

Barra salada nutricionalmente equilibrada: influencia de las variables del proceso de secado

Resumen

Se desarrolló una barra salada a base de amaranto, nutricionalmente equilibrada, con importante aporte de proteínas y calcio en la dieta, utilizando un ligante no convencional. Se determinó la influencia de las variables temperatura y tiempo de secado en la calidad final del producto. En las condiciones experimentales estudiadas la temperatura y el tiempo de secado no evidenciaron cambios significativos en la composición nutricional. El descenso de la temperatura de proceso causó endurecimiento y aumentó el desgranamiento del producto.

Palabras claves: Amaranto, aglutinante, nutricionalmente equilibrada, variables de secado

Abstract

a nutritionally equilibrated salt bar including amaranth was developed, with important supply of protein and calcium in the diet, using a binder unconventional. The influence of both variables, the temperature and the drying time were determined in the final product quality. In the experimental conditions of temperature and drying time showed no significant changes in the nutritional composition. The drop of the process temperature caused hardening and shelling of product.

Introducción

Una dieta equilibrada debe proveer las calorías suficientes requeridas por el individuo para su crecimiento, mantenimiento metabólico y desarrollo de actividades. De las kilocalorías aportadas por los diferentes grupos de alimentos, entre el 55-65 % de las mismas deben provenir de glúcidos, en tanto que 20-25 % de lípidos y un 10-15 % de proteínas [1]. Una de las deficiencias en la dieta observadas en Argentina a partir de la agudización de la crisis económica es la carencia de proteínas en general, de alta calidad en particular, lo que queda evidenciado en estimaciones de índices antropométricos [2] [3] [4]. En este sentido el amaranto posee propiedades nutricionales, agronómicas e industriales, que lo

Zaniolo, Stella Maris¹; Malka, María Teresa²; Batlle, Teresa Adriana³; Balmaceda, María Luciana⁴ y Giannuzzi, Leda⁵

¹Stella Maris Zaniolo. Ingeniero Químico-Magíster en Gestión y Auditorías Ambientales. Cargo: Profesor Adjunto. Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales, Villa Mercedes, San Luis. Dirección postal: Campus Universitario Ruta 55. Tel: +(54)2657531000 Int: 7025. Fax: 02657-430980. **E-mail:** smzaniolo@gmail.com.ar

²María Teresa Malka. Ingeniero Químico-Especialista en Educación Superior. Cargo: Profesor Asociado. Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales, Villa Mercedes, San Luis. Dirección postal: Campus Universitario Ruta 55. Tel: +(54)2657531000 Int: 7025. Fax: 02657-430980. **E-mail:** tmalka@fices.unsl.edu.ar

³Teresa Adriana Batlle. Ingeniero Químico. Cargo: Profesor Adjunto. Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales, Villa Mercedes, San Luis. Dirección postal: Campus Universitario Ruta 55. Tel: +(54)2657531000 Int: 7025. Fax: 02657-430980. **E-mail:** teresa.batlle@yahoo.com.ar

⁴María Luciana Balmaceda. Ingeniero Químico. Cargo: Auxiliar de primera. Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales, Villa Mercedes, San Luis. Dirección postal: Campus Universitario Ruta 55. Tel: +(54)2657531000 Int: 7025. Fax: 02657-430980. **E-mail:** balmacedaml@yahoo.com.ar

⁵Giannuzzi Leda. Doctora en Ciencias Químicas. Cargo: Profesora Adjunta, Investigador Principal CONICET. Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 y 116 (1900), La Plata. TE- FAX: 0221-4254853. **E-mail:** leda@biol.unlp.edu.ar

convierte en el “mejor alimento de origen vegetal para el consumo humano”, designación otorgada por la Academia Nacional de Ciencias de los EE UU y por la FAO, en 1979 [5]. Esta categorización se debe a la alta calidad de sus proteínas, por su perfil de aminoácidos esenciales y a sus carbohidratos asimilables, vitaminas, minerales, además de su excelente relación costo-beneficio, en términos nutricionales [5]. El amaranto no es un cereal a pesar que se consume como tal,

contiene más lisina, triptófano y aminoácidos azufrados que el resto de los cereales [6]. Las proteínas de amaranto son consideradas una excelente alternativa o complemento de los cereales y legumbres debido a su composición bien balanceada de aminoácidos esenciales. El patrón de aminoácidos de la proteína de amaranto es similar al del patrón propuesto por la FAO/OMS lo que sugiere que es una proteína de alto valor nutritivo [7] [8]. Una de las características importantes de las proteínas de amaranto es que han sido utilizadas en dietas para personas con la enfermedad celíaca. El amaranto ha sido utilizado para obtener concentrados y aislados proteicos. [8] [9] [10]. Las altas concentraciones de calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, vitaminas E y del complejo B, como así también los bajos niveles de factores antinutricionales, hacen de este grano un producto de interés en la elaboración de nuevos alimentos [11]. El almidón representa el principal componente del grano y juega un papel importante en las aplicaciones en productos, tales como: espesantes para sopas, sustitutos de grasa, salsas, cereales para el desayuno, galletas, aperitivos, pastas y alimentos saludables [12].

En los últimos años, uno de los productos alimenticios que ha registrado mayor crecimiento en el consumo de la población son las barras de cereales. Estas responden a formulaciones formadas por cereales de distintos tipos, en algunos casos con tratamientos previos, que forman una masa con la adición de un ligante apropiado, moldeándose para obtener el tamaño y la forma deseada. Algunas barras también incluyen semillas, trozos de fruta, miel, chocolate, yogurt y otros. Existen diversas formulaciones en el mercado, orientadas al consumo de deportistas, otras bajas en calorías, glúcidos y grasas y/o enriquecidas con fibras y proteínas, algunas diseñadas para el paladar del público adulto y otras diseñadas para los más jóvenes. Los principales componentes de las barras de cereales son hidratos de carbono y fibra alimentaria. Permiten obtener calorías con una ración pequeña y sin requerir un gran esfuerzo digestivo [13].

Debido a la calidad nutricional de las semillas de amaranto se han desarrollado estudios para incorporarlas en productos alimenticios que mejoren la calidad de vida de la población y la conviertan en una opción agropecuaria e industrial. Además, en la actualidad no existen en el mercado barras de sabor salado que contemplen un balance equilibrado de nutrientes, por lo que

en el marco de este proyecto se ha desarrollado un nuevo producto a base de amaranto utilizando tecnologías de secado. Para la formulación de las barras se empleó *Amaranthus cruentus* variedad candil de cultivares de la Universidad Nacional de Río IV. Los granos de amaranto se expusieron a un tratamiento térmico mediante calor seco para su popeado, proceso conocido también como reventado o pochocleado. El almidón se convierte en dextrina y el agua interior se volatiliza aumentando la presión interna de la semilla, hasta que la corteza de esta revienta. Este proceso conlleva varios propósitos: obtener sabor, color y aromas agradables, mejorar la relación de eficiencia proteínica (PER), así como la digestibilidad y la destrucción de factores antinutricionales, lo que hace más nutritiva a la semilla [14].

Con el objetivo de mejorar el perfil nutricional de las barras también se utilizaron como ingredientes para la elaboración de las mismas otros cereales tales como avena laminada, copos de maíz, arroz inflado, salvado extruído y semillas de sésamo. En este sentido, diversos estudios indican que usando amaranto procesado térmicamente se ha establecido biológicamente el efecto complementario proteínico con harina de trigo y avena laminada. Con trigo se observó un incremento lineal en calidad proteica respecto al nivel de amaranto. La calidad proteica de amaranto/avena fue similar para todas las combinaciones [6].

El objetivo del presente trabajo es obtener un nuevo producto, nutricionalmente equilibrado de sabor salado, utilizando amaranto, principal ingrediente, como fuente de proteínas y calcio, mediante procedimientos de secado controlado, estudiando la incidencia de las variables de este proceso en la calidad nutricional y organoléptica.

Materiales y métodos

Materias Primas

Se utilizaron los siguientes ingredientes: semillas de *Amaranthus cruentus* popeadas, arroz inflado, flakes de maíz, salvado de trigo extruído, avena arrollada, semillas de sésamo y cloruro de sodio, adquiridos en el mercado local de productos con marcas registradas.

Formulación de las barras

El criterio asumido para establecer la formulación del producto se basó en el objetivo de desarrollar barras de cereales saladas que aporten

una fracción importante de los requerimientos nutricionales diarios, utilizando las materias primas mencionadas previamente como fuentes de proteínas y de calcio. Para aglutinar estos ingredientes se utilizó almidón pregelatinizado disuelto en leche

Elaboración del Popeado de Amaranto

La semillas de amaranto se popearon utilizando técnicas por contacto directo, distribuidas en una capa delgada en placa calefactora de acero inoxidable de doble pared a temperaturas entre 87-90°C, medidas con termómetro infrarrojo digital, durante intervalos de tiempo de 4s.

Preparación de las Barras

Se preparó una fase seca, formada por una mezcla de los ingredientes en las proporciones mostradas en la Tabla 1, a la que se le adicionó la fase húmeda ligante, moldeándose para formar las barras

Tabla 1. Composición porcentual fase seca

Ingrediente	%	Ingrediente	%
Amaranto popeado	30.0	Salvado extruido	12.6
Avena arrollada	20.4	Copos de maíz	12.3
Semilla de sésamo	13.2	Arroz inflado	10.3
Cloruro de sodio	1.2		

Secado de la formulación

Las formulaciones se secaron para garantizar buena conservación y desarrollar los siguientes atributos: color pardo, aroma característico a amaranto tostado, textura crocante y bajo desgranamiento en la barra. El secado se realizó en un horno eléctrico O.R.L., que posee bandejas de malla de acero inoxidable y opera con circulación forzada de aire a 1,4 m/s. Se diseñaron diferentes experiencias estudiando la incidencia de las variables: tiempo y temperatura, para obtener una barra que respondiera a las características nutricionales y de palatabilidad previamente propuestas.

Los ensayos de secado se realizaron a temperaturas de 70, 80 y 100°C, a distintos tiempos de exposición, para alcanzar la misma humedad final del producto.

Las barras se prepararon por duplicado y se sometieron a los distintos tiempos de secado

programados para el estudio, realizando tres repeticiones para cada tiempo. Una muestra se utilizó para medir la actividad acuosa y la otra para determinar la humedad en base seca. La actividad acuosa (aw) se midió con equipo AquaLab Series 3TE. La humedad en base seca se determinó gravimétricamente, secando la barra de cereales a 105°C durante 2hs. en estufa convencional. Con los datos obtenidos se realizaron las curvas de secado y las isotermas de desorción.

Balance nutricional del producto

A las barras obtenidas a distintas temperaturas de secado se les determinó: humedad según técnica AOAC 24.002 [15], proteína AOAC 24.027 [15], grasas totales. AOAC 24.005 [15], cenizas AOAC 24.009 [15] y carbohidratos por diferencia.

El contenido de calcio se estimó a partir de las especificaciones de los ingredientes.

Evaluación de los atributos de la barra

Los atributos del producto se evaluaron mediante análisis descriptivo cualitativo realizado por un panel entrenado de diez evaluadores.

Primero, cada evaluador desarrolló los descriptores en forma individual completando una planilla donde se plasmó con palabras las sensaciones percibidas luego de observar y probar las muestras, destacando las apariencias y diferencias entre las mismas. Luego se realizó una discusión grupal para obtener consenso en los descriptores y sus definiciones.

Para el desarrollo del perfil de la barra los atributos evaluados fueron: color, aroma, sabor, textura y desgranamiento. Los evaluadores se entrenaron con la definición y modo de evaluación de cada descriptor. El desgranamiento también se midió gravimétricamente cuantificando la proporción de granos desprendidos durante el proceso de secado y al trozar manualmente las barras en dos porciones.

Estudio de aceptabilidad

Se realizó la evaluación de aceptabilidad mediante una prueba del tipo de escala Hedónica estructurada de 9 puntos, con extremos 1 = me disgusta mucho y 9 = me gusta mucho, y donde el puntaje intermedio 5 corresponde a la descripción "me es indiferente", empleando un panel no entrenado de 100 evaluadores [16].

Resultados y discusión

Los productos obtenidos presentaron buen aspecto con color pardo claro, aroma agradable característico del amaranto tostado y textura crocante.

Los mejores atributos se lograron exponiendo las barras a 100°C durante 45 min., resultando una a_w de 0,28, un desgranamiento inferior al 0,5% en peso y 4% de humedad en base seca. Secando a 70 y 80°C se requirió de tiempos de residencia de 115 y 105 min. respectivamente, para la misma humedad final y a_w similar, como puede observarse en las Figuras 1 y 2.

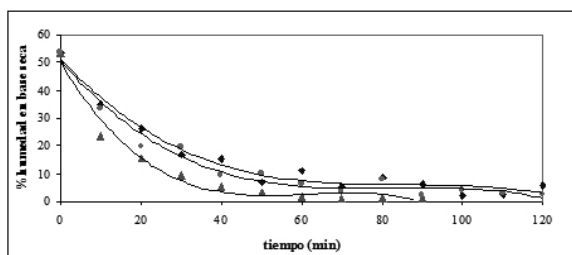


Figura 1. Curvas experimentales de secado de las barras de cereales a distintas temperaturas, con circulación de aire a una velocidad de 1,4 m/s. (♦) 70°C, (●) 80°C y (▲) 100°C

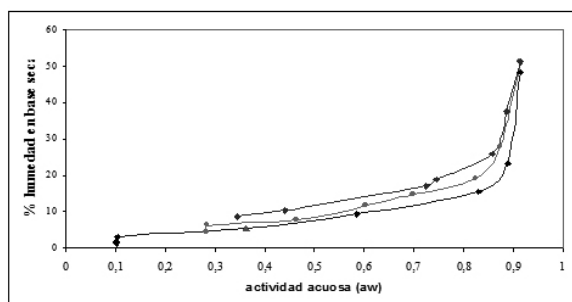


Figura 2. Isotherma de desorción de las barras de cereal a distintas temperaturas (♦) 70°C, (●) 80°C y (▲) 100°C

Este resultado garantizó la estabilidad del producto. Para estos valores de a_w , el agua presente está unida a grupos polares, no disponible para reacciones químicas ni microbiológicas.

Como resultado del análisis descriptivo de las barras se obtuvo una carta de identidad precisa y reproducible. Las barras expuestas a mayores tiempos de secado presentaron mayor endurecimiento, defecto común en alimentos deshidratados [17] y además, pudo observarse que aumentó la proporción de granos desprendidos.

El estudio de aceptabilidad global de las barras presentó un puntaje de 8, valor superior a

6, límite comercial en una escala Hedónica de 9 puntos, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2. Se logró alta aceptación de la barra con el 80% de los evaluadores.

Muestra	Aceptabilidad global	Sabor global	Dureza	Cohesión
Barra (70°C)	6,1	7,4	9,0	6,7
Barra (80°C)	6,9	7,7	8,5	7,4
Barra (100°C)	8,0	8,1	7,9	8,6

Tabla 2. Análisis sensorial, puntaje global obtenido para cada una de las características medidas en las barras secadas a 70, 80 y 100°C.

La composición nutricional por 100gr. de producto, secando a: 100°C – 45min., 80°C- 105 min. y 70°C-115 min. se muestra en la Tabla 3.

Variables de secado	100°C 45 min.	80°C 105 min.	70°C 115 min.
Valor energético (Kcal)	408	415	394
Carbohidratos (g)	57,83	60,63	60,21
Proteínas (g)	21,01	19,84	18,78
Grasas totales (g)	10,32	11,46	9,98
Calcio (mg)	284,70	284,70	284,70

Tabla 3. Información nutricional, por porción de 100g (tres barras)

Secando a las temperaturas y tiempos mostrados, los productos obtenidos resultaron nutricionalmente equilibrados, su composición respondió a los rangos aceptables de distribución de macronutrientes para dietas saludables, establecidos por el Consejo de Alimentación y Nutrición de EEUU en el año 2002 [1].

A partir del balance nutricional se encontró que el producto presenta un contenido estimado de calcio de 284,7 mg. por porción de 100g, considerando que este mineral no es afectado en las condiciones experimentales en que se ha realizado el secado de las barras. Este valor es similar al reportado para amaranto tostado que presenta un contenido en calcio de 2877.26 mg/kg [18]. Los valores de Calcio presentes en las barras no cubren el requerimiento diario recomendado, DDR: 1000 a 1200 mg [1], no obstante resultan un aporte significativo como complemento para una dieta saludable.

Las barras obtenidas se distinguieron por su contenido proteico de la mayoría de los productos comerciales que presentan un contenido promedio de proteínas de tan sólo el 5,5%, con

calidad proteica pobre en la medida que provienen principalmente de cereales (arroz, avena, maíz), como lo afirman otros autores [13] [19] haciendo referencia a barras dulces, empleando otros aglutinantes, no encontrándose registros para contrastar con las barras saladas.

Pudo observarse que los tratamientos térmicos a las distintas temperaturas y tiempos de secado ensayados afectaron poco, alrededor del uno por ciento, en términos cuantitativos, el contenido proteico de las barras. No habiéndose realizado, en el marco de este proyecto, determinaciones para evaluar la calidad de las mismas. No obstante, otros autores han realizado estudios del efecto de varios procesos, tales como expandidos, laminado, cocción húmeda y extrusión, sobre la calidad de la proteína de amaranto, observándose en todos los casos un aumento sobre el valor nutritivo de la misma [6].

Conclusiones

En las condiciones experimentales estudiadas, la temperatura y el tiempo de secado no evidenciaron cambios importantes en la composición nutricional de las barras.

El descenso de la temperatura de proceso causa endurecimiento y aumenta el desgranamiento del producto.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ing. Guillermo Peiretti de la Universidad Nacional de Río IV por proveer las semillas de amaranto.

Bibliografía

- [1]Hernandez Triana, Manuel.(2004). Recomendaciones nutricionales para el ser humano. Rev Cubana Invest Biomed: 23(4):266-92
- [2]Aguirre Patricia. (2007). Que puede decirnos una Antropóloga sobre alimentación. Hablando sobre gustos, cuerpos, mercados y genes. FAC. Federación Argentina de Cardiología. 5º Congreso Virtual de Cardiología
- [3]Duran Pablo, Mangialavori Guadalupe, Biglieri Ana, Kogan Laura, Abeya Gilardon Enrique. (2009). Estudio descriptivo de la situación nutricional en niños de 6-72 meses de la República Argentina. Resultados de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (EN-NyS). Archivos Argentinos de Pediatría; 107

(5):397-404

[4]FAO (2001). Perfiles nutricionales por países: Argentina. Disponible en la Web: <ftp.fao.org/es/esn/nutrition/ncp/ARGmap.pdf>

[5]Manrique de Lara Benito (2006).FAO: Explotación estratégica del recurso Amaranto en México. Disponible en la Web: http://www.sanmiguel.com.mx/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=24&Itemid=49

[6]Bressani, Ricardo. (2006). Estudios sobre la industrialización del grano de amaranto: caracterización química y nutricional de productos intermedios y finales del procesamiento. Proyecto FODECYT N° 23-2002 Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.

[7]Becker, Robert. (1989). Preparation, composition, and nutritional implications of amaranth seed oil. Cereal Foods World. v. 34, n.11, p. 950-953

[8]Marccone, Massimo F. y Yada, Rickey. Y. (1991). Isolation, Purification, and Characterization of the Oligomeric Seed Globulin from *Amaranthus hypochondriacus*. Agricultural and Biology Chemistry. v. 55, n. 9, p. 2281-2289.

[9]Martínez, Nora y Añón, Maria. C. (1996). Composition and structural characterization of amaranth protein isolates. An electrophoretic and calorimetric study. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Chicago. v. 44, n. 9, p. 2423-2430.

[10]Salcedo-Chávez, Beatriz; Osuna-Castro Juan A.; Guevara- Lara Fidel; Domínguez-Domínguez Jorge y Paredes-López Octavio. (2002). Optimization of the isoelectric precipitation method to obtain protein isolates from Amaranth (*Amaranthus cruentus*) seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. V. 50, p. 6515-6520.

[11]Mujica Sánchez Angel, Izquierdo Juan y Berti Díaz, Marisol (1997). El Cultivo del Amaranto (*Amaranthus spp.*), Producción, mejoramiento genético y utilización, Capítulo VII, Nutrición y composición química. Disponible en la Web: www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/home1.htm

[12]Armada, Margarita y Burgos, Verónica. (2011). Evaluación de propiedades funcionales: harina de amaranto (*amaranthus cruentus*) y harinas comerciales. XIII Congreso CYTAL – AATA. XIII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos- 19-21 de Octubre de 2011. Buenos Aires, Argentina.

[13]INTI. Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2011). Informe Nº15 Barritas de cereal.

[14]Bressani, Ricardo, Sanchez-Marroquin, Alfredo, Morales, Enrique. (1992). Chemical composition of grain amaranth cultivars and effects of processing on their nutritional quality. *Foods Reviews International*, 8(1), 23-49

[15]AOAC 1984. Official Methods of Analysis 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. pag. 431, 432 y 434

[16]Meilgaard, Morten, Civille, Gail V. and Carr, Thomas. (1991). Sensory evaluation techniques. CRC Press, Florida, USA

[17] Barbosa Canovas Gustavo, Vega Mercado Humberto 2000. Deshidratación de alimentos. Zaragoza (España): Ed Acribia, S.A.

[18]Contreras López, Elizabeth, Jaimez Ordaz, Judith, Porras Martínez, Griselda, Juárez Santillán, Luis, Añorve Morga, Javier y Villanueva Rodríguez, Socorro . (2010) Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de harinas para preparar atole de amaranto. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición ALAN* v.60 n.2 Caracas jun. 2010

[19] Olivera, Margarita; Ferreira, Verónica; Giacomino, Silvia; Curia, Ana; Pellegrino, Néstor; Fournier, Martín; Apro, Nicolás. (2012). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Rev Chil Nutr* Vol. 39, N°3, Septiembre 2012, págs.: 18-25