

## Desarrollo de un análogo de queso a partir de harina y bebida de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*), y almendra (*Prunus dulcis*)

M.E. Alonso Vázquez<sup>1</sup> J.C. Ramírez-Orejuel<sup>1,2</sup>, J.M. Talamantes Gómez<sup>1,2</sup>

**1** Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. **2** Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. [jrorejuel@unam.mx](mailto:jrorejuel@unam.mx)

**RESUMEN:** El amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) tiene una cantidad de proteína que oscila entre 12 % y 18%, considerada además de alto valor biológico según la FAO. De modo que la incorporación de éste como ingrediente principal en el desarrollo de un nuevo producto da pie a obtener un alimento con un valor agregado, el cual es parte de una tendencia generalizada dentro de la industria de alimentos. El objetivo de este proyecto fue desarrollar un análogo de queso sin emplear proteína de origen animal como alternativa la fuente principal de este nutrimento fue un pseudocereal y una oleaginosa, amaranto y almendra respectivamente. El producto desarrollado obtuvo un contenido de proteína de 7.67 % y 4.04% de lípidos. La cantidad determinada de sodio fue menor al 2%, se determinaron 152.59 mg de este mineral. Por otro lado, el análogo mostró 0.7 equivalentes de ácido gálico en gramo de muestra (mg eq. gálico/g de muestra), respecto a los equivalentes en micromol ( $\mu\text{mol}$ ) de trolox en gramo muestra fue de 199078.0 y para  $\alpha$ -tocoferol 11746.0. Se desarrolló un análogo de queso empleando una bebida y harina de amaranto, asimismo se empleó almendra para hacer una complementación proteínica. Al menos el 50 % del análogo de queso fue agua y una quinta parte correspondió a hidratos de carbono de los cuales más del 60 % fue fibra dietética, finalmente se evidenció la presencia de compuestos con capacidad antioxidante, los cuales se asocian a un efecto positivo en la salud.

**Palabras clave:** Amaranto, análogo de queso, almendra.

**ABSTRACT:** The amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) has protein content which oscillates between 12 and 18, in addition is considered of high biological value according to the FAO. In this context, the incorporation of this pseudocereal as main ingredient in the development of new product allows to obtain a product with added value, which is part of a generalized trend within food industry. The aim of this project was to develop an cheese analogue without using animal protein, as an alternative the main source of this nutrient was a pseudocereal and an oleaginous, amaranth and almond respectively. The developed product obtained a protein content of 7.67% and 4.04% of lipids. The determined amount of sodium was less than 2%, in 100 g of cheese was found 152.59 mg of this mineral. On the other hand, the analogue showed 0.7 equivalents of gallic acid in gram of sample (mg eq. gallic / g of sample), respect to the equivalents in micromole ( $\mu\text{mol}$ ) of trolox in gram sample was 199078.0 and for  $\alpha$ -tocopherol 11746.0. Analog cheese was developed using the amaranth drink and flour, almond was also used to make a protein supplement. At least 50% of the cheese analogue was water and a fifth corresponded to carbohydrates of which more than 60% was dietary fiber, finally the presence of compounds with antioxidant capacity was demonstrated, which are associated with a positive effect in health.

**Keywords:** Amaranth, cheese analog, almond.

**Área:** Desarrollo de nuevos productos

### INTRODUCCIÓN

La leche entera de vaca, así como los derivados lácteos son una fuente de proteína de buena calidad debido a que tiene una alta calificación química consecuencia de su balanceado perfil de aminoácidos (Fernández, *et al.*, 2015). Problemas médicos, así como tendencias actuales en regímenes alimenticios, repercuten en la ingesta de la leche de vaca ya que en los últimos 30 años se ha notado una disminución en el consumo de este producto, la FAO reporta que se redujo de 102 litros por persona por año a 75 litros (FAO, 2013). Por otro lado, se estima que la alergia a la leche ha adquirido relevancia durante los últimos 10 años, con un predominio del 16 % dentro de la población infantil y lactante mexicana, de los cuales el 80% desarrollará tolerancia durante los cinco primeros años (Ávila, 2015). En adición, debido a la disminución de la actividad de la lactasa, la población mexicana

presenta intolerancia al consumo de leche, esta enzima se inactiva o disminuye su eficiencia con la edad, de modo que se suprime la hidrólisis del disacárido (Mart, 2013).

En la búsqueda de alternativas a los lácteos se ha generado un particular interés en las bebidas de origen vegetal por su valor nutrimental ya que todas ellas presentan una baja densidad calórica, un bajo índice glucémico, así como un contenido de lípidos mínimo. Hoy en día, en el mercado se pueden encontrar bebidas y productos similares a queso y yogurt elaborados a partir de cereales, oleaginosas y legumbres, algunos ejemplos de ellas son las bebidas de avena, soya, arroz, almendra y coco (Mäkinen, *et al.*, 2016). Actualmente en el mercado no existe una extensa variedad de quesos que cubran las necesidades de este nicho económico el cual es consciente de su alimentación, ya sea por decisión propia o por problemas relacionados con alergenicidad o intolerancia (González, *et al.*, 2018). De acuerdo con lo dicho por Guinee en 2011 y la FDA en un análogo de queso típicamente se puede sustituir la proteína o los lípidos de la leche y emplear como sustitución de ambos alguna fuente vegetal.

Considerando lo anterior, en este proyecto se desarrolló un análogo de queso a partir de amaranto debido a su valor nutrimental, del que destaca su contenido proteínico que fluctúa entre 12-18%, (Belton & Taylor, 2012), asimismo perfil de aminoácidos es sumamente atractivo ya que a diferencia de los cereales como el maíz, avena, trigo, el contenido de lisina y treonina es del doble (FAO, 2016), del mismo modo la concentración de triptófano (11 mg/100 g de proteína) es equivalente al patrón establecido por la OMS/FAO/UNU (FAO, 1985). De acuerdo con lo dicho por Haros en el 2017 el contenido de prolaminas es menor al 0.1% lo cual toma relevancia en la elaboración de productos para individuos con enfermedad celiaca. El amaranto tiene un alto contenido de fibra la cual tiene un efecto positivo en la salud intestinal. Para conocer el aporte nutrimental se realizó el Análisis Químico Proximal (AQP) con énfasis en perfil de minerales y perfil de hidratos de carbono, en adición se analizó el poder antioxidante mediante un análisis cuantitativo empleando trolox y  $\alpha$ -tocoferol como estándares para conocer si el producto presentaba poder antioxidante y finalmente se cuantificaron los polifenoles con el objetivo de cuantificar cuál de estos compuestos antioxidante eran pertenecientes a estas moléculas.

Se desarrolló el análogo de queso empleando una bebida de amaranto, harina de amaranto, almendras y levadura de cerveza, el cual obtuvo un contenido de 7.7% de proteína. Los equivalentes de ácido gálico en gramo de muestra (mg eq. gálico/g de muestra) mostrados para el análogo de queso fueron de 0.7. Se determinó los equivalentes en micromol ( $\mu$ mol) de los antioxidantes trolox y  $\alpha$ -tocoferol en cada gramo de los productos. En el caso del trolox los  $\mu$ moles equivalentes fueron de 199078.0 y para el  $\alpha$ -tocoferol de 11746.0.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este producto se empleó la siguiente formulación: bebida de amaranto (40.3%), vinagre (19.4%), almendras (13.9%), grenetina (11.1%), sal y pimienta (5.6%), harina de amaranto y levadura (4.2%) y ajo (1.4%). Los ingredientes fueron homogeneizados exceptuando la grenetina, en un procesador de alimentos marca Kitchen Aid Modelo Artisan 5KFP1644, por otro lado, se hidrató y fundió la grenetina con 34 mL de agua y finalmente se agregó a la mezcla anterior cuando aún estaba caliente. Se moldeó y dejó enfriar a 4 °C, se realizó una adaptación de un queso tipo ranchero. Se llevó a cabo el AQP y perfil de minerales, así como de carbohidratos empleando los siguientes métodos oficiales AOAC del 2012: humedad (Método AOAC 925.10), cenizas totales (Método AOAC 925.46), lípidos (James, 1999), proteína (Método AOAC 979.09), almidón (Método AOAC 996.11), fibra dietética total (Método AOAC 985.29), azúcares reductores (Nielsen, 2003), minerales: Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na y Z (método AOAC 984.27 (1987)), mineral: P (Método AOAC 964.06). Para determinar el poder antioxidante y polifenoles totales en la muestra se realizó un extracto metanólico, se partió de un gramo de muestra seca y desengrasada, se agregaron 50 mL de metanol puro. La extracción se llevó en

un baño sonicador en oscuridad durante 30 minutos, posteriormente se centrifugó a 4500 rpm durante 10 minutos. El sobrenadante se decantó hasta obtener 50 mL de extracto. De acuerdo con el método AOAC.2012.04 se determinó la actividad antioxidante en el producto empleando dos estándares, trolox y  $\alpha$ -tocoferol, y finalmente para determinar la concentración de polifenoles se empleó el método de Folin Ciocalteu.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se propuso una complementación de la proteína teniendo en consideración el perfil de aminoácidos del amaranto, que es muy parecido al patrón de la FAO (FAO/OMS/UNU, 1985), la cual estuvo formada por el pseudocereal (aproximadamente 45%), una oleaginosa (alrededor del 15%) y extracto de levadura (aproximadamente 4%). Se partió de un total de 428 g de formulación y se obtuvieron 220.8 g de producto, lo cual correspondió a un rendimiento total del 56%, el cual es mayor al rendimiento típico quesero, 10%.

Con la intención de conocer los principales componentes del análogo de queso se llevaron a cabo diversas pruebas para obtener la información contenida en la Tabla I. Por el contenido de humedad se consideró como un producto fresco, con un contenido energético de 98.14 kcal por cada 100 g de queso y por 50 g son 49.08 kcal, este último valor es menor si se equipara con análogos de queso considerados como frescos y que han sido elaborados con proteínas vegetales así como lípidos de este origen, el cual fluctúa entre 70-140 kcal por la porción sugerida (50 g), por otro lado una porción de queso fresco contiene alrededor de 90 kcal (Brown, 2016). Según la Norma del queso del CODEX (Codex Standard 283-1978) puntualiza que éste se puede clasificar según su consistencia y nivel de maduración, para el primero puede ser blando (>67 %), semiduro (54-69 %), duro (45-56 %) y extraduro (<51 %), el queso análogo desarrollado a pesar de no contener proteínas ni lípidos de la leche puede ser clasificado como blando ya que obtuvo un porcentaje de humedad sin materia grasa (HSMG) del 68 %. El contenido de humedad es un indicativo de la textura del queso el cual es un análogo de queso que puede fundirse.

En relación al contenido de proteína, nuevamente se observa que es alto en comparación con otros análogos de queso y es la mitad de lo que contiene un típico queso, este contenido es producto de la formulación en la cual se emplea harina de amaranto, almendra, la bebida y extracto de levadura, la gretina proporcionó la textura. La formulación propuesta pudo haber logrado una complementación en la calidad de la proteína, primero la levadura y el amaranto no presenta algún aminoácido limitante según Haros en 2017, de acuerdo con Suárez *et. al.*, en 2006 reportaron que el aminoácido limitante en las almendras es la lisina (Lys) no obstante se logra cubrir esa deficiencia con el amaranto. Los hidratos de carbono representan una quinta parte del producto, sí se observa el perfil resumido en la Tabla I, aproximadamente el 20% es almidón siendo el amaranto la principal fuente de éste, por otro lado, la levadura es aquella que hace el mayor aporte al contenido de fibra seguida de las almendras y el amaranto, de los azúcares reductores las fuentes son las almendras y la bebida de amaranto.

**Tabla I.** Análisis composicional del análogo de queso

Componentes	g/100 g de análogo de queso*
Contenido energético (kcal/g)	98.16
Humedad	65.33
Cenizas	2.60
Lípidos (extracto étere)	4.04
Proteína (N x 6.25)	7.67
Hidratos de carbono totales**	20.36
Fibra dietética total	12.58
Almidón	5.49
Azúcares reductores	2.29

\*Cada una de las determinaciones representa la media de triplicados con un CV < 2%.

\*\*Se determinaron por diferencia del 100%.

Las almendras son una fuente de lípidos que en su mayoría son insaturados, y es el ingrediente la principal fuente de aporte de este nutrimento y el amaranto, retomando, el perfil de lípidos de estos ingredientes es principalmente ácidos grasos insaturados los cuales tiene un impacto benéfico en la salud (Gil, 2010); en adición, haciendo mención a la Norma del CODEX para queso (Codex Standard 283-1978), el contenido graso en extracto seco proveniente de la leche, es otro parámetro empleado para clasificar y etiquetar quesos como: extra graso ( $\geq 60\%$ ), graso ( $\geq 45\%$ ), semigraso ( $\geq 25\%$ ), semidesnatado ( $\geq 10\%$ ) y desnatado ( $< 10\%$ ), el producto desarrollado en esta investigación se considera como desnatado ya que el valor es menor al 10%. Es importante puntualizar que el valor de cenizas de la Tabla I es el resultado de la combinación de los ingredientes empleados para la elaboración de este producto, no obstante, el alimento que pudo aportar la mayoría de minerales fue la almendra y la harina de amaranto

Minerales	mg/ 100 g análogo de queso
K	1524.99
Na	152.59
Mg	94.34
Ca	88.57
P	71.66
Zn	15.20
Fe	5.47
Cu	0.62

Se elaboró el perfil mineral saber cuál fue la sinergia de cada uno de los ingredientes en la formulación, se muestra el análisis en la Tabla II. En el análogo de queso abunda el potasio, este mineral representa un 20% de las cenizas, en contraste el resto de los minerales tienen una contribución menor al 5%. Resalta que el segundo mineral en importancia es el sodio, seguido del magnesio y calcio. Considerando la contribución de cada uno de los ingredientes que conforman esta matriz alimenticia, las almendras aportan tres de los elementos mayoritarios al perfil mineral reportado, que son potasio, fósforo y magnesio (Kristbergsson, 2016), asimismo el calcio es el cuarto en abundancia, , acerca de los elementos traza tienen abundancia el zinc y el hierro, y las almendras tienen contribución a la concentración de cobre; por otra parte, en el amaranto predomina el potasio, fósforo y calcio (FAO, 1985; Haros, 2017). En el perfil expresado en la Tabla II, se puede observar la presencia de sodio, sin embargo, si se considera lo anterior, los ingredientes del análogo de queso aportan una baja cantidad de este elemento por lo que se atribuye la presencia del sodio netamente a la adición de sal.

El análogo de queso muestra una concentración de polifenoles totales de 0.74 mg de ácido gálico/g de muestra que representa el promedio de triplicados con un coeficiente de variación menor al 2%, tiene una mayor contribución a este valor el amaranto debido a que las almendras contienen en su mayoría tocoferoles y en cantidades pequeñas (Boye, 2015), de acuerdo con lo reportado por Haros en 2017, el contenido de polifenoles teórico 2-4 mg de equivalentes, y la subespecie de las almendras es de 4.0 a 10.7 mg de equivalentes de ácido gálico (Bolling, Dolnikowski, Blumberg, & Chen, 2010). Los principales beneficios asociados a estos compuestos son efecto anticancerígeno, protección contra el daño en el ADN causado por expresiones genéticas anormales, estimulación.

En el amaranto hay una diversidad de compuestos bioactivos, péptidos bioactivos, escualeno y ácidos grasos insaturados: linoleico que representa aproximadamente 50%, oleico, y en menor proporción linoléico, se reporta también presencia de Vitamina C o ácido ascórbico, flavonoides, betalainas. Las almendras son fuente de: tocoferoles:  $\alpha$ ,  $\delta$  y  $\gamma$  (enlistados con base en la concentración), arginina y lisina, así como la presencia de flavonoides y ácidos grasos insaturados siendo el oleico (omega 9) y linoleico (omega 6) los más abundantes (Kristbergsson, 2016). El poder antioxidante obtenido al emplear como estándar el trolox fue de 199078.0  $\mu$ moles de equivalentes de trolox/g de muestra y 11746.0  $\mu$ moles de equivalentes de  $\alpha$ -tocoferol/g de muestra, ambos resultados representan la media de triplicados con un CV  $< 2\%$ .

### BIBLIOGRAFÍA

- Ávila, L. 2015. Diagnóstico y manejo de la alergia a la leche de vaca. *Revista Alergia México*, 52(5), 206-215
- Belton, P. y Taylor, J. 2002. Grain Amaranth. En Belton, P. y Taylor, J., *Pseudocereals and less common cereals. Grain properties and utilization potential* (págs 219-260). Berlín : Springer.
- Boye, J. I. (2015). *Nutraceutical and functional food processing technology*. Oxford. Willey Blackwell. Capítulo 1 y 8.
- Bolling, B. W., Dolnikowski, G., Blumberg, J. B., & Chen, C. Y. O. (2010). Polyphenol content and antioxidant activity of California almonds depend on cultivar and harvest year. *Food Chemistry*, 122(3), 819–825.
- Fernández, E. F., Hernández, J. A. M., Suárez, V. M., Villares, J. M. M., Yurrita, L. R. C., Cabria, M. H., & Rey, F. J. M. 2015. Documento de Consenso: Importancia nutricional y metabólica de la leche. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1), 92–101.
- Gil, Á. 2010. Metabolismo lipídico tisular. En Gil, Á., *Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición. Tratado de Nutrición* (págs 401-427) México : Editorial Médica Panamericano.
- González, M., Miranda, R., & Botello, E. 2018. Perfil sensorial de quesos análogos elaborados con almendra (*Prunus dulcis*). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 387–393.
- Guinee, T. P. 2011. Cheese: Cheese Analogues. *Encyclopedia of Dairy Sciences : Second Edition*, 814–821.
- Haros, C., Schoenlechner R. 2017. Structure and Composition of Kernels. En Haros, C., Schoenlechner R., *Pseudocereals Chemistry and Technology* (págs 28-43). Oxford: Editorial Wiley Blackwell.
- Kristbergsson, K. 2016. Nutraceutical Properties of Amaranth and Chia Seeds. En Kristbergsson, K., *Functional Properties of Traditional Foods* (págs 189-199). New York : Springer.
- Mäkinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2016). Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 339–349.
- Mart, A. M. P. (2013). Alergia a Proteínas De Leche De Vaca. *Protocolos de diagnóstico terapéuticos en pediatría*, (1), 51–61.