

## 76TCA. SECADO DE BARRAS DE CEREALES SALADAS A BASE DE AMARANTO CRUENTUS: INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO

MALKA M.<sup>1</sup>, BATLLE T.<sup>1</sup>, ZANIOLO S.<sup>1</sup>, BALMACEDA M.<sup>1</sup>, BOMBEN R.<sup>1</sup>,  
DELLACASA A.<sup>1</sup>, BONFANTI R.<sup>1</sup> y GIANNUZZI L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico  
Sociales Av. 25 de Mayo N° 384 (5730) Villa Mercedes San Luis, <sup>2</sup> Centro de  
Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), calle 47 y 116,  
La Plata (1900), Pcia. de Bs As, Argentina - [tmalka@fices.unsl.edu.ar](mailto:tmalka@fices.unsl.edu.ar)

**Resumen:** Se elaboró una barra de cereales salada, nutricionalmente equilibrada a base de semillas de amaranto popeadas (*Amaranthus cruentus*, variedad *Candil*), e ingredientes como: avena, salvado extruido, semilla de sésamo, copos de maíz, arroz inflado como fuentes de proteínas y de calcio. Para lograr la cohesión de estos ingredientes se utilizó un ligante no convencional y novedoso que distingue al producto de las barras de consumo masivo.

A la formulación seleccionada se le realizó estudios de secado para determinar la influencia de las variables del proceso en la calidad del producto terminado, resultando los mejores atributos cuando las barras se expusieron a 100°C durante 45 min.

Se realizó la evaluación sensorial del producto mediante un panel no entrenado a través de una escala Hedónica resultando con una muy buena aceptación.

### 1. 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 (Latham, 2002). 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 (carne, leche, huevos). En este sentido el amaranto posee propiedades nutricionales, agronómicas e industriales, que lo 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. 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. El amaranto contiene más lisina, triptófano y aminoácidos azufrados que los cereales (Bressani, 2006). 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 FAO/OMS lo que sugiere que es una proteína de alto valor nutritivo (Becker, 1989; Marcone et. al, 1991). 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. (Marcone et. al, 1991; Martínez et. al 1996; Salcedo Chávez et. al, 2002). 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 (Mújica, 1997). El almidón representa el principal componente del grano y juega un papel importante en las aplicaciones de productos, tales

como: espesantes para sopas, sustitutos de grasa, salsas, cereales para el desayuno, galletas, aperitivos, pastas y alimentos saludables (Armada, 2011).

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 tratamiento térmico mediante calor seco para su popeado. 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 (Bressani et al., 1992).

Con el objetivo de mejorar el perfil nutricional de las barras también se utilizaron como ingredientes para la elaboración de las mismas otros cereales. En este sentido, “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”. (Bressani, 2006).

Debido a la calidad nutricional de las semillas 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. Contribuyendo a este objetivo este proyecto ha desarrollado este nuevo producto a base de amaranto utilizando tecnologías de secado.

## 2. Objetivos:

Obtener barras de cereales saladas, nutricionalmente equilibradas 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 del producto.

## 3. Metodología

### Formulaciones 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 amaranto popeado, avena, salvado extruido, semilla de sésamo, copos de maíz, arroz inflado como fuentes de proteínas y de calcio. Como ligante de estos ingredientes se utilizó almidón pregelatinizado-leche.

Se preparó una fase seca (mezcla de los ingredientes) a la que se le adicionó la fase húmeda ligante, moldeándose para formar las barras. Como se muestra en la Figura 1.

a)



b)



Figura 1: a) barra de cereales b) materias primas seca

### Secado de la formulación

La formulación se secó con el objetivo de garantizar una buena conservación, desarrollar color, aroma, textura, crocancia y cohesión en la barra. Se diseñaron diferentes experiencias estudiando la incidencia de las variables: tiempo, temperatura y ventilación,

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 en una secadora de bandejas de malla de acero inoxidable, con circulación de aire a una velocidad de 1,4 m/s.

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 ( $a_w$ ) 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.

Se graficó la humedad en base seca vs. actividad acuosa a 70, 80 y 100°C obteniéndose las isotermas de sorción.

### Balance nutricional del producto

Al producto obtenido se le determinó humedad AOAC 24.002 (1984), proteína AOAC 24.027(1984), grasa. AOAC 24.005 (1984), cenizas AOAC 24.009 (1984) y carbohidratos por diferencia.

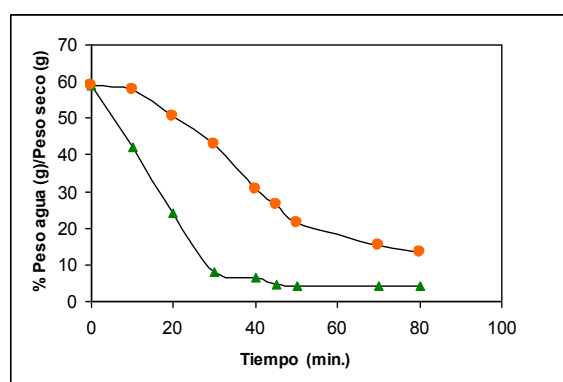
### Estudio de aceptabilidad

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 correspondía a la descripción “me es indiferente”, empleando un panel no entrenado de 60 evaluadores (Meilgaard y et al., 1991).

## 4. Resultados

La barra formulada respondió a los atributos color, aroma, textura, sabor y cohesión deseados como objetivo.

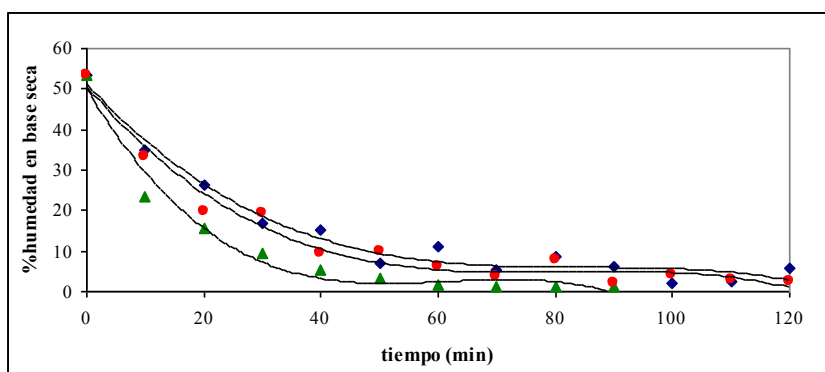
Las curvas de secado de las barras a 100°C, se muestran en la Figura 2, donde se observa que utilizando la secadora con circulación de aire se reducen los tiempos de residencia, con lo que se minimiza la merma nutricional del producto.



**Figura 2:** Curva experimental de secado de las barras de cereal a 100°C, sin circulación (●) y con circulación de aire (▲) a una velocidad de 1,4 m/s.

A partir de los estudios de secado los mejores atributos se lograron exponiendo las barras a 100°C durante 45 min., resultando una actividad acuosa de 0,28 y una humedad en base

seca de 4%. Secando a 70 y 80°C se requirió de tiempos de residencia de 115 y 105 min. respectivamente, para alcanzar la misma humedad, como puede observarse en la Figura 3.



**Figura 3:** Curvas experimentales de secado de las barras de cereales a 70 (◆), 80 (●) y 100°C (▲), con circulación de aire a una velocidad de 1,4 m/s.

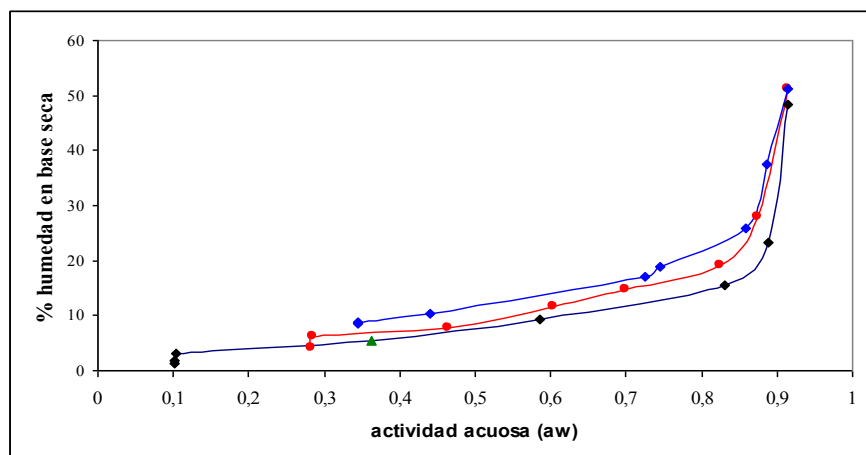
Las barras expuestas a estos últimos tiempos de secado resultaron con calidad nutricional similar como muestra la Tabla 1. Además presentan menor cohesión y mayor dureza como se ve reflejado en el análisis sensorial.

Variables de secado	100°C-45 min	80°C- 105 min	70°C-115 min
Valor energético.	408Kcal	415 Kcal	394Kcal.
Carbohidratos	57,83g	60,63g	60,21g
Proteínas	21,01g	17,34g	15,78g
Grasas totales	10,32g	11,46g	9,98g
Calcio	284,7mg	284,7mg	284,7mg

**Tabla 1.** Información nutricional, por porción de 100g, para las barras secadas a 70, 80 y 100° C

En la Tabla 1 además puede observarse que el producto final obtenido es nutricionalmente equilibrado, su composición responde a los rangos aceptables de distribución de macronutrientes para dietas saludables, establecidos por el Consejo de Alimentación y Nutrición de EEUU (2002) (Hernández, 2004).

Del análisis de las Isotermas de Sorción a 70, 80 y 100°C graficadas en la Figura 4, puede observarse que para la humedad en base seca del 4%, seleccionada desde el estudio sensorial, los valores de las actividades acuosas son inferiores a 0,3 para las tres temperaturas de secado.



**Figura 4:** Isoterma de Desorción de las barras de cereal a temperatura de 70 (♦), 80 (●) y 100°C(▲)

Para estos valores de actividad acuosa el agua presente está unida a grupos polares, es agua no disponible para reacciones químicas (ni como reactivo ni como solvente), y tampoco puede utilizarse para el crecimiento microbiano. Por lo tanto este valor de actividad acuosa garantiza la estabilidad microbiana del producto.

El estudio de aceptabilidad global de las barras presentó un puntaje de 8, valor superior a 6, considerado este último como límite comercial en una escala Hedónica de 9 puntos. La valoración 6 indica una actitud de “gusto” por parte de los evaluadores. El 80% de los evaluadores manifestó una actitud Hedónica positiva hacia las barras utilizando puntajes en las categorías Gusta y Gusta mucho. Los resultados de la evaluación sensorial indicaron una alta aceptación de la barra. Los valores promedio obtenidos para las características de aceptabilidad global, sabor global y los descriptores dureza y cohesión para cada una de las muestras se presentan en la Tabla 2.

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

## 5. Conclusiones

A partir de los estudios realizados se determinó el valor de las variables temperatura y tiempo de secado requeridos para desarrollar un producto novedoso a base de semillas de amaranto, una formulación robusta por su alto valor nutritivo, con importante aporte de proteínas y calcio en la dieta y de gran aceptabilidad por parte de los catadores, lo que permite indicar que estamos ante un producto de buena calidad.

## Agradecimientos

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

## 6. Bibliografía

- AOAC 1984. Official Methods of Analysis 14<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
- Armada, M. y. Burgos, V. 2011. *Evaluación de propiedades funcionales: harina de amaranto (amaranthus cruentus) y harinas comerciales*. XIII Congreso CYTAL – AATA
- Becker R. 1989. *Preparation, composition, and nutritional implications of amaranth seed oil*. Cereal Foods World. v. 34, n.11, p. 950-953
- Bressani, R. 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
- Bressani, R., Sanchez-Marroquin, A., Morales, E. 1992. *Chemical composition of grain amaranth cultivars and effects of processing on their nutritional quality*. Foods Reviews International, 8(1), 23-49
- Hernandez Triana, M.2004. *Recomendaciones nutricionales para el ser humano*: Rev Cubana Invest Biomed:23(4):266-92
- Latham, M. C. 2002. *Nutrición humana en el mundo en desarrollo* Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29. Roma
- Marcone, M. F. y Yada, R. 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.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. 1991. *Sensory evaluation techniques*. Cap. CRC Press, Florida , USA10
- Martínez, E. N. y Añón, M. 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.
- Mujica Sánchez A., Izquierdo J. y M. Berti Díaz 1997. *El Cultivo del Amaranto (Amaranthus spp.), Producción, mejoramiento genético y utilización*, Capítulo VII, Nutrición y composición química.
- Salcedo-Chávez, B.; Osuna- Castro J. A.; Guevara- Lara F.; Domínguez- Domínguez J. y Paredes-López O. (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.