

Desarrollo y análisis fisicoquímico de una bebida a base de una suplementación proteínica de amaranto y garbanzo a través de diferentes tratamientos fisicoquímicos

S.A. Arredondo-Herrera¹, J.C. Ramírez-Orejel² y J.M. Talamantes-Gómez²

1 Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. **2** Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. jrorejel@unam.mx

RESUMEN: En la última década, la demanda por productos saludables ha provocado que la industria de alimentos ponga mayor énfasis en el área de desarrollo de nuevos productos, por lo que se han buscado productos que puedan ofrecer una alternativa para el consumidor, en alimentos ricos en nutrimentos, pero que puedan brindar un beneficio más allá del aporte calórico, encontrando respuesta en bebidas vegetales. El amaranto es un pseudocereal con buena fuente de lisina y aminoácidos azufrados que, al mezclarse en una proporción 70:30 con una legumbre como el garbanzo, permite obtener proteínas con un perfil adecuado de aminoácidos esenciales. El presente trabajo busca obtener una bebida a base de una mezcla de garbanzo y amaranto a partir de tres diferentes métodos de extracción de proteínas para lograr una complementación proteica. Se evaluó la calidad fisicoquímica de cada uno de los granos, se cuantificó la proteína, carbohidratos totales, humedad y cenizas, antes y después del desarrollo de la bebida. Los resultados indicaron que, aunque la materia prima no cumplió con todos los puntos de la normatividad, podía ser usada en la producción de la bebida y que, el tamaño de partícula influyó en la solubilidad de las harinas en la bebida.

Palabras clave: Amaranto, garbanzo, proteína.

ABSTRACT: In the last decade, the demand for healthy products has caused the food industry to have greater emphasis on the area of new product development, which is why they have look for products that can offer an alternative for the consumer, in rich nutrients food, but they can provide a benefit beyond the caloric intake and finding great response in vegetable drinks. Amaranth is a pseudocereal with good source of lysine, and sulfur amino acids that when mixed in a 70:30 ratio with a legume like chickpea, allows to obtain proteins with an adequate profile of essential amino acids. The present work seeks to obtain a drink based on a mixture of chickpea and amaranth from three different methods of protein extraction to achieve protein supplementation. The physicochemical quality of each of the grains was evaluated, protein, total carbohydrates, moisture and ashes were quantified before and after the development of the drink. The results indicated that, although the raw material did not comply with all points of the regulations, it could be used in the production of the beverage and that, the particle size influenced in the solubility of the flours in the drink.

Key words: Amaranth, chickpea, protein.

Área: Cereales, leguminosas y oleaginosas

INTRODUCCIÓN

El consumo de bebidas vegetales elaboradas a partir de leguminosas, oleaginosas o cereales ha sido una tendencia en los últimos años, abriendo con ello una nueva vía de utilización de estas materias primas. El mercado de bebidas vegetales presentó un aumento de mercado del 9% (1.6 mil millones de dólares) entre 2017 y 2018, teniendo un aumento del 1% de lanzamientos mundiales entre 2016 y 2015 (Innova Market Insights, 2017 y Watson, 2018), esto debido a los problemas que se han asociado con el consumo de leche de vaca, como son la intolerancia a la lactosa, alergia a las proteínas de la leche de vaca, problemas de colesterol, así como la elección de vida vegana. Dentro de la gran gama de bebidas vegetales a base de semillas, se encuentra la bebida de soya, que se basa en ser un extracto acuoso del frijol de soya, lo que le permite tener una apariencia y composición similar a la leche de vaca (Soteras, 2011). Si bien, históricamente esta bebida era consumida en países asiáticos de forma artesanal, en las últimas décadas su desarrollo industrial, los avances en procesamiento y una mayor cultura de

prevención en salud han expandido su presencia en el mercado alimenticio, llegando a ser la principal bebida consumida regularmente (Scálingo *et al.*, 2002). Diversos estudios (Hajirostamloo, 2009 y, Hajirostamloo y Mahastie, 2008) han mostrado el cómo esta semilla permite crear una bebida con cantidades de proteína semejantes a las que se tienen en la leche de vaca, así mismo, la soya a diferencia de otras legumbres presenta cantidades aceptables de lisina (2.7% base seca), mejorando la composición nutricional de la bebida.

Todos los cereales tienen un contenido bajo de lisina comparados con las proteínas de la leche (Beliz, 2009). Sin embargo, el amaranto es un pseudocereal rico en lisina y triptófano, además de contener aminoácidos azufrados en altas concentraciones, lo cual lo hace un suplemento de alta calidad (Písaríková, Krácmar y Herzig, 2005). Legumbres, como el garbanzo, tienen un alto contenido de proteína y balance adecuado de aminoácidos, sin embargo, se ve limitada en los aminoácidos azufrados (Wood y Grusak, 2007). Es por ello, que al mezclarse en una proporción de 70% de cereal y 30% de legumbre, permite la mejor complementación para tener un perfil de aminoácidos balanceado, pudiendo ser comparable con el perfil que se tiene en productos animales (Zambrano *et al.*, 2013).

En la actualidad, en México, el amaranto se utiliza para elaborar cereales, granolas, harinas y dulces, como las “alegrías”, las cuales se pueden combinar con chocolate, semillas y otros ingredientes. Por su parte, el garbanzo tiene su principal uso en la gastronomía mexicana en entradas, sopas, guisos y ensaladas, sin embargo, la harina de garbanzo es utilizada para mejorar el perfil nutrimental de algunas preparaciones de pastas y derivados (Poder del consumidor, 2015). El uso principal de la bebida de amaranto y garbanzo es como bebida altamente nutritiva, gracias a las propiedades de cada una de las semillas además de resultar fácil de digerir. El objetivo general es el obtener una bebida vegetal a base de garbanzo y amaranto, utilizando diferentes métodos de extracción de proteínas para lograr, a través de una complementación proteínica, un alto contenido de proteínas y con un balance adecuado de aminoácidos. Esto con el fin de dar una nueva alternativa a todo el mercado que se inclina por una cultura vegana, que sufre de problemas relacionados a la intolerancia a la lactosa y a la proteína de la leche, y que además busca una bebida vegetal que tenga un balance de nutrimentos adecuados.

Se encontró que ambas semillas, aun presentando defectos físicos, pueden usarse en producción, ambas tienen un mayor contenido de carbohidratos y menor contenido de proteínas según lo reportado teóricamente; el tamaño de partícula es un factor importante en la elaboración de la bebida, aunque todas obtuvieron un contenido bajo de proteína y carbohidratos. Concluyendo que las bebidas elaboradas a partir de las fracciones obtenidas por el tamiz 120 (120 y 120+), son las de mayor contenido de proteína y carbohidratos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron semillas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) y amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) provenientes de la Central de Abastos de Ecatepec de Morelos en Estado de México. Se analizó la calidad del amaranto con base a la NMX-FF-116-SCFI-2010 para calidad de semilla reventada de amaranto; al no existir una norma mexicana para garbanzo, se analizó la calidad con base en el CODEX STAN 171-1989 (Rev. 1-1995) para legumbres y en la NMX-FF-089-SCFI-2008, para calidad de semilla de soya. Se evaluó humedad y cenizas totales (Kirk *et al.*, 1996), Lípidos (James, 1999), Proteína cruda (AOAC 920.87), Fibra dietética total (AOAC 45.4.07), cuantificación de almidón y azúcares reductores (Nielsen, 2003), y cuantificación de minerales como Ca, K, Na, Mn y Zn, así como metales pesados como Hg, Cd y Pb (AOAC 984.27 y AOAC 964.06) en un Espectrómetro Perkin Elmer 3110 INV. 1450446.

Para el desarrollo y formulación se utilizaron tres métodos de elaboración de bebida vegetal de amaranto y garbanzo. Los tres métodos se basaron y adaptaron al proceso de Pineli (2015), donde el Método 1 se basa en una molienda húmeda (MH), el Método 2 fue una molienda seca (MS), mientras que el Método 3 tuvo una modificación en donde primeramente se llevó a cabo de una molienda seca, para después pasar la harina por tamices de los números 18, 40 y 120, de donde se obtuvieron 4 bebidas diferentes por cada fracción obtenida (18, 40, 120 y 120+). La proporciones en las bebidas fueron 1:8 (grano o harina: agua) y, la proporción de grano o harina era 30% garbanzo y 70%

amaranto. Se cuantificaron los carbohidratos totales (Dubois *et al.*, 1956), proteína cruda (AOAC 920.87), humedad y cenizas (Kirk *et al.*, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis que se realizaron al grano mostraron información acerca del estado físico del grano cosechado y de sus condiciones de almacenamiento. En la Tabla I, se observa que el grano de garbanzo presentó un alto contenido de grano manchado y quebrado, debido a las condiciones en las que fue cosechado y almacenado, siendo importante ya que, cuanto mayor sea el daño mecánico que presenta el grano y más impurezas presenten una vez terminado el proceso de cosecha, mayor será el deterioro durante el almacenaje de los granos y mayores las pérdidas del proceso (Garnero, 2012). Sin embargo, el grano no presentó ninguna materia extraña, por lo cual puede ser utilizado en procesamiento y para consumo humano. Por lo que, al solo basarse en la NMX-FF-089-SCFI-2008, no puede ser clasificada por la norma en alguna categoría.

Tabla I. Análisis de calidad de garbanzo y su comparación respecto a la NMX-FF-089-SCFI-2008.

Parámetro	Resultado experimental	Valor en Norma
Color	Característico	Característico
Olor	Característico	Característico
Materia extraña (%)	0	Max 1%
Grano manchado (%)	9.10	Max 7%
Grano quebrado (%)	8.76	Max 3%
Grano arrugado (%)	0.81	Max 7%

La humedad que presenta el grano garantiza que este, no presentará problemas de inocuidad, teniendo en cuenta que, mientras más secos se encuentren los granos al almacenarse, menor será su índice de deterioro, aun cuando otros factores físicos sean desfavorables. Se puede observar que el contenido de carbohidratos presentes es mucho mayor al reportado en la literatura, indicando solo una composición mayor de endospermo, pudiendo ser un factor importante en la textura final de la bebida, por su parte, la proteína cuantificada, muestra un valor muy bajo respecto al reportado teóricamente, lo que habla de nueva cuenta sobre la composición del grano, sin embargo, al ser un componente importante para el desarrollo de la bebida, sería importante analizar su utilización para producción (ver Tabla II).

Tabla II. Análisis fisicoquímico de garbanzo y su comparación respecto al CODEX STAN 171-1989 (Rev. 1-1995), Aguilar y Vélez, 2013; y Belitz, 2009.

Parámetro	Resultado experimental	Valor en Norma o teórico
Humedad (%)	8.64	Max. 14-16
Proteína cruda (%)	12.61	22.7
Extracto Etéreo (%)	5.67	5.0
Cenizas (%)	3.49	3.0
Carbohidratos (%)	60.98	54.6
Fibra (%)	1.61	3.0
Densidad (kg/hL)	76.19	-
Almidón (%)	59.0	37.5-50.8
Azúcares reductores (%)	0.2	0.7-1.0
Calcio (mg/100g)	570.62	40.0-267.0
Potasio (mg/100g)	101.29	220.0-1333.0
Manganeso (mg/100g)	16.66	0.1-9.4
Zinc (mg/100g)	3.46	2.0- 5.4
Sodio (mg/100g)	36.21	2.1-64.0

En la Tabla III se observa que el grano negro, evaluado como parámetro de calidad del amaranto reventado, es mucho mayor al permitido en la NMX-FF-116-SCFI-2010 para amaranto reventado, esto tiene relación con el porcentaje de grano reventado presente, por lo que, el grano, al no estar reventado

Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

o ser negro, presenta mayor cantidad de pericarpio, pudiendo afectar en parámetros sensoriales de sabor o resabio en la bebida. El amaranto no presenta materia extraña, ni olores húmedos, siendo un indicativo de la ausencia de insectos o materia extraña que pudiera presentarse.

Tabla III. Análisis fisicoquímico de amaranto y su comparación respecto a la NMX-FF-116-SCFI-2010.

Parámetro	Resultado experimental	Valor en Norma		
		Categoría I	Categoría II	Categoría III
Color	Característico	Característico		
Olor	Característico	Característico		
Partículas metálicas	Ausente	Ausente		
Grano negro (%)	2.92	Max 0.5		
Materia extraña (%)	Ausente	No más 50 fragmentos de insectos, de un pelo de roedor y ausente de excretas en 50 g		
Grano quemado (%)	Ausente	Ausente		
Amaranto reventado (% de retención en criba 16)*	90.54	100 a 96	95.9 a 90	Menor a 90

La humedad observada en la Tabla IV, es mucho mayor que lo permitido en la norma, lo que podría provocar problemas de inocuidad en el grano, sin embargo, el grano no presenta señales de deterioro o presencia de partículas extrañas, por lo que puede ser utilizada para consumo y procesamiento, sin dejar de un lado la importancia de almacenaje de este grano para evitar su infestación y controlar el índice de deterioro. La proteína cuantificada, es baja, pudiendo estar relacionado con la presencia de proteínas en el endospermo y teniendo relación con el porcentaje de grano reventado que se tiene. Con base en la NMX-FF-116-SCFI-2010, se indica que el grano de amaranto reventado es clasificado como categoría II. Cabe destacar que tanto el garbanzo, como el amaranto, no presentaron metales pesados como mercurio, cadmio y plomo.

Tabla IV. Análisis fisicoquímico de amaranto y su comparación respecto a la NMX-FF-116-SCFI-2010 y Peralta *et al.*, 2008.

Parámetro	Resultado experimental	Valor en Norma o teórico		
		Categoría I	Categoría II	Categoría III
Humedad (%)	6.15	0.1-2.8	2.9-3.5	
Proteína cruda (%)	8.66	Min. 14.0	Max 13.9	
Extracto Etéreo (%)	4.63	Min 8.0	Max 7.9	
Cenizas (%)	2.82	2-2.9		
Carbohidratos (%)	76.02	71.8		
Fibra (%)	1.72	2-5.4		
Densidad (Kg/hL)	19.44	Max 14.3	Min 14.4	
Almidón (%)	69.0	69.0		
Azúcares reductores (%)	2.1	1,7		
Calcio (mg/100g)	570.62	130-164		
Potasio (mg/100g)	837.75	800		
Manganeso (mg/100g)	40.43	24		
Zinc (mg/100g)	3.23	4,2		
Sodio (mg/100g)	61.15	2.1-64.0		

En la Tabla V se observa que todas las bebidas tienen un contenido bajo de proteína, esto se puede deber a que la principales fracciones de proteína presente en la bebida, serán las albúminas, las cuales conforman el 65% de las proteínas de garbanzo y el 22% de las proteínas de amaranto (Aguilera y Vélez, 2013), por lo que sólo una pequeña parte será soluble. Un factor relevante es la solubilidad de las harinas, respecto a ello, se debe tomar en cuenta que el tamaño de partícula es un factor que afecta en la solubilidad (Sun *et al.*, 2012), lo que puede explicar por qué se presenta mayor contenido de proteína y carbohidratos en las bebidas obtenidas a partir del tamiz 120 (120 y 120+).

Tabla V. Análisis de proteína cruda, carbohidratos totales, humedad y cenizas de las bebidas desarrolladas.

Parámetro		MH	MS	18	40	120	120+
Proteína cruda (%)	70:30	19.39	19.39	10.47	4.54	5.46	4.9
	Bebida	1.31	1.31	0.62	1.08	1.82	1.92
Carbohidratos totales (%)	70:30	71.50	71.50	38.63	17.29	20.13	18.08
	Bebida	1.01	6.62	0.63	2.70	2.74	2.92
Humedad (%)	70:30	6.90	6.90	5.36	6.92	6.76	6.01
	Bebida	91.30	88.66	96.3	95.45	93.21	92.26
Cenizas (%)	70:30	3.02	3.02	1.34	2.37	3.49	3.3
	Bebida	0.23	0.34	0.086	0.17	0.30	0.25

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 2002. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C
- Aguilar, V., y Vélez, J. 2013. Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum L.*). Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. 7(2): 25-34.
- Belitz, H., y Grosch, W. 2009. Química de los alimentos. Editorial ACRIBIA. Zaragoza. pp. 797-816.
- Codex Standard 171_1989. Norma para determinadas legumbres. FAO.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. y Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry.
- El poder del consumidor. 2015. El poder de...El garbanzo. Recuperado del 8 de marzo de 2019.
- Garnero, D. (2012). "Calidad intrínseca de granos en la poscosecha". U.T.N. Argentina. pp.11
- Hajirostamloo, B., y Mahastie, P. 2008. Comparison of Soymilk and Cow Milk Nutritional Parameter. Reseach Journal of Biological Sciences. 3(11): 1325.
- Hajirostamloo, B. 2009. Comparison of Nutritional and Chemical Parameters of Soymilk and Cow milk. World Academy of Science, Engineering and Technology. 57: 437.
- Innova Market Insights. 2017. CISION PR Neswire. Arnhem. Recuperado de www. prnewswire.com el 8 de marzo de 2019.
- Kirk, R.S., Sawyer, R. y Egan, H. 1996. Composición y análisis de alimentos de Pearson. Segunda edición. Compañía editorial continental. México.
- Nielsen S. 2003. Food Analysis Laboratory Manual. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- NMX-FF-089-SCFI-2008. Productos no industrializados para uso humano- oleaginosas-soya- *Glycine max (L.) Merrill* -Especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-FF-116-SCFI-2010. Productos agrícolas destinados para consumo humano-Grano reventado de Amarantho (*Amaranthus spp.*) para uso y consumo humano- Especificaciones y métodos de ensayo.
- Pineli, L., Botelho, R., Zandonadi, R., Solorzano, J., de Oliveira, G., Reis, C., y Teixeira, D. 2015. Low glycemic index and increased protein content in a novel quinoa milk. Food Science and Technology. 63:1262.
- Písaríková, B., Krácmár, S., y Herzig, I. 2005. Amino acid contents and biological value of protein in various amaranth species. Czech Journal of Animal Science. 50(4): 169.
- Soteras, E. 2011. Obtención y formulación de una bebida en base de granos de amaranto. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe.
- Sun, J., Wang, F., Sui, Y., She, Z., Zhai, W., Wang, C., y Deng, Y. 2012. Effect of particle size on solubility, dissolution rate, and oral bioavailability: evaluation using coenzyme Q₁₀ as naked nanocrystals. International Journal of Nanomedicine. 7: 5734.
- Watson, E. 2018. US retail sales of plant-based milk up 9%, plant-based meat up 24%. Food Navigator USA. Recuperado de www. Foodnavigator-usa.com el 11 de marzo de 2019.
- Wood, J.A., y Grusak, M. A. 2007. Nutritional Value of Chickpea. Chickpea Breeding and Management. 102.