

Caracterización Fisicoquímica y efecto de la cocción en propiedades nutricionales del frijol *Vigna umbellata* Thumb

García-Alanís K. G.^{1*}, Báez-González J. B.¹, Gallardo-Rivera C. T.¹, García-Solano N. F.², Walle-Castro A. V.², Martínez-García M. K.², Hernández-Cortés N. A.³

1. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Alimentos, Pedro de Alba, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.
 2. Estudiantes de la carrera L.C.A., Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.
 3. Estudiante de la carrera I.I.A, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- * mckarla.garcia@hotmail.com.

RESUMEN:

Actualmente el estudio de un mayor número de especies de frijol ha cobrado relevancia, para diversificar las fuentes vegetales de proteína y otros nutrimentos y valorarlas en la elaboración de alimentos funcionales. En el presente estudio, se obtuvieron semillas de frijol *Vigna umbellata* Thumb semicultivado en Alta Verapaz, Guatemala y utilizando métodos oficiales de la AOAC, se evaluaron sus características fisicoquímicas-nutricionales y el efecto del proceso de cocción sobre el contenido nutrimental. El frijol crudo contiene 20.44% de proteína. El frijol cocido contiene 7.81% de proteína, 3.97% de fibra dietética, 10.81% de almidón resistente y 63.88 mg/100g de calcio. Analizando los resultados en base seca, la cocción no modificó el contenido de proteína..

ABSTRACT:

Currently the study of a major number of bean species has taken relevancy in order to diversificate the vegetal protein sources and other nutriments for the elaboration of functional food. In this study, semicultivated *Vigna umbellata* Thumb beans seeds were gotten from Alta Verapaz, Guatemala and using Official Methods of the AOAC, physicochemical and nutritional characteristics were valued under the process of the cooking of its nutritional contents. The raw bean possesses a 20.44% of protein. The cooked bean contains 7.81% of protein, 3.97% of dietary fiber, 10.81% of resistant starch and 63.88mg/100g of calcium. Analyzing the results, the cooking procedure did not modified the content of protein..

Palabras clave:

Frijol, tratamiento térmico, nutricional, Almidón resistente, minerales.

Key words:

Bean, heat treatment, nutritional, resistant starch, minerals.

Área: Cereales, leguminosas y oleaginosas,

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas son consideradas de gran importancia debido a su aporte nutricional, ya que son alimentos de origen vegetal altamente disponibles, en este grupo se encuentran los frijoles, arvejas, lentejas, maní, entre otros (Latham, 2002). El frijol, ha logrado ser de los alimentos más importantes de la canasta básica en Latinoamérica, donde se encuentra en gran diversidad, ya sea de forma silvestre o de cultivo. El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es el de mayor difusión a nivel mundial. Existe una alta cantidad de especies de frijol menos reconocidas, sin embargo, se ha descubierto su alto potencial proteico y medicinal, por lo que, su estudio favorece la recopilación de información para futuras investigaciones empleadas en el desarrollo de alimentos funcionales. El frijol *Vigna umbellata* Thumb, como leguminosa es miembro de la familia Phaseoleae, la misma del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) y es denominado frijol arroz en países como África y Asia, o frijol mambí/diablito en Cuba. Es una especie utilizada comúnmente como abono verde en países y en trópicos americanos por lo que, raramente se utiliza como guiso de verduras (León, 2000; Marrugo et. al, 2016), mientras que en partes de la India y el sudeste de Asia es un contribuyente localmente importante para la nutrición humana (Joshi et al., 2008; Tomooka et al., 2011, citados por Heuzé V 2016). Además, esta leguminosa es conocida por su contenido de sustancias funcionales para la salud, como proteínas, aminoácidos, carbohidratos, fibra dietética, flavonoides, antocianinas, etc. Por lo que, en este

trabajo se evalúan las características fisicoquímicas y nutricionales de semillas de frijol arroz semicultivado en Guatemala, C.A.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de (*Vigna umbellata* Thumb) se obtuvieron de Departamento de Alta Verapáz, Guatemala C.A.

- 1. Preparación de la muestra.** Cocción: se pesaron 50 g de semillas de frijol *V. umbellata* Thumb, se colocaron en remojo durante 16 horas con 100 mL de agua bidestilada. Transcurrido este tiempo se retiró el agua restante y se cocieron durante 60 minutos con 275 mL de agua. Después de separar el caldo de cocción se tomaron muestras para las determinaciones de humedad, almidón resistente, sodio y fibra dietética, otra parte fue almacenada en congelación 1 mes y una más fue deshidratada en una estufa de convección a 70°C y posteriormente molida, para el resto de las determinaciones.

Bajo las mismas condiciones se cocieron 50g del frijol en estudio, el caldo fue separado y los frijoles almacenados en congelación por 7 meses.

Semillas crudas: las semillas de frijol se trituraron en un molino de café KRUPS GX4100 hasta obtener una harina de frijol.

2. Evaluación química-nutricional:

- 2.1** Se realizó un análisis bromatológico por triplicado a las semillas de frijol crudo y cocido, se les determinó el contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasas y fibra cruda. Al frijol cocido se le determinó la fibra dietética y se calcularon los carbohidratos totales para el frijol crudo y disponibles para el cocido de acuerdo con los métodos aprobados por la AOAC (1990).

- 2.2 Minerales:** Tres elementos de importancia nutricia se determinaron en la muestra de frijol cocido mediante el Método Espectrofotometría de Absorción Atómica en un equipo AA-6200 Atomic Absorption Flame Emission Spectrophotometer Shimadzu (Método AOAC 985.35). Calcio: Se pesó 1 g de muestra en un crisol, se calcinó y se agregó 10mL de HCl 2N hasta la disolución total de la muestra, se pasó por un filtro Whatman 4 de 55mm y se agregó directamente al matraz de aforación 10mL de óxido de lantano y se aforó a 50 mL con agua bidestilada. Hierro: Se pesaron 3g de muestra en un crisol, se calcinaron y se agregó 1mL de HCl hasta la disolución total de la muestra, se pasó por un filtro Whatman 4 de 55mm y se aforó a 10 mL con agua bidestilada. Sodio: Se pesó 1g de muestra, se agregó 10 mL de HNO₃ concentrado y se llevó a cabo una digestión a reflujo por 1 hora, se dejó reposar toda la noche y se pasó por un filtro Whatman 4 de 55mm y se aforó a 25 mL con agua bidestilada.

- 2.3 Almidón resistente (AR):** se determinó en las muestras de frijol cocido y cocido almacenado en congelación. Se llevó a cabo mediante el kit Magazyme: Resistant Starch ASSAY PROCEDURE. AOAC Method 2002.02 y AACC Method 32-40-.01. Se utilizaron 500 mg de muestra (debido al contenido de humedad) y 100g del estándar de almidón resistente (Frasco 6 del kit), durante la incubación se utilizó un baño de agua Thomas Scientific a 37°C por 16 horas a 200rpm. Las muestras se centrifugaron en una centrifuga (Thermo Scientific SORVALL Legend X1 Centrifuge) a 3000 rpm durante 10 minutos. El análisis se realizó por triplicado y se utilizó la metodología descrita en el manual del kit para muestras <10% de almidón resistente, mientras que para el estándar se siguió la metodología para >10% de almidón resistente. Para la lectura de absorbancia se utilizó el espectrofotómetro (Thermo Scientific™ GENESYS™ 10S UV-Vis) a una λ 510 nm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis bromatológico para el frijol crudo y cocido se muestran en la tabla 1 en base húmeda y con fines comparativos en base seca. Analizándolos se observa que una porción de 127g (1/3 de taza) de este frijol cocido aportaría 9.91g de proteína y 5 g de fibra dietética que corresponden al 20% de la recomendación diaria (RD) de este nutrimento, mientras que de carbohidratos disponibles aportaría sólo el 8% a la RD y con 150 Calorías aporta 7% de ellas a una dieta de 2000 kcal (NOM-051-SCFI-SSA1-2010). Por lo que este frijol puede ser

considerado una buena fuente proteínica y fibra dietética, que puede consumirse en forma de sopas o como ingrediente en ensaladas.

Tabla 1. Contenido nutrimental de las semillas de frijol *V. umbellata* Thumb crudo y cocido.

Parámetro	Frijol crudo base húmeda	Frijol crudo base seca	Frijol cocido base húmeda	Frijol cocido base seca
Humedad	8.8064± 0.13	0	65.8233 ± 0.59	0
Ceniza	3.7665 ± 0.08	4.1303 ± 0.10 ^a	1.2233 ± 0.10	3.59 ± 0.29 ^b
Proteína	20.4456± 0.36	22.4203 ± 0.42 ^a	7.81 ± 0.16	22.87 ± 0.47 ^a
Grasa	0.1604 ± 0.05	0.1758 ± 0.05 ^a	0.7466 ± 0.08	2.2 ± 0.26 ^b
Fibra cruda	3.8323 ± 0.72	4.2019 ± 0.78	ND	ND
Fibra dietética	ND	ND	3.97*	11.615*
Carbohidratos Totales (ELN)	62.98 ± 0.441	69.0712±0.44	ND	ND
Carbohidratos disponibles	ND	ND	20.4106 ± 0.52	59.7251±0.28

Supraíndices diferentes entre columnas indican diferencia estadística α 0.05.

*media de dos repeticiones

ND: no determinado.

Los resultados de composición química de *V. umbellata* crudo aquí obtenidos concuerdan con los reportados por Shagarodsky et. al (2013) en semilla cultivada en Cuba para proteína 20.9g, ceniza 4.2%, fibra 4.8 y carbohidratos 64.9%. Para la grasa reportan un valor superior, 0.9%.

Respecto a evaluar el efecto del proceso de remojo-cocción en la composición química nutrimental del frijol arroz (*V. umbellata*), se comparan los valores en base seca reportados en la tabla 1 para el frijol crudo y cocido, observando que el proceso de remojo y cocción no afectó el contenido de proteína. Otros autores (Rodríguez, et. al., 2015) mencionan que es recomendable el remojo previo a la cocción, debido a que este procedimiento además de disminuir el tiempo de cocción favorece la conservación de los nutrientes del grano.

En el frijol cocido el contenido mineral (ceniza) disminuyó quizá debido a la pérdida de minerales solubles. En la cocción se incrementó con significancia estadística el contenido de grasa, probablemente reflejo de la pérdida de carbohidratos solubles, entre ellos los oligosacáridos causantes de flatulencia que se solubilizan en el agua de remojo y de cocción (Avalos, 2001).

En la tabla 2 se presentan los resultados de los elementos minerales analizados en el frijol cocido.

Tabla 2. Contenido de minerales de las semillas de frijol cocido *V. umbellata* Thumb

Mineral	Frijol cocido*
Calcio	63.8767 mg/100 g ± 0.37
Hierro	1.3667 mg/100 g ± 0.05
Sodio	56.3667 mg/100 g ± 6.00

*media±DE

La cantidad de minerales entre ellos el Calcio dependerá entre otras cosas del tipo de frijol. Los resultados obtenidos para el frijol *V. umbellata* son inferiores a los reportados por Enjamio et. al (2017) para frijol negro que contiene 134 mg/100g mientras que el frijol rojo o poroto contiene 83 mg/100g de este elemento. Los valores de calcio del frijol arroz aquí obtenidos son similares a los reportados en lenteja de 73mg/100g (Boza López J, 1991)

Para legumbres del género *Vigna*, Miquilena e Higuera (2012), reportan valores de calcio de 30 a 34.66 mg/100g y Araméndiz et. al (2016) reportan para *Vigna unguiculata* L. Walp, 0.60g/kg (60mg/100g) de este elemento, valor similar al determinado en este trabajo para *V. umbellata* Thumb.

Enjamio et. al (2017) reportan que la cantidad de hierro varía de 3-7 mg/100g para el frijol negro y Araméndiz et. al (2016) reportan para *V. unguiculata* 86.81mg/kg (8.68mg/100g) de hierro, valores superiores al del frijol arroz reportado en la tabla 2.

El valor de sodio obtenido en el frijol arroz aquí investigado, es superior a lo reportado de 8-12 mg/100 g para diversas variedades de frijol.

Es importante considerar que las variaciones en el contenido de minerales en las semillas se deben principalmente al material genético, condiciones de cultivo y de almacenamiento (Espinoza et.al, 2016). En cuanto al aporte nutricional de estos elementos, la porción de 127g aportaría el 9 % de la recomendación diaria de calcio para la población mexicana y el 9.7% de la recomendación de Hierro. Mientras que solamente aportaría 2.9% de la ingesta de sodio recomendada. La OMS (2012) recomienda disminuir la ingesta de sodio a un máximo de 2000 mg, ante esta recomendación la porción de frijol arroz le aportaría 3.6%.

Tradicionalmente se le considera a la tortilla una buena fuente de calcio para la dieta del mexicano; si consideramos que 100g de tortilla contienen 83mg de calcio (USDA, 2017), una porción de 127g aporta 11.71% a la RD de calcio, el frijol arroz puede ser considerado una fuente potencial de este elemento.

Respecto al contenido de almidón resistente, en la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en frijol cocido y frijol cocido y almacenado en congelación por un mes y por 7 meses.

Tabla 3. Porcentaje de AR semillas de frijol *V. umbellata* Thumb cocidas y cocidas-congeladas.

Parámetro *	Frijol recién cocido*	Frijol cocido y congelado 1 mes	Frijol cocido y congelado 7 meses
AR	10.71% ± 0.35	10.85% ± 0.84	11.1504% ± 1.76
ANR	54.36% ± 0.13	46.35% ± 0.12	34.8381% ± 3.11
AT	65.08% ± 0.43	57.20% ± 0.97	45.9886% ± 4.76

* AR: Almidón resistente. ANR: Almidón no resistente. AT: Almidón total.

Las leguminosas se encuentran entre los alimentos que aportan a la dieta almidón resistente. Tipo 1. Miranda-Villa et. al (2013) reportan un contenido de almidón resistente de 9.24% en frijol zaragoza (*Phaseolus Lunatus* L) crudo y Almeida et al (2006) citado por Miranda-Villa et. al (2013) reportan para frijol común (*P. Vulgaris*) 13% de éste.

En este trabajo se determinó el AR en frijol cocido, tal y como se consume. Se ha reportado para las semillas crudas de leguminosas como almidón preponderante el almidón resistente tipo 1 (inaccesible estructuralmente), mientras que en el frijol cocido, enfriado y molido pudiera, en parte, ser además almidón resistente tipo 3 (retrogradado) (Jiménez et. al., 2011). Sotelo et. al (2008) mencionan que el contenido de AR depende del porcentaje de amilosa que poseen, ya que esta suele retrogradarse más fácilmente que la amilopectina cuando son sometidos a tratamientos constantes de calentamiento y enfriamiento. El contenido de almidón resistente fue estadísticamente similar en el frijol cocido y cocido y almacenado en congelación por 1 y 7 meses.

Otros factores que pueden influir en los valores de AR son el origen botánico, componentes que forman complejos como taninos, productos de la reacción de Maillard (lo que influye en la digestibilidad de los carbohidratos y proteínas), las interacciones con otros componentes del almidón, la estructura de los granos del almidón, el procesamiento de las muestras y sus condiciones de almacenamiento Jiménez, et. al (2011). Inclusive el tipo de método utilizado para su determinación (Osorio et. al, 2005).

CONCLUSIÓN

El frijol arroz *Vigna umbellata* Thumb, es una fuente potencial de proteína, cuyo contenido se mantiene después de la cocción. Además de calcio, almidón resistente y fibra dietética

BIBLIOGRAFÍA

- Araméndiz-Tatis H., et. al (2016). Contenido Nutricional de Líneas de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) seleccionadas de una población criolla. *Información-Tecnológica*. Vol 27. No. 2. 56-60. Doi: 10.4067/S0718-07642016000200007
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1980). Official Methods of Analysis (13 ed). Washington.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990). Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemistry. Washington, D.C. EEUU. 1298 pp.
- Avalos-Zubieta E. (2001). Utilización del frijol *Phaseolus vulgaris* como fuente proteica en dietas para el camarón *Litopenaeus vannamei*. [Tesis]. Como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en Recursos Alimenticios y Producción Acuícola. Facultad de Ciencias Biológicas. Monterrey, Nuevo León.
- Boza-López J. (1991). Valor nutritivo de las leguminosas grano en la alimentación humana y animal. Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental. [online]. [Citado el 26/05/2018]. Disponible en: <http://www.insacan.org/racvao/anales/1991/articulos/03-1991-07.pdf>
- Enjamio-Perales L., et.al. (2017). Informe sobre Legumbres, Nutrición y Salud. Fundación Española de la Nutrición. [online]. [Citado el 03/05/2018]. Disponible en: http://www.aecosan.mssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/noticias/2017/Informe_Legumbres_Nutricion_Salud.pdf
- Espinoza-García N., et. al. (2016) Mineral content in sedes of native populations of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Fitotec. Mex.* Vol. 39 (3): 215-223.
- Heuzé V., Boval M. (2016). Rice bean (*Vigna umbellata*). Feedipedia, a programme bu INRA, CIRAD, AFZ and FAO. [online]. [Citado el 07/05/2018]. Disponible en: <https://feedipedia.org/node/234>
- Jiménez-Vera R., et.al (2011). Contenido de almidón resistente en alimentos consumidos en el sureste de México. *U. Tecnociencia*. 5 (2) 27-34.
- Joshi K.D., Bhandari B., Gaytam R., Bajracgarya J., Hollington P.A. 2007. Ricebean: a multipurpose underutilised legume. International Symposium on New Crops and Uses: their role in a rapidly changing world. The University of Southampton, Southampton, UK. 3-4
- Latham M. (2002). Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29. Capítulo 27. [online]. [Citado el 30/04/2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s00.htm#Contents>
- León J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales. 3ª edición. Editorial Agromérica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Impreso en San José, Costa Rica. 522 pp. (204-206).
- Marrugo-Ligardo Y., et. al (2016). Evaluación Nutricional de Concentrados Proteicos de *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*. (Spanish). *Información Tecnológica*, 27(6), 107-113. doi:10.4067/S0718-07642016000600011
- Miquilena E. Higuera A. (2012). Evaluación del contenido de proteína, minerales y perfil de aminoácidos en harinas de *Cajanus cajan*, *Vigna unguiculata* y *Vigna radiata* para su uso en la alimentación humana. *UDO 730 Agrícola* 12 (3): 730-740. 2012

- Miranda-Villa, et.al (2013).: Functional Characterization of Bean Zaragoza Starch (*Phaseolus Lunatus L.*) and Quantification of the Resistant Starch. *Tecno Lógicas*, (30), 17-32. Retrieved March 11, 2018, from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992013000100002&lng=en&tlng=es
- NOM-051-SCFI-SSA1-2010. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria. [online]. [Citado el 30/04/2018]. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010
- OMS. 2012. World Health Organization. Guideline: Sodium intake for adults and children. 46 pp. [online]. [Citado el 30/04/2017]. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/77985/9789241504836_eng.pdf;jsessionid=E7BA1007C97802263D3F9A7AADCA42C3?sequence=1
- Osorio P., Bello L., Agama P., Vargas A., Tovar R., Paredes O. 2005. Contenido de almidón resistente y digestibilidad in vitro del almidón de frijol industrializado (*Phaseolus vulgaris L.*). Congreso CXIII. Veracruz. [Citado el 08/04/2018]. Disponible en: https://smbb.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_XIII/CXIII-73.pdf
- Rodríguez-González, S., Fernández-Rojas, X. (2015). Prácticas De Preparación Y Conservación De Frijoles En Familias Costarricenses. *Agronomía Mesoamericana* [online] 26 (1), 153-164. [Citado el 01/05/2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43732621015> ISSN
- Shagarodsky-Scull T., Gómez-Jorrín L., Llorenete O., Figueroa M., Marrero C. y Guevara C. (2013). El frijol mambí o diablito (*Vigna umbellata*). Especie infrautilizada de alto potencial como grano. *Agricultura Orgánica*. Año 19 No. 2. Cuba. [online]. [Citado el 30/04/2017]. Disponible en: http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202013-2/04frijolmambi.pdf
- Sotelo A., Argote R., Cornejo L., Escalona S., Ramos M., Nava A. et al. 2008. Medición de fibra dietética y almidón resistente: reto para alumnos del Laboratorio de Desarrollo Experimental de Alimentos (LabDEA). *Educ. quím.* [Citado 2018 Mar 11]; 19(1):42-49. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2008000100007&lng=es.
- USDA (2017). Full Report (All Nutrients): 45043608, EL MOLINERO, CORN TORTILLAS, UPC: 729539422793. [online]. [Citado el 30/04/2017]. Disponible en: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/45043608?fgcd=&manu=&format=&count=&max=25&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=45043608+&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=>
- USDA. (2017). United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. USDA Branded Food Products Database: 45037029, PINTO BEANS. [online]. [Citado el 30/04/2017]. Disponible en: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/45037029?fgcd=&manu=&format=&count=&max=25&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=45037029&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=>