

GALLETAS CON HARINA DE FRIJOL DE ALTA CALIDAD NUTRICIONAL Y NUTRACÉUTICA

Raquel K. Cruz Bravo
Horacio Guzmán Maldonado
Mayra Denise Herrera
José Ángel Cid Ríos
Manuel Juárez García



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

MTRO. JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA
Secretario

MTRO. JORGE ARMANDO NARVÁEZ NARVÁEZ
Subsecretario de Agricultura

MTRO. RICARDO AGUILAR CASTILLO
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

MTRO. HÉCTOR EDUARDO VELASCO MONROY
Subsecretario de Desarrollo Rural

LIC. MARCELO LÓPEZ SÁNCHEZ
Oficial Mayor

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

DR. LUIS FERNANDO FLORES LUI
Director General

DR. RAÚL GERARDO OBANDO RODRÍGUEZ
Coordinador 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 del INIFAP

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

DR. HOMERO SALINAS GONZÁLEZ
Director Regional

DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES
Director de Investigación

DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ
Director de Planeación y Desarrollo

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS
Director de Administración

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

GALLETAS CON HARINA DE FRIJOL DE ALTA CALIDAD NUTRICIONAL Y NUTRACÉUTICA

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 01 800 088 2222

ISBN: 978-607-37-0473-1

Primera Edición: octubre 2015

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:

Cruz-Bravo, R.K., Guzmán-Maldonado, S.H., Herrera, M.D., Cid-Ríos, J.A. y Juárez-García, M. 2015. Galletas con harina de frijol de alta calidad nutricional y nutracéutica. Folleto Técnico. Núm. N. 66 Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 21 páginas.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CALIDAD NUTRICIONAL Y NUTRACÉUTICA DEL FRIJOL	3
PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DEL FRIJOL	6
ELABORACIÓN DE GALLETAS CON HARINA DE FRIJOL	9
VALOR NUTRICIONAL Y POTENCIAL NUTRACÉUTICO DE LAS GALLETAS CON FRIJOL	13
CONCLUSIONES	17
LITERATURA CITADA	18

GALLETAS CON HARINA DE FRIJOL CON ALTA CALIDAD NUTRICIONAL Y NUTRACÉUTICA

Raquel K. Cruz Bravo
Horacio Guzmán Maldonado
Mayra Denise Herrera
José Ángel Cid Ríos
Manuel Juárez García

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tiene su origen en Mesoamérica y se extendió hacia Sudamérica y el resto del mundo a través de los siglos (Bitocchi *et al.*, 2012). Constituye la principal fuente de proteína de la dieta en países de Latinoamérica y África. Se calcula que la mitad del grano de leguminosa que se consume a nivel mundial es de frijol. Esto lo convierte en la leguminosa de mayor producción para consumo directo (Broughton *et al.*, 2003; Beebe *et al.*, 2013).

En México, el frijol es el segundo producto más importante del sector agroalimentario (SIACON-SAGARPA, 2006). Zacatecas es la entidad que más grano de frijol produce contribuyendo con el 28.2 % de la producción total (Financiera Rural, 2014). Existen cerca de 70 variedades que se distribuyen en siete grupos: negros, amarillos, blancos, morados, bayos, pintos y moteados. Con base

en la preferencia del consumidor, el frijol se clasifica en: 1) muy preferente (Azufrado, Mayocoba, Negro, Peruano, Flor de Mayo y Junio), 2) preferentes (Garbancillo, Manzano, Negro San Luis, Negro Querétaro y Pinto Saltillo), y 3) no preferentes (Alubia Blanca, Bayo Blanco, Negro Zacatecas, Ojo de Cabra y Bayo Berrendo). En la zona norte de México se consume las variedades azufradas, que se producen principalmente en Sinaloa, mientras que una gran parte de frijol negro se produce en Nayarit y Zacatecas (Financiera Rural, 2011).

La planta de frijol se caracteriza por formar asociaciones con bacterias para fijar el nitrógeno de la atmósfera, lo cual se refleja en el contenido de proteínas del grano (Broughton et al., 2003). Además, es rica en proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales y otros compuestos relacionados con la salud. A pesar de los beneficios que se atribuyen al frijol, en México se consumen apenas unos 12 kg *per cápita* al año. Esta tendencia decreciente en el consumo se ha observado desde la década de los ochenta (Romero, 1993). Dicho fenómeno ha sido influenciado por los cambios en el mercado a consecuencia de la migración, el empleo, el paso de una economía cerrada a una economía global, pero principalmente, al cambio en los hábitos alimenticios como resultado del urbanismo (Financiera Rural, 2011). Lo anterior explica que casi 100,000 toneladas se transformen en frijoles enlatados, con un rendimiento de 3.5 Kg de frijol enlatado por

cada kilo de frijol. Se prevé que esta tendencia aumente conforme el estilo de vida de la población continúe evolucionando y se formen nuevas necesidades de consumo (Beebe *et al.*, 2013).

CALIDAD NUTRICIONAL Y NUTRACÉUTICA DEL FRIJOL.

Los frijoles (Figura 1) son una fuente económica de proteínas de origen vegetal. Sin embargo, carece de dos aminoácidos esenciales llamados metionina y triptófano. También contiene vitaminas del complejo B como la niacina, riboflavina, ácido fólico, tiamina y piridoxina; y minerales como el hierro, zinc, potasio, magnesio, fósforo, cobre y manganeso. Asimismo, es una excelente fuente de fibra dietética (soluble e insoluble), carbohidratos complejos (almidón) (Gebhardt y Robin, 2002; Bennink y Rondini, 2008) y es fuente de ácidos grasos poliinsaturados (Financiera Rural, 2011). Por otra parte, existe evidencia científica que demuestra que el frijol contiene una variedad de fitoquímicos, como: polifenoles, inhibidores de tripsina, lectinas, fibra, y biopéptidos, entre otros que aportan beneficios a la salud de quien los consume, por ejemplo: la prevención de sobrepeso, obesidad, estreñimiento, diabetes mellitus, hipertensión, cáncer de colon, entre otros. (Campos-Vega *et al.*, 2009).

En términos generales, tanto las proteínas como el almidón del frijol son menos digeribles que aquellos que están presentes en los cereales. Aunque la digestibilidad de las proteínas del frijol es menor que las de origen animal, dicha digestibilidad es alta si se le compara con otras proteínas de origen vegetal. Por otro lado, el almidón del frijol suele ser digerido más lentamente y en menor cantidad que el de los cereales. De igual manera, se sabe que cerca del 20 % del almidón total del frijol no se digiere, lo cual puede traducirse en flatulencia. No obstante, se ha demostrado científicamente que esos carbohidratos no digeribles previenen el desarrollo de cáncer de colon (Hangen y Bennink, 2002; Lanza *et al.*, 2006; Feregrino-Pérez *et al.*, 2008). Las limitaciones en la digestibilidad del almidón del frijol lo clasifican en un alimento de bajo índice glicémico, lo que es ventajoso en comparación con otros alimentos elaborados con trigo.



Figura 1. Algunos tipos de frijol común.

Además de los compuestos que están involucrados en la nutrición del ser humano, los alimentos de origen vegetal contienen compuestos que pueden proveer beneficios adicionales a la salud, los cuales se conocen como fitoquímicos (Guzmán-Maldonado y Paredes-López, 1998). Las leguminosas y, particularmente, el frijol contienen una variedad de compuestos que pueden ser benéficos a la salud, como los inhibidores de tripsina, lectinas, fitatos, saponinas, esteroides, oligosacáridos y compuestos fenólicos (Campos-Vega *et al.*, 2009). Asimismo, se ha demostrado que para obtener los beneficios a la salud, el frijol se

debe consumir de cuatro a más veces por semana (Flight y Clifton, 2006).

PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DEL FRIJOL.

Se ha recomendado que después de la cosecha el frijol se almacene en óptimas condiciones para conservar su calidad, pero en la práctica no suele existir la infraestructura necesaria para lograr este objetivo. Esta situación provoca que anualmente se pierda parte de la cosecha porque el grano que se comercializa no presenta la calidad deseada. Por esta razón, es importante llevar a cabo estrategias que permitan disminuir las pérdidas mediante la transformación agroindustrial del grano (Hernández-Ríos *et al.*, 2003).

En un estudio realizado por Rodríguez-Licea y colaboradores (2010) se evaluaron las preferencias de consumo de frijol en México. Se observó que existe una diferencia importante por tipo de frijol. El 77.2% de la población adquiere el frijol en grano, mientras que el 22.8% lo compra industrializado. En el primer caso, 47.5% lo adquiere sin ningún tipo de beneficio y a granel, mientras que el 29.7% lo compra empacado en bolsas. Entre quienes prefieren el industrializado, 17.9% opta por el enlatado, 2.9% por el empaque al vacío, 1.5 % por el empaque tetra-Pack y

0.5% por el deshidratado. Sin embargo, al carecer de mayor variedad de productos alimentarios en el mercado, se desconoce el grado de aceptación por productos de panificación, botanas, entre otros elaborados con frijol.

A pesar de la falta en el desarrollo agroindustrial de esta leguminosa, en los últimos años se han propuesto diversas tecnologías para elaborar productos con frijol. Rocha-Guzmán y colaboradores (2008) evaluaron las propiedades físicas de harinas extruidas de tres variedades de frijol con resultados favorables. Asimismo, Gallegos-Infante y colaboradores (2010) elaboraron un spaghetti con semolina y harina de frijol. Estos autores observaron que la adición de frijol mejoraba la calidad nutricional, aumentaba el contenido de almidón resistente y disminuía el almidón total y disponible. Como resultado, el spaghetti presentaba un índice glicémico bajo, lo cual, como ya se explicó, tiene ventajosas implicaciones a la salud. De igual manera, se han elaborado barras de granola con frijol rojo (Medina-Herrera, 2006), barras nutritivas con frijol, maíz, amaranto y miel (López Aguilar y Márquez-Rodríguez, 2014), así como un pan ranchero con harina de frijol Negro San Luis y harina de trigo (Galván-Moreno y Sagahón Canales, 2014).

En el INIFAP Campo Experimental Zacatecas se han desarrollado varios productos agroindustriales del frijol. Se cuenta con la

tecnología para elaborar totopos, botanas, barras nutritivas y panqués con harina de frijol (Figura 2). Estos productos, comparados con los que no contienen frijol, tienen mayor cantidad de proteínas, fibra dietética, capacidad antioxidante y menor contenido de grasa (Figuroa-González, et al., 2011). Por lo que representan un valor agregado al producto y una diversificación para los productores de frijol o personas relacionadas con la industria alimentaria.

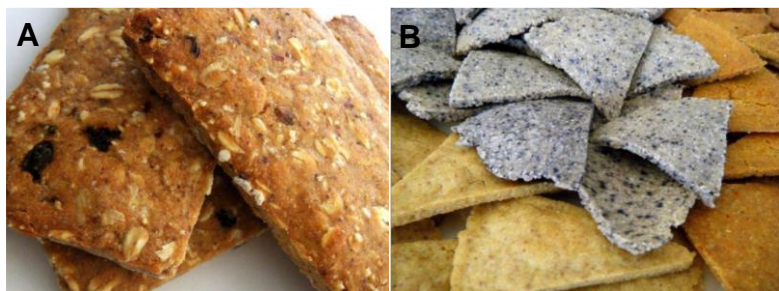


Figura 2. A) Barritas nutritivas con harina frijol B) Totopos con harina de frijol. Fuente: Figuroa-González, et al., 2011.

En éste folleto se presenta una alternativa para elaborar galletas con harina de frijol variedad Pinto Saltillo, cuyo objetivo, además del valor agregado, es ofrecer un producto con mayor calidad nutricional y nutracéutica para la población en general.

ELABORACIÓN DE GALLETAS CON HARINA DE FRIJOL

A continuación se presenta el proceso para elaborar artesanalmente galletas con frijol. Estas galletas no contienen ingredientes que aporten colesterol, ni azúcares simples como la azúcar (Cuadro 1). La formulación incluye harina compuesta de trigo integral, avena y de frijol de la variedad Pinto Saltillo (Figura 3), la cual es altamente demanda en el mercado en la actualidad. Las cantidades que se muestran son para la elaboración de 26 galletas de 10 g cada una. También se incluye stevia en polvo como edulcorante natural para sustituir el uso de azúcar. El producto tiene una vida media de 60 días y su costo de producción es de \$11.53 por cada 100 g.

Cuadro 1. Formulación de las galletas con harina de frijol.

Ingrediente	Cantidad
Harina de frijol	90 g
Harina de trigo integral	10 g
Harina de avena	100 g
Margarina	75 g
Agua	50 mL
Nuez	24 g
Vainilla	10 mL
Polvo para hornear	1 g
Stevia en polvo	0.80 g
Sal	0.75 g
Canela	0.75 g

Procedimiento

Selección y limpieza del grano. Se elimina el grano que presente daños importantes y que dificulten la obtención de la harina, así como material extraño (palos y piedras). De ser necesario, el frijol se criba para eliminar la mayor cantidad posible de tierra en el grano. Posteriormente, se enjuaga el frijol con agua purificada para mejorar la calidad microbiológica del material.



Figura 3. Granos de frijol Pinto Saitillo.

Producción de la harina de frijol. El frijol crudo perfectamente limpio se seca a temperatura ambiente o a 50 °C en una estufa de secado bajo condiciones herméticas; es decir, que se encuentre apartado de corrientes de aire, polvo y animales que pudieran ser fuente de contaminación. Una vez seco el grano, se muele las veces que sea necesario para obtener una harina fina y manipulable para panificación (Figura 4). La harina se guarda en empaques herméticos de papel o plástico en un lugar fresco y seco.



Figura 4. Obtención de la harina de frijol.

Mezcla de ingredientes y elaboración de las galletas. Con la harina obtenida se procede con la elaboración de las galletas. Primero, se pesan todos los ingredientes (Cuadro 1), se licuan las hojuelas de avena hasta obtener una harina fina. Se mezclan las harinas de frijol, trigo integral, avena y el polvo para hornear. Se corta la nuez en trozos pequeños. En un recipiente, se derrite la margarina en baño maría y se le adiciona la sal. En otro recipiente, se coloca el agua más la esencia de vainilla y se le incorpora la stevia hasta que esté perfectamente disuelta. Se mezclan todos los ingredientes hasta obtener una masa homogénea. Posteriormente, se deja reposar la mezcla durante una hora en refrigeración. Inmediatamente después de la refrigeración, se coloca la masa en una charola y se corta con la ayuda de moldes para galletas. A continuación, se colocan las galletas en una charola de acero inoxidable previamente engrasada con margarina y se hornean a 180 °C durante 40 minutos. Después del horneado, se dejan enfriar las galletas (Figura 5), a temperatura ambiente, evitando su exposición a fuentes de contaminación y se envasan en bolsas de celofán previamente etiquetadas con los datos del fabricante, fecha de elaboración y caducidad.



Figura 5. Galletas con harina de frijol Pinto Saltillo.

VALOR NUTRICIONAL Y POTENCIAL NUTRACÉUTICO DE LAS GALLETAS CON FRIJOL

La calidad nutricional de un alimento está directamente relacionado con su composición química. En el Cuadro 2 se presenta la composición química de la harina de frijol de la variedad Pinto Saltillo, de las galletas con frijol y de una galleta comercial (con avena, vainilla y sin azúcar). Como era de esperarse, la harina de frijol presentó mayor cantidad de proteína, fibra y menor contenido de grasa. Asimismo, las galletas de frijol presentaron más proteína (9.6%) y menos grasa (3.93%) que la

galleta comercial. Como puede observarse, la adición de frijol a la fórmula mejoró la calidad nutricional de la galleta.

Cuadro 2. Composición química de la harina de frijol variedad Pinto Saltillo, galleta con harina de frijol y galleta comercial.

Muestra	Humedad	Cenizas	Proteínas	Grasa
Harina de frijol	2.65 ± 0.03 ^b	4.38 ± 0.02 ^a	17.51 ± 0.05 ^a	1.54 ± 0.13 ^c
Galleta con frijol	3.23 ± 0.26 ^a	2.51 ± 0.02 ^b	9.65 ± 0.49 ^b	3.93 ± 0.61 ^b
Galleta comercial	2.65 ± 0.13 ^b	1.80 ± 0.16 ^c	5.66 ± 0.11 ^c	9.59 ± 0.07 ^a

Los resultados se presentan como la media ± el error estándar de dos experimentos con dos repeticiones cada uno. Letras diferentes entre muestras indican diferencia significativa (Tukey, $\alpha=0.05$).

La fibra dietética es uno de los principales componentes nutraceuticos del frijol. Debido a su alto contenido de fibra, el frijol produce mayor saciedad y prolonga su tránsito por el intestino, lo que también produce una sensación de plenitud intestinal y aumenta los niveles elevados de una hormona llamada colecistoquinina que está relacionada con bajos niveles de glucosa e insulina en la sangre de pacientes diabéticos (Bourdon *et al.*, 2001). La galleta con harina de frijol contiene, aproximadamente, 40 veces más fibra dietética total que la galleta comercial (Cuadro 3). Igualmente, el contenido de fibra soluble y el del almidón resistente en la galleta con harina de frijol fueron 18 y 87 veces más, respectivamente, que el de la galleta comercial. Estos valores son importantes, ya que diversos estudios clínicos y

epidemiológicos han demostrado que el consumo de alimentos ricos en fibra dietética (soluble, insoluble y almidón resistente), disminuye el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y enfermedades crónico degenerativas como la diabetes, obesidad y cáncer (Lattimer *et al.*, 2010; Papathanasopoulos *et al.*, 2010).

Cuadro 3. Contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble y almidón resistente en la harina de frijol variedad Pinto Saltillo, galleta con frijol y galleta comercial.

Muestra	FDT (%)	FS (%)	FI (%)	AR (%)
Harina de frijol	29.91 ± 0.22 ^a	8.12 ± 0.58 ^a	21.76 ± 0.64 ^a	6.21 ± 0.44 ^b
Galleta con frijol	15.75 ± 2.07 ^b	5.53 ± 2.02 ^a	10.2 ± 0.63 ^b	8.72 ± 0.42 ^a
Galleta comercial	ND	ND	ND	ND

Los resultados se presentan como la media ± el error estándar. Letras diferentes en la misma columna indica diferencia significativa (Tukey, $\alpha=0.05$), prueba de Tukey. ND: No Detectado. FDT: fibra dietética total; FS: fibra soluble; FI: fibra insoluble; AR: almidón resistente.

Además de la fibra, el frijol contiene otros compuestos que aportan beneficios a la salud (nutracéuticos), tal es el caso de los compuestos fenólicos. En este sentido, tanto la harina de frijol, como la galleta con frijol contienen mayor proporción de fenoles, taninos, antocianinas y flavonoides que la galleta comercial (Cuadro 4).

Cuadro 4. Contenido de compuestos fenólicos en la harina de frijol variedad Pinto Saltillo, galleta con frijol y galleta comercial.

Muestra	Fenoles (mg EAG/g)	Taninos (mg EC/g)	Antocianinas (mg EC3G/g)	Flavonoides (mg EC/g)
Harina de frijol	3.9 ± 0.16 ^a	0.46 ± 0.01 ^a	0.02 ± .0001 ^a	0.62 ± 0.02 ^a
Galleta con frijol	3.07 ± 0.14 ^b	0.42 ± 0.007 ^b	0.01 ± 0.02 ^b	0.15 ± 0.01 ^b
Galleta comercial	2.81 ± 0.09 ^c	0.28 ± 0.03 ^c	0.01 ± 0.01 ^c	ND

Los resultados se presentan como la media ± la desviación estándar. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa (Tukey, $\alpha = 0.05$). ND: No Detectado

Los compuestos anteriormente mencionados están directamente relacionados con la capacidad antioxidante del producto. De esta manera, la adición de harina de frijol a las galletas influyó en el nivel de la capacidad antioxidante. La harina de frijol presentó mayor capacidad antioxidante determinada como equivalentes de Trolox (ET) (3283.3 $\mu\text{mol ET/g}$ y 182.5 $\mu\text{mol ET/g}$; métodos TEAC y ORAC, respectivamente) que la galleta de frijol (2499.5 $\mu\text{mol ET/g}$; 99.4 $\mu\text{mol ET/g}$), la cual que a su vez fue significativamente mayor que la galleta comercial (1331.8. $\mu\text{mol ET/g}$; 21.5 $\mu\text{mol ET/g}$). Se sabe que a mayor capacidad antioxidante, mayor es el efecto biológico en la prevención de diversas enfermedades.

CONCLUSIONES

Los estudios realizados a la galleta preparada con harina de frijol demuestran que la galleta de frijol tiene una mejor calidad nutrimental y nutracéutica que las galletas comerciales similares. La preparación de las galletas es muy similar a la de cualquier galleta integral y puede competir en el mercado ofreciendo una alternativa con un alto mensaje nutricional y nutracéutico.

LITERATURA CITADA

- Beebe, S.E., Rao I.M., Blair, M.W., and Acosta-Gallegos, J.A. 2013. Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Front. Plant Sci.* 4: 35.
- Bennink, M. and Rondini, E. 2008. Dry Beans and Human Health. *The Bean Institute Bulletin.* 1-31.
- Bourdon, I., Olson, B., Backus, R., Richter, B.D., Davis, P.A., and Schneeman, B.O. 2001. Beans, as a source of dietary fiber, increase cholecystokinin and apolipoprotein B48 response to test meals in men. *J. Nutr.* 131: 1485-1490.
- Bitocchi E, Nanni L, Bellucci E, Rossi M, Giardini A, Zeuli PS, Logozzo G, Stougaard J, McClean P, Attene G, *et al.* 2012. Mesoamerican origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is revealed by sequence data. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 109:E788-E796.
- Broughton, W.J., Hernandez, G., Blair, M.W., Beebe, S.E., Gepts, P., and Vanderleyden, J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp.) – Model Food Legumes. *Plant and Soil* 252: 55-128.
- Campos-Vega, R., Loarca-Pina, G., and Oomah, B.D. 2009. Minor components of pulses and their potential impact on human health. *Food Res. Int.* 43:461–482.
- Feregrino-Perez, A. A., Berumen, L. C., Garcia-Alcocer, G., Guevara-Gonzalez, R.G., Ramos-Gomez, M., Reynoso-Camacho, R., Acosta-Gallegos, J.A., and Loarca-Piña, G. 2008. Composition and Chemopreventive Effect of Polysaccharides from Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) on Azoxymethane-Induced Colon Cancer. *J. Agric. Food Chem.* 56:8737-8744.

- Figuroa-González, J.J., Juárez-Ibarra, C.A., Herrera-Hernández, M.G. Guzmán-Maldonado, S.H., Sánchez-Toledano, B.I. 2011. Elaboración de productos agroindustriales de frijol. Manual INIFAP no. 21. Campo Experimental Zacatecas.
- Financiera Rural. 2011. Monografía del frijol. www.financierarural.gob.mx. Consultado en junio 2014.
- Financiera Rural. 2014. Panorama del frijol. www.financierarural.gob.mx. Consultado en junio 2014.
- Flight, I., and Clifton, P. 2006. Cereal grains and legumes in the prevention of coronary heart disease and stroke: A review of the literature. *Eur. J. Clin. Nutr.* 60: 1145–1159.
- Gallegos Infante, J.A., Bello Pérez, L.A., Rocha Guzmán, N.E., González Laredo, R.F. and Ávila Ontiveros, M. 2010. Effect of the addition of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour on the in vitro digestibility of starch and undigestible carbohydrates in spaghetti. *J. Food Sci.* 75:H151-H156.
- Galván Moreno, M.J., y Sagahón Canales, E.C. 2014. Desarrollo de un pan tipo ranchero de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la variedad negro San Luis con alto nivel nutricional y aceptable sensorialmente. Tesis de Licenciatura. Ingeniería en Industrias Alimentarias. Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte.
- Gebhardt, S.E. and Robin, G.T. 2002. Nutritive value of foods. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Research Service, Home and Garden Bulletin number 72. En: http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data//HG72/hg72_2002.pdf
- Guzmán-Maldonado, S.H. y Paredes-López, O. 1998. Functional Products of Plants Indigenous to Latin America: Amaranth, Quinoa, Common Beans, and Botanicals. In: *Functional Foods:*

Biochemical and Processing Aspects. CRC Press. Lancaster, PA, USA.

Hangen, L., and Bennink, M.R. 2002. Consumption of Black Beans and Navy Beans (*Phaseolus vulgaris*) Reduced Azoxy methane-Induced Colon Cancer in Rats. *Nutr.Can.* 44:60–65.

Hernández Ríos, I., García Herrera, E.J., Pastor López, F.J., Tarango Arámbula, L.A., Becerra Rivas, J.J., *et al.* 2003. Caracterización de la cadena agroalimentaria del frijol de riego e identificación de sus demandas tecnológicas. Programa Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología en el Estado de San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados y Fundación Produce San Luis Potosí.

Lanza, E., Hartman, T.J., and Albert, P.S. 2006. High dry bean intake and reduced risk of advanced colorectal adenoma recurrence among participants in the polyp prevention trial. *J Nutr.* 136:1896 -903.

Lattimer, J. M., and Haub, M. D. 2010. Effects of Dietary Fiber and Its Components on Metabolic Health. *Nutrients.* 2: 1266-1289.

López Aguilar, N., y Márquez Rodríguez, M. 2014. Desarrollo de una barra de maíz, frijol, amaranto y miel con altas propiedades nutricionales y aceptables características sensoriales. Tesis de Licenciatura. Ingeniería en Industrias Alimentarias. Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte.

Medina Herrera, M.D. 2006. Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*). Tesis de Licenciatura. Ingeniería en Industrias Alimentarias. Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte.

- Papathanasopoulos, A.; Camilleri, M.D. 2010. Dietary Fiber Supplements: Effects in Obesity and Metabolic Syndrome and Relationship to Gastrointestinal Functions. *Gastroenterology*. 138: 65–72.
- Rocha-Guzmán, N.E., Gallegos-Infante, J.A., González-Laredo, R.F., Bello-Pérez, A., Delgado-Licon, E., Ochoa-Martínez, A. and Prado-Ortiz, M.J. 2008. Physical properties of extruded products made with three Mexican common beans (*Phaseolus vulgaris* L). *Plant Food Hum. Nutr.*, 63: 99–104.
- Rodríguez-Licea, G., García-Salazar, J.A., Rebollar-Rebollar, S. y Cruz-Contreras, 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*. 1: 121-145.
- Romero, P. E. 1993. El frijol y la alimentación. En: Cuauhtémoc González Pacheco y Felipe Torres Torres (Coord), *Los retos de la soberanía alimentaria en México*. Tomo I, Vol. 24, No. 93. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM–Juan Pablos, México.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Adriana Ayala Mena, Alejandra Alvarado Juárez, Ana Karen Rodarte Chávez y Francisco Díaz Martínez por el apoyo técnico en el desarrollo y evaluación del producto alimentario.

REVISIÓN TÉCNICA Y EDICIÓN

Yasmín Ileana Chew Madinaveitia
INIFAP La Laguna

Juan José Figueroa González
INIFAP Zacatecas

DISEÑO DE PORTADA

M.C. Mayra Denise Herrera

Grupo Colegiado del CEZAC

Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias
Secretario: Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez
Comisión Editorial y Vocal: Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera
Vocal: Dr. Guillermo Medina García
Vocal: Dr. Luis Roberto Reveles Torres
Vocal: Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez
Vocal: M.C. Mayra Denise Herrera

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de octubre de 2015 en “Paus” Impresiones, Calle Real del Calvario #125, Col. Real de Calera. C. P. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México.

Tel. (478) 98 5 22 13

Su tiraje constó de 500 ejemplares

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

DIRECTORIO

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

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
M.C.	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
M.C.	Miguel Servin Palestina	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing.	José Ángel Cid Ríos	Fríjol y Garbanzo
M.C.	Mayra Denise Herrera	Frijol y Garbanzo
M.C.	Juan José Figueroa González	Frijol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
M.C.	Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing.	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
Dra.	Raquel K. Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
M.C.	Enrique Medina Martínez	Maíz
M.C.	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
M.C.	Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía

WWW.INIFAP.GOB.MX