



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL

Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente

**“Características físicas y sensoriales de pan formulado
con concentrado proteico y fibra de frijol Azufrado
Higuera.”**

Protocolo

Presenta: IQ. María Romina Flores Peña.

Profesor Proponente: Dr. Sergio Medina Godoy.

Guasave, Sinaloa a Mayo del 2018.

I. INTRODUCCIÓN/ JUSTIFICACIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris*), es un miembro de la familia *Fabaceae*, subfamilia *Papilionoideae*, tribu *Phaseoleae*, genero *Phaseolus*, y se le considera como la leguminosa de grano que mayormente se consume en el mundo (Allen y Allen, 1981, Sathe et al., 1984). Es uno de los cultivos que forman parte de la dieta básica de la mayoría de países centroamericanos y por lo tanto su abastecimiento y precio accesible es estratégico para todos los gobiernos (IICA, 2008).

Anualmente se exportan 3.4 millones de toneladas de frijol, lo que representa el 14.6 por ciento de la producción global. Asimismo, las exportaciones se encuentran altamente concentradas en pocos países exportadores. En conjunto, China, Myanmar, Estados Unidos, Argentina y Canadá concentran el 72.9 por ciento de las exportaciones totales de frijol. El frijol es cultivado prácticamente en todas las regiones y condiciones climáticas y de suelos del país. Es el tercer cultivo en importancia por la superficie sembrada, después del maíz y el sorgo, y ocupa la décima posición por su contribución en el valor de la producción agrícola primaria. Asimismo, sobresale por el número de productores que incorpora y por su importancia en la alimentación de amplios sectores de la población. El consumo per cápita de frijol en México ha disminuido en años recientes. Entre los factores que se estima determinan esta tendencia se encuentran: la migración, el urbanismo, la reducción en el número de miembros en las familias, cambios en el poder adquisitivo, y la incorporación de la mujer a la actividad laboral. Las tendencias de consumo aparentemente están desplazándose hacia productos con mayor valor agregado, tales como frijol empacado, industrializado y en presentaciones más convenientes para los consumidores (FIRA, 2014).

El comercio del grano de frijol tiene canales limitados, por lo que se ha aumentado la búsqueda de otras líneas de comercialización para aumentar la venta de éste, no solamente para consumo alimenticio, si no para ser empleado como materia prima en la industria de alimentos funcionales o nutraceuticos (Messina, 1999; Espinosa-Alonso et al., 2006; Oomah et al., 2010). Los compuestos bioactivos o nutraceuticos se han utilizado recientemente como ingredientes alimenticios, debido a sus beneficios para la salud humana. Los frijoles comunes (*Phaseolus vulgaris* L.), dieta

básica de los grandes sectores de América Latina, son fuentes importantes de nutraceuticos, que proporcionan cantidades significativas de proteínas, carbohidratos y vitaminas (Serrano y Goñi, 2004).

Los alimentos a base de harina comprenden una parte sustancial de la oferta de alimentos en el mundo, han sido utilizadas para la producción de una amplia gama de productos alimenticios y no alimenticios, incluyendo panes, galletas, pastas, cereales de desayuno, snacks, cereales malteadas, productos farmacéuticos, y adhesivos (Torres, 2011).

Actualmente existe una problemática a nivel internacional con el consumo de trigo, debido a que la harina de trigo contiene gluten, el cual es una fracción proteica constituida de gluteninas y gliadinas y representa el 80% del total de la proteína del grano (Peña y Rodrigo, 2013). La ingesta de este componente provoca un daño irreversible en las diferentes vellosidades intestinales de los afectados. La enfermedad celíaca es una enfermedad genéticamente predispuesta y las estadísticas muestran que aproximadamente el 1% de la población mundial padece esta enfermedad (Malalgoda and Simsek 2017). El 80% de los alimentos procesados industrialmente contiene gluten, por lo que es necesario buscar alternativas de harinas libres de gluten (GF= Gluten Free) para elaborar alimentos. Actualmente se encuentran en el mercado harinas GF, como la harina de arroz, maíz y harina de castaña (Torres, 2011). El frijol no contiene gluten en su composición química (Galvez-Morales, 2014), por lo tanto podrían realizarse productos como un panificado con la harina de frijol el cual podrá ser consumido por personas celiacas y no celiacas.

En el Laboratorio de Alimentos Funcionales del CIIDIR Sinaloa se han realizado estudios encaminados a la obtención de nutraceuticos a partir de la proteína del grano de frijol. Por lo cual fue pertinente la caracterización de co-productos obtenidos del fraccionamiento del grano, los cuales presentaron atractivas propiedades nutrimentales y funcionales (Gálvez-Morales, 2014). De ahí la necesidad de evaluar el impacto de la incorporación de estos co-productos en nuevos alimentos.

II. MARCO TEÒRICO

Frijol

Planta herbácea perteneciente a la familia de las *fabaceae*, de tallos delgados y débiles, cuadrangulares, a veces rayados de purpura, hojas trifoliadas, ápice acuminado, laterales más o menos tubulosos y estandarte redondeado (SAGARPA, 2017). Se considera como la leguminosa de grano que mayormente se consume en el mundo. Físicamente, la semilla de frijol puede ser de apariencia redonda o elíptica (Medina-Godoy et al., 2008). Se conoce con el nombre de frijol, poroto, alubia, caraota y judía. En náhuatl se les llamaba etl o etle. Constituyen uno de los alimentos principales en la dieta de la población mexicana (Fuentes, 2010). Su consumo es sólo humano y constituye una fuente de proteínas importante. Se guisa de diferentes modos y forma parte de la guarnición más utilizada para acompañar diferentes platillos (SAGARPA, 2017).

Producción

La producción mundial de frijol registra tendencia al alza durante la década reciente, impulsada por aumentos en la superficie cultivada y en los rendimientos promedio por unidad de superficie. En siete países se concentra el 63.0 por ciento de la cosecha mundial de la leguminosa: India, Myanmar, Brasil, Estados Unidos, México, China y Tanzania. El comercio de frijol en el mercado internacional es reducido en comparación con otros productos agrícolas; en general, los principales países productores destacan también como importantes consumidores (SAGARPA, 2017).

El frijol es producido en las 32 entidades del país, sin embargo, las que aportan el mayor volumen son Zacatecas, con el 35.9 por ciento de la producción nacional; Durango, 11.6 por ciento; Chihuahua, 9.5 por ciento; Sinaloa, 8.9 por ciento y Chiapas 5.5 por ciento. Este cultivo se siembra en una superficie de un millón 553 mil hectáreas a nivel nacional; Zacatecas registra el mayor territorio destinado a este cultivo con 611 mil hectáreas, seguido de Durango con 240.5 mil hectáreas. Ambas entidades ocupan el 54.8 por ciento de la superficie cultivada de frijol en el país. Sinaloa y Nayarit aportan casi 85% de la producción nacional. De la producción de

frijol obtenida en lo que va del 2017, 70% fue de claros (azufrado, bayo, mayocoba, peruano y otros claros), 24% de negros, 4% de pintos, 1% de flores (mayo y junio) y el restante 1% de otras variedades. (SAGARPA, 2017).

Cantidad nutrimental y nutracéutica

La importancia del consumo de *P. vulgaris* ó frijol común se debe a que desde tiempos prehispánicos, éste forma parte de los hábitos alimenticios de la población mexicana y de muchas poblaciones latinoamericanas, así como a nivel mundial, debido a que posee propiedades nutritivas relacionadas con su alto contenido proteico y de minerales, además de ser una fuente de proteína vegetal disponible y más económica en el mercado (Granito et al., 2008; Gálvez-Morales, 2014). Como toda leguminosa, el frijol es fuente de proteínas, carbohidratos complejos, vitaminas (como riboflavina⁹, niacina¹⁰ y ácido fólico¹¹) y de ciertos minerales (como cobre, hierro, fósforo, zinc, magnesio y calcio); además, es una fuente excelente de ácidos grasos poliinsaturados¹² (ácidos linoléico). El frijol también posee un contenido importante de fibra soluble, lo que lo hace efectivo en la disminución de colesterol en la sangre (Medina-Godoy et al., 2008).

Proteína del frijol

De manera general, el frijol presenta un contenido de proteínas que varía del 16% al 33% (González et al., 2005). Las principales proteínas en la semilla de frijol común son denominadas faseolina, lectinas y argelinas. La faseolina es la principal fracción proteínica del frijol cultivado y representa 40-60% de la proteína total (Camacho et al., 2010; Gálvez-Morales, 2014) del frijol cultivado. Como porcentaje de la proteína total, el grano de frijol contiene 36-46% de globulina-1 (faseolina), 5-12% de globulina-2 (predominantemente lectinas), 12-16% de albúminas, 2-4% de prolaminas y 20-30% de proteína soluble en alcalinidad (Ma y Bliss, 1978; Gálvez-Morales, 2014). Las albúminas y las globulinas representaban 21.2 y 71.4% respectivamente, de las proteínas totales de frijol (Sathe et al., 1985; Gálvez-Morales, 2014).

Carbohidratos del frijol

Los carbohidratos constituyen el principal componente de los granos de las leguminosas (55 al 65% en promedio) (Cabrejas et al., 2008). Esta fracción puede ser dividida en tres grupos de compuestos: almidones, mono y disacáridos y oligosacáridos de bajo peso molecular y los carbohidratos no digeribles (fibra) (Granito et al., 2008). El almidón representa más del 50% del peso de la semilla de frijol, y es el carbohidrato predominante en la dieta humana; de ahí la importancia que este posee, es considerado un carbohidrato disponible, que puede ser completamente digerido y absorbido en el intestino delgado (Gálvez-Morales, 2014).

El frijol tiene un contenido de fibra dietética total alrededor del 14 al 19% (Espinosa-Alonso, 2006). La fibra dietética es un grupo heterogéneo de 8 polisacáridos tales como celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina, cuya característica genérica es que no pueden ser digeridas por el organismo humano; también se le conoce como carbohidratos no digeribles (Granito et al., 2008).

Lípidos del frijol

Dentro de los macronutrientes del frijol, la fracción correspondiente a los lípidos es la más pequeña (1.5 a 6.2 g/100 g), constituida por una mezcla de acilglicéridos cuyos ácidos grasos predominantes son los mono y poliinsaturados (Ulloa et al., 2011).

Minerales del frijol

Además, el frijol es fuente importante de minerales tales como: Fe, P, Mg, Mn, K, y en menor grado Zn, Cu y Ca. Sin embargo, la disponibilidad de los minerales está determinada por las interacciones entre minerales y otros componentes del frijol que pueden promover su biodisponibilidad, formando complejos solubles de tal manera que puedan ser absorbidos directamente o bien transferir el mineral al receptor específico. Metionina, cisteína, histidina y lisina, ácido ascórbico, fitoferritina y vitamina A, promueven la biodisponibilidad de minerales (Vattem et al., 2001; Glahn et al., 2002; Gálvez-Morales, 2014).

Harinas a base de leguminosas

Las legumbres son recursos alimenticios que ofrecen diversos beneficios para la salud. Son fuentes de carbohidratos complejos, proteínas y fibra dietética, así como cantidades significativas de vitaminas y minerales (Morrow, 1991; Tharanathan y Mahadevamma, 2003).

En los países en desarrollo, las legumbres son la segunda fuente de alimentos para humanos después de los cereales, especialmente para los de bajos ingresos. Se utilizan para enriquecer la diversidad en los alimentos humanos y proporcionar una fuente barata de proteínas en los países en desarrollo (Kaur, Singh, Sodhi y Rana, 2009; Du, Jiang, et al., 2014). La harina integral o el uso parcial de diferentes leguminosas han atraído un creciente interés de investigación. El estudio de sus propiedades funcionales es importante para utilizar eficientemente las harinas producidas a partir de leguminosas y ayuda a los consumidores a aceptarlas fácilmente (Du, Jiang, et al., 2014).

Chau, Cheung y Wong (1997), establecen que los estudios previos se han centrado principalmente en las propiedades funcionales de la harina de leguminosas que se siembran comúnmente en los países desarrollados, y los estudios sobre las legumbres como productos alimenticios han continuado. Actualmente, la harina de leguminosas se ha utilizado como ingrediente alimentario debido a sus propiedades funcionales por su alto contenido proteico (Kaur, Sandhu y Singh, 2007; Kaur et al., 2009; Du, Jiang, et al., 2014). Las harinas de frijoles se han agregado a los alimentos para aumentar el valor nutricional o para proporcionar atributos funcionales deseados específicos (Anton, Gary Fulcher, y Arntfield, 2009; Boye, Zare y Pletch, 2010; Ramírez-Jiménez, Reynoso-Camacho, et al., 2014). A pesar de la contribución nutracéutica o nutricional, la incorporación de estas harinas a los productos funcionales está determinada por algunas propiedades tecnológicas como la solubilidad, la capacidad de unión al agua y la absorción de grasa (Granito et al., 2008).

Empleo en la elaboración de alimentos libres de gluten

Como se sabe que los productos sin gluten disponibles en el mercado tienen baja calidad nutricional y son más caros que los productos alimenticios que contienen gluten, existe una gran necesidad de desarrollar productos sin gluten que sean nutricionalmente completos y económicos (Jnawali, Kumar, et al., 2016).

Además de satisfacer el hambre y proporcionar los nutrientes para los seres humanos, los alimentos también deben prevenir las enfermedades relacionadas con la nutrición y mejorar el bienestar físico y mental de los consumidores (Roberfroid, 2000; Jnawali, Kumar, et al., 2016). Esto ha llevado al desarrollo de nuevos conceptos en el área de la alimentación y la nutrición, como el desarrollo de alimentos saludables. No existe una definición específica para alimentos saludables, pero generalmente se usa para todos los alimentos que brindan beneficios de salud más allá de la nutrición. Por lo tanto, los alimentos saludables se utilizan como un término genérico que abarca alimentos funcionales, nutraceuticos, alimentos de diseño, junto con todos los alimentos naturales, alimentos orgánicos, alimentos integrales y, a veces, incluso suplementos dietéticos (Vaughan & Judd, 2003; Jnawali, Kumar, et al., 2016).

III. Objetivos

Objetivo General:

Implementar proteína de frijol en la elaboración de un panificado con bajo valor calórico y libre de gluten.

Objetivos específicos:

1. Evaluar distintas mezclas de harinas en la elaboración de un panificado similar al de base de trigo.
2. Evaluar propiedades funcionales y reológicas del frijol.

IV. Hipótesis.

Al menos una mezcla con la harina de frijol como base posee las características para elaborar un producto panificado similar al de harina de trigo.

V. Materiales y Métodos.

Se trabajará con la proteína extraída de frijol Azufrado Higuera extraída en Planta Centli de acuerdo al reporte SIP 20164879, para la preparación y formulación de un panificado. Se evaluará la sustitución de harina de trigo con una mezcla de co-productos del fraccionamiento de frijol: fibrilla y proteína (la proporción es confidencial) en las siguientes proporciones: 100:0; 80:20; 60:40; 50:50; 40:60; 20:80 y 0:100 Harina de trigo:mezcla de co-productos.

Metodología para la elaboración del panificado.

Amasado. - El amasado se realiza en máquinas denominadas amasadoras, que constan de una artesa móvil donde se colocan los ingredientes y de un elemento amasador cuyo diseño determina en cierto modo los distintos tipos de amasadoras, siendo las de brazos de movimientos variados (sistema Artoflex) y las espirales (brazo único en forma de «rabo de cerdo») las más comúnmente utilizadas en la actualidad.

División y pesado. - Se puede utilizar una divisora hidráulica, pesando a mano un fragmento de masa múltiplo del número de piezas que da la divisora. En las grandes panificadoras donde el rendimiento horario oscila entre las 1000 y 5000 piezas se suele recurrir a las divisoras volumétricas continuas.

Heñido o boleado. - Consiste en dar forma de bola al fragmento de masa y su objetivo es reconstruir la estructura de la masa tras la división. Puede realizarse a mano, si la baja producción o el tipo de pan así lo aconsejan. O puede realizarse mecánicamente por medio de boleadoras siendo las más frecuentes las formadas por un cono truncado giratorio.

Reposo. - Su objetivo es dejar descansar la masa para que se recupere de la desgasificación sufrida durante la división y boleado. Esta etapa puede ser llevada a cabo en las denominadas cámaras de bolsas, en las que se controlan la temperatura y el tiempo de permanencia en la misma.

Formado. - Su objetivo es dar la forma que corresponde a cada tipo de pan.

Fermentación. - Los objetivos de la fermentación son la formación de CO₂, para que al ser retenido por la masa ésta se esponje, y mejorar el sabor del pan como

consecuencia de las transformaciones que sufren los componentes de la harina (Quaglia, 1991; Kamel, 1993; Guinet y Godon, 1996; Cauvain y Young, 1998).

Análisis de textura.

La textura se determinará mediante la prueba de doble compresión de TPA en un texturometro TA-XT2 (Stable Micro Systems, Surrey, RU) usando una sonda cilíndrica de 30 mm de diámetro (Pons et al., 1996). Otros parámetros también se analizarán en los interiores del pastel, tales como la cohesión, masticabilidad y elasticidad. Las pruebas se realizarán en cortes de 2.5 cm en las siguientes condiciones: velocidad de prueba previa: 1.0 mm s^{-1} ; velocidad de prueba: $1. \text{ mm s}^{-1}$; velocidad posterior a la prueba: 10.0 mm s^{-1} ; distancia de desplazamiento de la sonda: 10 mm, y análisis de doble compresión.

Análisis sensorial.

Se utilizará una escala hedónica de 7 puntos y escalas de intención de purificación con el objetivo de evaluar cuanto les gusta o no a los consumidores el producto y cuanto es probable que compren. La escala hedónica usará los términos 1- “me disgusto mucho” y 7- “me agrado mucho”. La intención de compra se evaluará utilizando una escala estructurada de 7 puntos en la que 7 representa la marca máxima “sin duda compraría” y 1 representa la calificación mínima “sin duda no compraría”. El índice de aceptación (AI) se calculará utilizando la siguiente expresión matemática:

$$AI = A \times 100/B$$

Donde A es la nota promedio obtenida por el producto; B es la marca máxima otorgada al producto. El criterio de decisión para un buen índice de aceptación es $\geq 70\%$ (Dutcosky, 1996).

VI. BIBLIOGRAFIA

- Allen O.N, Allen E.K. 1981. The leguminosae: A source book of characteristics, uses and modulation. Londres: Mc Millan.
- Anton, A. A., Gary Fulcher, R., & Arntfield, S. D. (2009). Physical and nutritional impact of fortification of corn strach-based extruded snacks with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour: Effects of bean addition and extrusión cooking. *Food Chemistry*, 113(4), 989-996.
- AOAC, (1995). Official methods of analysis of AOAC International. Association of Official Analytical Chemists, Washington.
- Boye, J., Zare, F., & Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research Internitonal*, 43, 414-431.
- Cabrejas, M.; Díaz, M.; Aguilera, Y.; Benítez, E. 2008. Influence of germination on the soluble carbohydrates and dietary fibre fractions in non-conventional legumes. *Food Chem.* 107 (3): 1045-1052
- Camacho, M.; Peinado, L.; López, J.; Valdez, A.; Salinas, R.; Moreno, C.; Medina, S. 2010. Caracterización proteómica de granos de frijol azufrado (*Phaseolus vulgaris*) cultivados en el estado de Sinaloa. *Ra Ximhai*. 6 (1): 23-36
- Cauvain, S.P.; Young, L.S. 1998. Technology of Breadmaking. Ed. Blackie Academic & Professional, London.
- Chau, C.-F., Cheung, P. C. K., & Wong, Y.-S. (1997). Functional properties of protein concentrates from three Chinese indigenous legume seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 2500e2503.
- Du, S.-k., H. Jiang, et al. (2014). "Physicochemical and functional properties of whole legume flour." *LWT - Food Science and Technology* **55**(1): 308-313.
- Dutcosky S.D. Análisis sensorial de alimentos (Champagmat, Curitiba, 1996).
- Espinosa-Alonso, L.G. 2006. Diversidad genética y caracterización nutricional y nutracéutica del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de doctorado Instituto Politécnico Nacional. 28 p.
- Esteller M.S., S.C.S. Lannes, Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2005.
- FIRA. 2014. Panorama Agroalimentario, Direccion de Investigacion Economica y Sectorial. Subdireccion de Investogacion Economica. México. Pp. 3.
- Fuentes, C. 2010. Evaluación del potencial antioxidante y antihipertensivo de variedades de frijol cultivadas en el estado de Sinaloa. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Sinaloa. 24 p.

- Gálvez-Morales. 2014. "Caracterización de los subproductos obtenidos en el proceso de extracción de concentrados proteicos de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) Azufrado Higuera". Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Glahn, R., Senadhira, D., Beebe, S., Iglesias, C. and Monasteiro, I. (2002). Breeding for micronutrient density in edible portions of staple food crops: conventional approaches. *Field Crop Res.* 60:57-80.
- González, J.; Ibarra, F.; González, R.; Gallegos, J. 2005. Factores antinutricios y actividad antioxidante en variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Agrociencia.* 39 (6): 603-609.
- Granito, M.; Guinand, J.; Pérez, S.; Morrison, M. 2008. Carbohydrate content in autochthonous varieties of *Phaseolus vulgaris* grown in Venezuela. *Revista Fac. Agron.* 23: 649-664.
- Guinet, R.; Godon, B. 1996. *La Panificación*. Ed. Montagud, Barcelona.
- IICA. 2008. *Guía de exportación de frijol rojo a El Salvador*. Managua.
- James, Jr., Berton, W, Wolf, B. and Mills H.A. (1991). *Plant Analysis and interpretation guide*, Micro-Macro Publishing Inc. Athens, USA.
- J.G. Vaughan, P.A. Judd, *Health Foods—A Comprehensive Guide to Natural Remedies*, Oxford University Press, New York, 2003.
- Jnawali, P., V. Kumar, et al. (2016). "Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods." *Food Science and Human Wellness* 5(4): 169-176.
- Kamel, B.S. 1993. *Advances in Baking Technology*. Ed. VCH, New York.
- Kaur, M., Sandhu, K. S., & Singh, N. (2007). Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different field pea (*Pisum sativum* L.) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 104, 259e267.
- Kaur, S., Singh, N., Sodhi, N. S., & Rana, J. C. (2009). Diversity in properties of seed and flour of kidney bean germplasm. *Food Chemistry*, 117, 282e289.
- K. Menrad, Market and marketing of functional food in Europe, *J. Food Eng.* 56 (2003) 181–188
- Ma, Y., y Bliss, F. 1978. Seed proteins of common bean. *Crop Science.* 18:431-37.
- Malalgoda, M. and S. Simsek (2017). "Celiac disease and cereal proteins." *Food Hydrocolloids* 68: 108-113.
- M.B. Roberfroid, An European consensus of scientific concepts of functional foods, *Nutrition* 16 (2000) 689–691.
- Medina-Godoy S., Fuentes-Gutiérrez C., Moreno-Herrera C. y Valdez-Ortiz Á. 2008. SAGARPA. Identificación de variedades de frijol Azufrado con propiedades medicinales. 13

- Messina M. J. 1999. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *The American Journal of Clinical Nutrition*. (70):439S– 500S.
- Morrow, B. (1991). The rebirth of legumes: legume production, consumption and export are increasing as more people become aware of legumes nutritional benefits. *Food Technology*, 9, 96e121.
- Oomah B.D., Corbé A. and Balasubramanian P. 2010. Antioxidant and Antiinflammatory Activities of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Hulls. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. (58) 14: 8225–8230.
- Peña, A y Rodrigo, L. 2013. *Enfermedad celíaca y sensibilidad al gluten no celíaca*. Primera edición. Omniascience. España, 467 p.
- Quaglia, G. 1991. *Ciencia y Tecnología de la Panificación*. Ed. Acribia, Zaragoza.
- Ramírez-Jiménez, A. K., R. Reynoso-Camacho, et al. (2014). "Functional and technological potential of dehydrated *Phaseolus vulgaris* L. flours." *Food Chemistry* **161**: 254-260.
- SAGARPA. 2017. *Planeación agrícola nacional 2017-2030. Frijol Mexicano*. Consultado en línea el día 12 de Abril del 2018.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256428/B_sico-Frijol.pdf
- Salinas, R.; Rodríguez, F.; Padilla, I.; Valencia, Y.; Ortiz, H.; Acosta, J. 2012. Janasa, nueva variedad de frijol tipo azufrado para el estado de Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3 (2): 397-402.
- Sathe S.K, Deshpande S.S, Salunkhe D.K. 1984. Dry beans of *Phaseolus*. A review. Part 1. Chemical composition: Proteins, *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 20:1-7.
- Sathe, S., Deshpande, S., y Salunkhe, K. 1985. Dry beans of *Phaseolus*. A review. Part. 1. Chemical composition: Carbohydrates, fiber, minerals, vitamins and lipids. *Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition*. 21(1):41-93.
- Serrano, J., & Goñi, I. (2004). Role of black bean (*Phaseolus vulgaris*) on the nutritional status of Guatemalan population. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 54(1), 36–44.
- Tharanathan, R. N., & Mahadevamma, S. (2003). Grain legumes e a boon to human nutrition. *Trends in Food and Science Technology*, 14, 507e518.
- Torres, D. 2011. *Thermorheological characterization of gluten-free doughs from chestnut flour*. Tesis de doctorado. Universidad de Santiago de Compostela.
- Ulloa, J.; Rosas, P.; Ramírez, J.; Ulloa, E. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente*. 3 (8): 1-2
- Vattem, D. A., Seth, A. and Mahoney, R. R. (2001). Chelation and reduction of iron by chicken muscle proteins digest: role of the sulphydryl groups. *J. Sci. Food Agric*. 81:1476-1480

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2017).

Consultado 05-04-2018 en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/225696/Boletin_mensual_de_la_produccion_frijol_abril_2017.pdf