol	40	
Pinto Saltillo	40	
Negro Frijozac 101	40	

## **GLOSARIO:**

**Sensibilidad al Fotoperiodo:** Es un fenómeno natural que presentan las plantas afectando las etapas de desarrollo del cultivo, esto es causado por la sensibilidad que tienen las variedades como respuesta a las horas luz que reciben las plantas al día, cuando esto ocurre la etapa vegetativa se prolonga, los botones florales de la planta no amarran o se presenta el aborto de los mismos, después de que la duración de horas luz diarias comienzan a descender, comienza la etapa reproductiva de la planta.

**Hipocotílo:** Cuando se produce la embriogénesis, a medida que el embrión crece durante la germinación, envía un brote (la radícula), que se convertirá en la raíz primaria al penetrar el suelo. Tras la salida de la radícula, el hipocótilo emerge elevando el ápice de la plántula (y normalmente también la envoltura de la semilla) sobre el nivel del suelo, llevando las hojas embrionarias (llamadas "cotiledones") y la "plúmula", que da origen a las primeras hojas verdaderas. El hipocótilo es el primer órgano de expansión de la plántula, y se desarrolla hasta formar su tallo.

**Hilio:** El hilo en el grano de frijol es un auténtico ombligo y se caracteriza por ser muy pequeño y por poseer un color diferente del resto de la semilla.

**Piramidación:** Técnica que consiste en acumular genes con la interacción de reunir los más relevantes ventajosos en un mismo genotipo. Esta técnica se usa en el laboratorio de biotecnología y actualmente en el programa de frijol, y consiste en identificar mediante marcadores moleculares los genes de resistencia a enfermedades.

### **Literatura Citada**

- Acosta D., E.; Kohashi S., J. y Acosta G., J. A. 1997. Rendimiento y sus componentes en frijol bajo condiciones de sequía. *Agricultura Técnica en México*. 23:139-150.
- Acosta-Gallegos, J. A.; Rosales-Serna, R.; Núñez-González S.; Ochoa-Márquez, R. y Alvarado-Mendoza, S. 2001. Registration of Negro Otomí shiny black bean. *Crop Science*. 41: 261-262.
- Acosta G., J. A.; Sánchez G., B. y Jiménez H., Y. 2011. Variedades de frijol y producción de semilla en Guanajuato. Folleto Técnico Núm. 14. Campo Experimental Bajío. Centro de Investigación Regional Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Celaya, Gto., México. 32 p.
- Acosta - Gallegos., J. A.; Montero - Tavera., V.; Jiménez - Hernández., Y.; Anaya – López., J. L. y González – Chavira., M. M. 2014. Dalia, nueva variedad de frijol de grano tipo flor de junio para la región centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5: 331 – 336.
- Acosta-Gallegos, J. A.; Jiménez - Hernández., Y.; Montero - Tavera., V.; Sánchez –García, B. M. y Guzmán. Maldonado., S. H. 2014. Junio león, nueva variedad de frijol para riego y temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 7: 1369 -1374.

- Acosta G., J. A.; Sánchez G., B.; Jiménez H., Y.; Montero T., V.; Mendoza. H., M.; Herrera H., G. y Silva R., L. 2011. Flor de mayo dolores: nueva variedad de frijol para riego y temporal en Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2: 993 – 999.
- Arellano A., S.; Reyes M. L.; Acosta G., J. A.; Osuna C., E. S. 2013. Nuevas variedades de frijol para Aguascalientes. Desplegable para productores número 44. Campo Experimental Pabellón, Centro de Investigación Regional Norte Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Pabellón de Arteaga, Ags. México.
- Ayala G., A. V.; Schwentesius R., R.; Gómez C., M. A.; Almaguer V., G. 2008. Competitividad del frijol mexicano frente al de Estados Unidos en un contexto de liberación comercial. *Región y Sociedad*. 20:37-62.
- Beaver, J.S.; Osorno, J.M. 2009. Achievements and limitations of contemporary common bean breeding using conventional molecular approaches. *Euphytica*. 168: 145-175.
- Beebe, S.; Rao, I.M.; Blair, M.W.; Acosta G. J.A. 2013. Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Frontiers in Physiology*. 4: 1-20.
- Bennink, M.R. 2010. Health benefits associated with consumption of dry beans. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*. 53: 2-3.
- Bennink, M.R.; Rondini, E. 2008. Dry beans and human health, an overview of the status of the science on dry beans and human health. *The Bean Institute*. 90-12 p.
- Carai, M.A.; Fantini, N.; Loi, B.; Colombo, G.; Gessa, G.L.; Riva, A.; Bombardelli, E.; Morazzoni, P. 2011. Multiple cycle repeated treatments with a *Phaseolus vulgaris* dry extract reduce food intake and body weight in obese rats. *British Journal of Nutrition*. 106:762-768.
- CIAT (Centro internacional de agricultural tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van shoonhven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps) Cali. Colombia. 56 p.

- Cid-Ríos, J. Á.; M. Reveles-Hernández. 2013a. Índice de cosecha en cuatro nuevas variedades de frijol bajo riego, en Calera Zacatecas. Memoria del Congreso I Internacional, IX Nacional Recursos Bióticos de Zonas Áridas y VI Nacional orégano y otras aromáticas. pp 297-304.
- Cid-Ríos J.A. y M. Reveles-Hernández. 2013b. Rendimiento y calidad de semilla de dos variedades de frijol flor de mayo bajo riego en Calera, Zacatecas. Memoria del Congreso I Internacional, IX Nacional Recursos Bióticos de Zonas Áridas y VI Nacional orégano y otras aromáticas. pp 73-81.
- Cid R., J. A.; Reveles H., M.; Ruiz T., J. 2013c. Rendimiento de dos variedades de frijol flor de junio bajo riego en Calera, Zacatecas, México. Memoria XXV Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Dgo. México. Pp 61-695.
- Cid R., J. A., Reveles H. M., 2013d. Calidad de semilla de nuevas variedades de frijol para el estado de Zacatecas. Memoria del XXIII Seminario estatal de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario y VII Foro para la presentación de estrategias didácticas en el marco del PROFORDEMS. p 14.
- González. T., G.; Mendoza. H., M. M.; Covarrubias. P., J.; Morán. V., N. y Acosta. G., J. A. 2008. Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del Bajío. Agricultura Técnica en México. 34:412-430.
- Gutiérrez G., R.; Galindo G., G.; Zandate H., R.; Medina M., E.; Pajarito R., A.; Cuellar R., E. I.; Rosales S., R. y Quiroga G., H. M. 2007. (Programa interno. Durango. Dgo. Mexico. 15 y 16 de noviembre de 2007) Programa regional de transferencia de tecnología del nodo norte – centro de la red de frijol y otras leguminosas de grano. Campo Experimental Valle del Guadiana, Centro Regional Norte Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Durango. Dgo. México.
- Díaz B., L.; Widholm, J.M.; Fahely J., G.C.; Castaño T., E.; Paredes L., O. 2006. Chemical components with health implications in wild and cultivated Mexican common bean seeds. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 54: 2045-2052.
- Hsu, C.K.; Liao, J.W.; Chung, Y.C.; Hsieh, C.P.; Chan, Y.C. 2004. Xylooligosaccharides and fructooligosaccharides affect the

- intestinal microbiota and precancerous colonic lesion development in rats. *Journal of Nutrition*. 134:1523-1528.
- Hernández S., D.; Mendoza S., M.; Hernández M., H. L.; Guzmán M., H.S.; Loarca P., G.F.; Salgado, L.M.; Reynoso C., R. 2013. Cooked beans (*Phaseolus vulgaris*) protect against  $\beta$ -cell damage in streptozotocin-induced diabetic rats. *Plant Food for Human Nutrition*. 68: 207-212.
- Hutchins, A.M.; Winham, D.M. 2010. Beans reduce glycemic response as part of a rice meal. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*. 53: 8-9.
- Lattimer, J. M.; Haub, M. D. 2010. Effects of dietary fiber and Its components on metabolic health. *Nutrients*. 2: 1266-1289.
- Leszczynski, W. Resistant starch-Classification, structure, production. 2004. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*. 13: 37-50.
- Rosales R., S.; Cuellar R., E. I.; Nava B., C. A.; Guamán R., H.; Ibarra P., F. J. y Acosta G., J. A. 2012a. Pinto centauro; variedad mejorada de frijol para el estado de Durango. Folleto Técnico Núm. 62, Campo Experimental Valle del Guadiana. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Durango. Dgo. México. 27p.
- Rosales S., R.; Ibarra P., F. J. y Cuellar R., E. I. 2012b. Pinto centauro, nueva variedad de frijol para el estado de Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3:1467 – 1474.
- Rosales S., R.; Ibarra P., F. J. y Cuellar R., E. I. 2012c. Pinto centenario, nueva variedad de frijol para el estado de Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3: 1655 – 1662.
- Rosales S., R.; Ibarra P., F. J. y Cuellar R., E. I. 2012d. Pinto libertad nueva variedad de frijol para el estado de Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3: 1663 – 1670.
- Rosales S., R.; Acosta G., J. A; Ibarra P., F. J. y Cuellar R., E. I. 2011. Pinto bravo: nueva variedad de frijol para el altiplano semiárido de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2: 985 – 991.
- Rosales S., R.; Acosta G., J. A; Ibarra P., F. J. y Cuellar R., E. I. 2010. Pinto coloso nueva variedad de frijol para el estado de Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1: 739 – 744.
- Reynoso C., R.; Ramos G., M.; Loarca P., G. 2006. Bioactive components in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Advances*

- in agricultural and Food Biotechnology. Research Singpost. Kerala, India. 218 p.
- Park, J.; Folch, M.H. 2007. Prebiotics, probiotics and dietary fiber in gastrointestinal disease. *Gastroenterology Clinics of North America*. 36: 47-63.
- Salinas P., R. A. y Rodríguez. C., F. G. 2008. Impacto del mejoramiento genético de frijol en Sinaloa variedad "azufrado Higuera". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Trabajo para Concurso Tecno-Agro 2008. 12 p.
- Santangelo, C., Vari, R., Schazzocchio, B., Benedetto, R., Filesi, C., Masella, R. 2007. Polyph enols, intracellular signaling and inflammation. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*. 43:394-405.
- Serrano, J.; Goñi, I. 2004. Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 54: 36-44.
- Sidhu, P.; Garq, M.L.; Dhawan, D.K. 2005. Protective effects of zinc on oxidative stress enzymes in liver of protein-deficient rats. *Drug and Chemical Toxicology*. 28: 211-230.

## **REVISIÓN TÉCNICA Y EDICIÓN**

Rodolfo Velásquez Valle

Manuel de Jesús Flores Nájera

INIFAP Zacatecas

## **DISEÑO DE PORTADA**

Ing. José Ángel Cid Ríos

## **Grupo Colegiado del CEZAC**

Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias

Secretario: Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez

Comisión Editorial y Vocal: Dr. Alfonso Serna Pérez

Vocal: Dr. Guillermo Medina García

Vocal: Ing. Manuel Reveles Hernández

Vocal: Dr. Luis Roberto Reveles Torres

Vocal: Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de  
Diciembre en la Imprenta Mejía, Calle Luis Moya No. 622, C. P.

98500, Calera de V. R., Zacatecas, México.

Tel. (478) 98 5 22 13

Su tiraje constó de 700 ejemplares

# CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

## DIRECTORIO

**Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez**      **Director de Coordinación y Vinculación**

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
MC.	Nadiezhdá Y. Ramírez Cabral*	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Manuel de Jesús Flores Nájera	Carne de Rumiantes
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing.	Miguel Servin Palestina *	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing.	José Ángel Cid Ríos	Frijol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC	Valentín Meleró Meraz	Frutales
Ing.	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
Dra.	Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
MC	Mayra Denise Herrera	Inocuidad de Alimentos
MC.	Juan José Figueroa González	Inocuidad de Alimentos
MC	Enrique Medina Martínez	Maíz
MC.	Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Ing.	Ricardo A. Sánchez Gutiérrez *	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Luis Roberto Reveles Torres	Recursos Genéticos: Forestales, Agrícolas, Pecuarios y Microbianos
Dr.	Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dr.	Rodolfo Velásquez Valle	Sanidad Forestal y Agrícola
MC.	Blanca I. Sánchez Toledano *	Socioeconomía

\* Becarios

[WWW.INIFAP.GOB.MX](http://WWW.INIFAP.GOB.MX)

