

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES DE SECADO EN LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA DE BOCADITOS SALADOS A BASE DE AMARANTO

INFLUENCE OF VARIABLES DRYING IN THE ORGANOLEPTIC QUALITY SALTY SNACKS BASED ON AMARANTH

**Teresa A. Battle¹, Stella M. Zaniolo¹, Jorge L. Leporati¹, María L. Balmaceda¹,
Renata M. Bomben¹, María T. Malka¹**

(1) Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de San Luis,
autopista 55, 5730 Villa Mercedes, San Luis - Argentina
(e-mail: teresamalka@gmail.com)

Recibido: 12/07/2016 - Evaluado: 05/09/2016 - Aceptado: 26/09/2016

RESUMEN

Con el objetivo de disminuir el endurecimiento del producto se estudió la influencia de la temperatura y tiempo del proceso de secado en las propiedades organolépticas de bocaditos salados, nutricionalmente equilibrados, a base de amaranto popeado, expuestos a 100°C-14 minutos, humedad 14,7% base seca y actividad acuosa 0,593. De las curvas experimentales de secado se seleccionaron nuevas condiciones operativas, a humedad constante, resultando: 70°C-17 minutos y 80°C-16 minutos. La influencia de estas variables en el producto se evaluó organolépticamente por una prueba de diferencia con un control midiendo el descriptor dureza como parámetro de calidad, contrastándolo por método instrumental con un texturómetro. No se evidenció diferencia significativa entre las muestras de 100°C-14 minutos y 80°C-16 minutos, pero si para la muestra 70°C-17 minutos. Se concluye que en las condiciones estudiadas las variables temperatura y tiempo influyen en las características organolépticas de los bocaditos.

ABSTRACT

In order to reduce the hardening of the product, the influence of temperature and time of the drying process in the organoleptic properties of snacks salty, nutritionally balanced, based on amaranth popeado, exposed at 100 °C-14 minutes, 14.7% humidity in dry base, water activity of 0,593. From the experimental drying curves were selected new operating conditions, keeping constant humidity, resulting in: 70°C-17 minutes and 80°C-16 minutes. The influence of these variables on the product was evaluated with a difference test with a control by measuring the hardness as quality descriptor parameter, contrasting it with the measured instrumentally with a texturometer. Not evidenced significant differences between samples of 100°C-14 minutes and 80°C-16 minutes, but if for 70°C-17 minutes. It is concluded that in the studied conditions, the temperature and time variables, they influenced the organoleptic characteristics of the snacks.

Palabras clave: amaranto, bocadito salado, temperatura-tiempo, textura, secado.

Keywords: amaranth, salty snack, temperature-time texture, drying.

INTRODUCCIÓN

El amaranto o Kiwicha es una planta originaria de América Central, muy común en la dieta pre-colombina. En las últimas décadas, no sólo se ha cultivado en América Central sino también se expandió por América Latina, Asia, Europa y algunos países de África (Escudero *et al.*, 2004). Actualmente el principal productor de amaranto es China, seguida por India, Perú, México y Estados Unidos.

En Argentina su cultivo se practicaba originalmente en Jujuy (Purmamarca y Humahuaca), Salta (Pampa Grande), Tucumán y Catamarca. En la actualidad la siembra se ha extendido a las provincias de Córdoba y San Luis. Según entrevistas realizadas a productores de la provincia de San Luis el amaranto se siembra desde el año 2008 registrándose un aumento anual de su producción, a principios del 2013 se han cultivado 70 ha y 170 ha en el año 2014. (R. Castillo, entrevista personal, mayo de 2014; N. Centeno, entrevista personal, Marzo de 2013). El amaranto, es considerado por sus propiedades nutricionales, agronómicas e industriales, "el mejor alimento de origen vegetal para el consumo humano", designación otorgada por la Academia Nacional de Ciencias de los EEUU en 1979 y por la Organización Mundial de la Salud.

Con amaranto se preparan atoles, papillas y mazapanes. Estos productos de amaranto se siguen mejorando por combinaciones de harinas, para aportar alimentos de alto contenido nutritivo y gustativo. Su contenido proteico oscila entre 14 y 18%, es de alta calidad por sus aminoácidos esenciales en particular lisina (Betschart *et al.*, 1981; Bressani, 1989). Contiene entre 5 y 8% de aceites con un interesante balance de ácidos grasos, monosaturados y poliinsaturados, considerado además como fuente vegetal rica en escualeno (Becker *et al.*, 1981; Becker, 1989; Khor & Chieng, 1997).

Al grano de amaranto se le pueden aplicar distintos procesos térmicos de los cuales el más utilizado es el proceso de expansión o pochocleado dando un producto que se puede consumir como tal o en la preparación de otros alimentos (Bressani *et al.*, 1987; Bressani, 1989; Breene, 1991; Tovar *et al.*, 1994; Schnetzler & Breene, 1994; Bressani & Estrada 1994). En este sentido, diversos estudios indican que usando amaranto procesado térmicamente se mejora 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). Sobre la base de su poder nutricional se han desarrollado estudios para optimizar las cualidades nutricionales y transformarlo en productos de mayor valor agregado, tales como las barras alimenticias nutricionales, productos especialmente diseñados para contribuir a optimizar el rendimiento físico y proporcionar energía (Couquejnot, 2003). Los cereales precocidos diseñados para ser consumidos en el desayuno son considerados como alimentos funcionales, se encuentran en el mercado un sin número de variedades (Iñárritu & Vega Franco, 2001). Como alternativa de consumo de cereales "listos para comer" nacen las barras.

Los aglutinantes exentos de azúcar sirven como medio de cohesión para la elaboración de productos alimenticios que contienen preferentemente granulados. Además, la aptitud a la gelificación es una propiedad funcional importante de muchas proteínas. Las proteínas de la clara de huevo son con frecuencia consideradas como el mejor agente gelificante o ligante, se produce en una zona de pH de 3 a 11 cuando la concentración proteica es superior a 5%. (Schmidt, 1979). Otra proteína natural pura de origen animal es la gelatina que contiene colágeno, con función gelificante, espesante, formación de espuma, estabilizante, aglutinante de agua, además sin purinas ni grasas (GME, 2012).

La mayoría de los alimentos son susceptibles al deterioro, lo que causa su descomposición en el tiempo e influye en la calidad e inocuidad del mismo, considerando su composición y el proceso al que es sometido (Casp & April, 1999). Las proteínas sufren desnaturalización, modificación de su conformación por diversos factores dentro de los que se encuentra el calor (Belitz & Grosch, 1988; Dondero, 1990). Al aplicar tratamientos térmicos a los alimentos se producen alteraciones químicas de residuos de aminoácidos con formación de nuevos enlaces covalentes intra o intermoleculares. Estos cambios pueden alterar las propiedades nutritivas y funcionales de las proteínas (Phillips & Finley, 1989; Hurrell & Finot, 1985) y dependen de las condiciones de tiempo y temperatura

de los tratamientos aplicados (Fennema, 1985; Chan *et al.*, 1993). Estos cambios pueden variar las propiedades sensoriales del producto.

El secado tiene como propósito reducir el contenido de humedad a los fines de lograr largos períodos de almacenamiento, conservando la calidad sensorial, nutricional e inocuidad del producto. Al mismo tiempo, este proceso puede modificar otras propiedades físicas, químicas y biológicas, tales como la actividad enzimática, actividad microbiana, textura, viscosidad, dureza, aroma, gusto y sabor de los alimentos. Los cambios físicos y químicos durante una operación de secado pueden potenciar ciertas características de los productos, pero también disminuir la cantidad de nutrientes y sus propiedades organolépticas (Barbosa Cánovas & Vega Mercado, 2000). Sin embargo, con un adecuado manejo, estas reacciones y cambios físicos pueden asegurar un alimento con un alto contenido en nutrientes y aumentar significativamente su vida media comercial. A partir de los estudios de secado se busca determinar las condiciones óptimas de tiempo y temperatura para asegurar un producto final de alta calidad nutricional y mejorar las características organolépticas.

Todo alimento es un producto que puede ser considerado como un sistema formado por materia seca, acompañada por cierta cantidad de agua unida a ella. Las fuerzas que ligan el agua a la materia seca son de diversos tipos y dependen de la naturaleza del producto. Una línea muy activa de trabajo entre algunos investigadores es el estudio del efecto de la actividad de agua (a_w) en la textura de los alimentos. Se acepta que se requiere mucha investigación para construir una teoría que permita relacionar y predecir la evolución de la textura de un alimento para distintos valores de esta propiedad (Bourne, 1987). Además del control de los problemas microbiológicos, la teoría de a_w se aplica directamente a muchos problemas industriales como: el desarrollo de productos de humedad intermedia, estabilización de sabor, color y textura.

El análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. Una prueba de diferencia con un control para determinar si existen diferencias entre una o más muestras y estimar el tamaño de las diferencias, puede utilizarse para medir diferencia global, o de un atributo. Esta prueba es útil en situaciones en que la diferencia es detectable y su tamaño puede afectar las decisiones a tomar. Este es el caso de alimentos naturalmente heterogéneos como los bocaditos salados.

La textura es una propiedad sensorial que resulta de un grupo multifacético de componentes físicos (Bourne, 2002), la evaluación de este atributo de calidad ha involucrado frecuentemente a panelistas humanos en un perfil de textura, evaluando características mecánicas, durante el proceso de masticación (Brandt *et al.*, 1963). En el perfil de textura el panel entrenado actúa como un instrumento calibrado que proporciona una descripción reproducible e imparcial de la textura de los productos. Además se determinó que los descriptores sensoriales tales como dureza, cohesividad y fracturabilidad pueden ser predichos usando un ensayo instrumental de un solo ciclo de compresión (Meullenet & Gross, 1999).

El análisis de perfil de textura (TPA) es clave para relacionar la evaluación sensorial con los resultados instrumentales, obtenidos por el uso del texturómetro, aparato ideado para imitar la acción de la masticación humana. Varios autores han estudiado la correlación sensorial con técnicas instrumentales y han mostrado niveles de asociaciones variadas (Piazza & Masi, 1997).

La dureza es un atributo de importancia especialmente en alimentos tratados por técnicas de secado y por su relación con la cohesividad y la elasticidad para productos sólidos y también permite medir el grado de masticabilidad (De Hombre Morgado & Díaz Abreu, 2001)

En este contexto, el presente trabajo tiene por objetivo determinar el efecto de las variables tiempo y temperatura en las características organolépticas de bocaditos salados a partir de determinaciones de dureza, en las condiciones experimentales estudiadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Formulación

Para diseñar los bocaditos se realizó un balance, considerando la composición nutricional teórica de los ingredientes, para obtener un producto nutricionalmente equilibrado, considerando el aporte calórico. Como materias primas para la fase seca se utilizó semillas de *Amaranthus cruentus* variedad Candil de los cultivos de la Universidad Nacional de Río Cuarto y además: arroz inflado, flakes de maíz, salvado de trigo extruido, avena arrollada y sésamo, adquiridos en el mercado local de productos con marcas registradas y certificado de análisis, contemplando parámetros de inocuidad y calidad. Como aglutinantes se utilizó polvos de gelatina y albúmina preparados con agua potable y como saborizantes cloruro de sodio, orégano y albahaca disecada, conteniendo sustancias sápidas y olorosas, además de las propiedades bacteriostáticas (Calucci *et al.*, 2003).

Elaboración del Popeado de Amaranto

La semillas de amaranto se popearon utilizando técnicas por contacto directo, en placa calefactora de acero inoxidable de doble pared a temperaturas entre 87 y 90°C durante 4 segundos, medidas con termómetro infrarrojo digital marca TES-1327 TES electrical electronic Corp. Durante este proceso el almidón se convierte en dextrina, el agua interior se volatiliza aumentando la presión interna hasta que la corteza revienta, resultando un producto de mejores características organolépticas, digestibilidad y sabor agradable a tostado.

Preparación de los bocaditos

Los ingredientes sólidos se pesaron en una Balanza analítica Marca OHAUS- modelo: AR2140. Se preparó la fase húmeda (aglutinante) y se mezcló con la fase seca obteniéndose una masa que se moldeó para formar los bocaditos.

Secado de la formulación

El secado se efectuó a 100°C y tiempos de exposición de 10, 14 y 18 minutos, en una estufa de circulación forzada de aire a 1,4 m/s, con temperatura controlada, modelo ORL-SD-CAF464- serie 160610, sobre bandeja de malla de acero inoxidable.

Diseño de la prueba de aceptabilidad para definir la muestra control

Para seleccionar el tiempo de secado se realizó una evaluación de aceptabilidad mediante un test de ordenamiento de preferencia, empleando un panel de evaluadores no entrenados de 35 personas (Hough *et al.*, 2006). Tres muestras numeradas aleatoriamente se colocaron sobre bandejas con un orden de presentación al azar. Los datos obtenidos se procesaron estadísticamente utilizando el test de Friedman. La fórmula del estadístico de Friedman es la siguiente:

$$F = \frac{12}{N \times k \times (k+1)} \times (R_1^2 + R_2^2 + R_3^2) - 3 \times N \times (k+1) \quad (1)$$

Donde N es el número de evaluadores, k el número de muestras, R1, R2 y R3 la sumatoria de los ordenamientos de cada muestra y F es el estadístico de Friedman. Este test determina si la suma de los ordenamientos totales para cada muestra difiere significativamente. Cuando el F obtenido es mayor que los valores tabulados X^2 (estadístico ji-cuadrado) con k-1 grados de libertad, para determinados N y K, existe diferencia significativa entre las muestras, con un nivel de significancia de 5%. Mediante un ensayo de múltiple comparación se determina qué muestras difieren significativamente, calculando las diferencias de todos los pares de muestras ($|M_u - M_v|$) con los valores obtenidos en la ecuación 2:

$$|M_u - M_v| \geq Z_{\alpha/2} [N k (k+1) / 6]^{1/2} \quad Z(\alpha=0,05) = 1,96 \quad (2)$$

Diseño de las curvas experimentales de secado

Para evaluar la incidencia de las variables del proceso de secado, temperatura y tiempo, en la calidad organoléptica, se realizaron las curvas experimentales de secado: porcentaje de Humedad en base seca vs tiempo y porcentaje de Humedad en base seca vs actividad acuosa, a las temperaturas de 100, 80 y 70°C respectivamente. Las muestras de los bocaditos se prepararon por duplicado y se sometieron a los distintos tiempos de secado programados para el estudio, realizando tres repeticiones para cada tiempo. Para el trazado de los puntos de la gráfica, las muestras fueron retiradas del horno en intervalos de 2 minutos. 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 los bocaditos de cereales a 105 °C durante 2 horas en estufa convencional Serie ST – Modelo SE 43T.

Estudio organoléptico e instrumental de la incidencia de las variables temperatura y tiempo en la textura.

Se secaron muestras a nuevas condiciones de temperatura y tiempo, manteniendo constante la humedad en base seca. Estas fueron sometidas a un test sensorial "Prueba de diferencia con un control", en base al descriptor dureza, considerando que el proceso de secado de los alimentos generalmente provoca endurecimiento de los mismos (Barbosa Cánovas & Vega Mercado, 2000).

La tarea del evaluador consistió en medir la diferencia entre una muestra control y una o más muestras problema. Entre estas se incluyó un control codificado (testigo ciego). Las muestras se presentaron sobre placas porta muestra formando los siguientes pares: control vs prototipo (CF), control vs prototipo (CN) y control vs control (testigo ciego) (CC) (Hough *et al.*, 2006). Participaron 38 evaluadores no entrenados. Las muestras se dispusieron en seis ordenamientos posibles, se presentaron en forma balanceada, empleando una escala numérica estructurada para obtener una evaluación cuantitativa. Los resultados se estudiaron estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA). Los resultados obtenidos sensorialmente se contrastaron instrumentalmente utilizando un Texturómetro Brookfield. Los bocaditos se consideraron cilindros de 40 mm de diámetro por 10 mm de alto y se definieron los parámetros: carga de activación, velocidad del test, sonda y cantidad de ciclos, para aplicar el test de Perfil de Textura Instrumental (TPA). Cada medida se evaluó sobre 35 muestras. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante software R 3.0.3 (versión libre).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la prueba de aceptabilidad

El resultado de la evaluación de tres muestras, realizada por 35 catadores no entrenados con un nivel de significancia de 0,05 arrojó un estadístico X^2 igual a 5,99 y un estadístico de Friedman $F = 10,342$. Como $F > X^2$ existe diferencia significativa entre las muestras testeadas, entonces se llevó a cabo un ensayo de múltiple comparación para determinar qué muestras difieren significativamente. En la Tabla 1 se muestran las sumatorias de los ordenamientos, y aplicando la ecuación (2) para un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0,05$) y $z = 1,96$, resulta $|M_u - M_v| \geq 16,38$

Tabla 1: Sumatoria de los ordenamientos

Evaluadores N=35	Muestra A (18 min.)	Muestra B (14 min.)	Muestra C (10 min.)
TOTAL	R1= 66	R2=85	R3=58

De la evaluación sensorial se observó diferencia significativa para la muestra B, preferida para la población ensayada, con respecto a las muestras A y C. Por lo tanto, se puede decir que la temperatura de secado afecta

las características sensoriales de este producto, como muestran los resultados de la comparación múltiple en la Tabla 2.

Tabla 2: Ordenamiento de las tres muestras

Muestra	Totales
A	66 ^a
B	85 ^b
C	58 ^a

Los mejores atributos organolépticos resultaron exponiendo los bocaditos a 100°C durante 14 min con una humedad en base seca de 14,07% y actividad acuosa de 0,593, lo que garantiza la preservación del producto en ausencia de mohos, levaduras y bacterias (Scott, 1953; Scott, 1957). El producto obtenido presentó buen aspecto con color pardo claro, aroma agradable característico del amaranto tostado, textura crocante y poco desgranamiento. La evaluación sensorial mostró alta aceptación de los bocaditos.

Resultados curvas de secado

Las curvas de secado obtenidas a partir de las experiencias se muestran en la Fig. 1

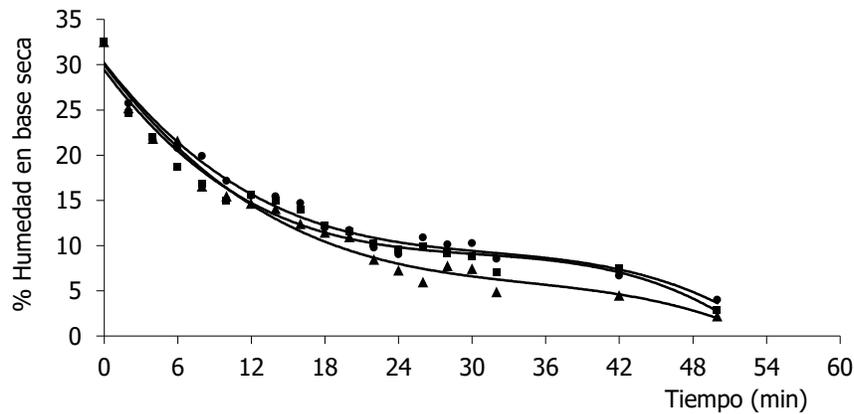


Fig. 1 Curvas experimentales de secado de los bocaditos salados a 70 (●), 80 (■) y 100 °C (▲), con circulación de aire a una velocidad de 1,4 m/s.

A partir de las gráficas de secado se seleccionaron los nuevos parámetros mostrados en la Tabla 3

Tabla 3: Correspondencia de las variables Temperatura y Tiempo a Humedad constante

Humedad en base seca %	Temperaturas de Isotermas (°C)	Tiempo de exposición de secado (min)	Actividad de agua (aw)
14,07	100	14	0,592
14,07	80	16	0,634
14,07	70	17	0,680

Incidencia de las variables de proceso de secado (temperatura-tiempo) en la textura: test sensorial

Los resultados cuantificados de la escala numérica estructurada del test sensorial para el atributo dureza en la "Prueba de diferencia con un control", para los bocaditos secados a 70, 80 y 100 °C durante 17, 16 y 14 minutos respectivamente, fueron analizados estadísticamente como se observa en la Tabla 4, que permite determinar si hay diferencia entre las muestras

Tabla 4: Análisis de varianza

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Evaluadores	87,75	37	2,37	1,10	0,35	1,57
Muestra	19,58	2	9,79	4,55	0,01	3,12
Error	159,09	74	2,15			
Total	266,42	113				

El valor de Probabilidad o p-valor = 0,01 para la muestra, indica que existen diferencias significativas entre las mismas (p-valor < 0,05). Para aplicar el método de comparación múltiple, se calculó el estadístico LSD de Fisher de la mínima diferencia significativa para un nivel de significancia del 5% arrojando un valor de 0,67. Esto significa que los valores de diferencia Medias menores a 0,67 no presentan diferencias significativas entre muestras, dichos resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5: Medias o promedios sensoriales de diferencia de dureza de dos prototipos

Muestras	Medias	Separación de Medias	Temperatura de secado (°C)
Testigo ciego (T)	3,1	a	100
Prototipo F	3,3	a	80
Prototipo N	4,1	b	70

Letras diferentes a, b: indican medias o promedios diferentes (p<0,05)

Esto indica que los evaluadores no distinguieron entre las muestras secadas a 100 y 80 °C, pero si detectaron diferencia entre las secadas a 70°C.

Incidencia de las variables del proceso de secado (temperatura-tiempo) en la textura: test instrumental

La evaluación instrumental de 35 muestras arrojó un informe estadístico ANOVA para textura a los distintos niveles de temperatura a las que fueron sometidos los bocaditos de cereales, indicando que hubo diferencias significativas entre las medias de las temperaturas (p-valor< 0,05). Como los valores mostraron diferencia significativa entre las muestras, entonces se aplicó la prueba de Tukey para determinar en qué niveles de temperatura se presentó la diferencia, infiriendo que entre las muestras de 100 y 80 °C no hay diferencia significativa, pero no sucede lo mismo con la muestra de 70 °C donde se observó diferencias significativas entre los pares: 100-70 °C y 80-70 °C.

Los resultados arrojados por el test sensorial y el test de textura medido instrumentalmente fueron coincidentes. Para las muestras de 100°C-14 minutos y 80°C-16 minutos no hubo diferencia significativa, pero no sucedió lo mismo con la muestra de 70°C-17 minutos donde si hubo diferencia significativa en el descriptor dureza con respecto a los pares anteriores. Los bocaditos salados, como otros alimentos crujientes, son productos donde la textura puede ser un factor crítico en la calidad global (De Hombre Morgado & Díaz Abreu, 2001), teniendo importancia relevante el descriptor dureza.

Szczesniak y Kahn (1971), realizaron entrevistas con adultos en Estados Unidos, llegando a la conclusión de que cuando la textura está bien el consumidor no le presta atención, pero si la textura no es la adecuada la queja es inmediata. Algunos investigadores estudiaron el efecto de la aw sobre la crocancia de cereales para el desayuno, encontrando una leve disminución para éste descriptor medido sensorialmente para una aw comprendida aproximadamente entre 0 y 0,50, a valores mayores se observó rápido descenso de crocancia (Katz & Labuza, 1981; Sauvageot & Blond, 1991; Peleg, 1994; Hough *et al.*, 2001). Dado que las aw de los bocaditos salados resultaron de 0,593 (100°C-14min.), 0,578 (80°-16 min.) y 0,678 (79°-17 min) se vio la importancia de medir el descriptor dureza, como indicador de calidad de los mismos. Además, considerando que la temperatura óptima de conversión de agua ligada en agua libre es de 70°C (Demonte, 1995), puede inferirse que dicho resultado coincide con un producto cuya proteína se ha desnaturalizado, lo que produce un decrecimiento en la capacidad de retención de agua, indicador de cambios en la estructura de las proteínas (Betschart, 1981).

CONCLUSIÓN

En las condiciones seleccionadas para el estudio, se adoptó como criterio mantener constante la humedad de los bocaditos, la actividad acuosa alcanzada varió con las condiciones de secado, modificándose también la dureza, esto indica que uno de los parámetros que tiene influencia sobre la textura del producto es la actividad acuosa. Desde el análisis estadístico de los resultados, no se evidenció diferencia significativa entre el producto seleccionado en la prueba de aceptabilidad secado a 100°C-14 minutos, y la muestra a 80°C-16 minutos, pero si para la expuesta a 70°C-17 minutos, por lo que se concluye que en las condiciones estudiadas las variables temperatura y tiempo influyen en las características organolépticas de los bocaditos. Probablemente este comportamiento se debe a la desnaturalización de la proteína acompañada de una reducción en la retención de agua cuando las muestras son secadas a 70°C, temperatura a la cual corresponde mayor tiempo de exposición para alcanzar el mismo contenido de humedad, aspecto importante de calidad al seleccionar las variables de proceso.

REFERENCIAS

1. Barbosa Cánovas, G. & Vega Mercado, H. (2000). *Deshidratación de alimentos*. Traducido por Alberto Ibarz Ribas. Zaragoza, España: Acribia Editorial, 297p. ISBN: 9788420009186
2. Becker, R., Wheeler, E.L., Lorenz, K., Stafford, A.E., Grosjean, O.K., Bestchar, A.A. et al. (1981). A compositional study of amaranth grain. *Journal Food Science*, 46, 1175-1180.
3. Becker, R. (1989). Preparation, composition and nutritional implications of amaranth seed oil. *Cereal Foods World*, 34, 950-953.
4. Belitz, H.D. & Grosch, W. (1988). *Química de los Alimentos*. 2da ed. Zaragoza, España: Acribia Editorial. pp. 19-20, 233.
5. Betschart, A.A., Irving, D.W., Shepherd, A.D. & Saunders, R.M. (1981). *Amaranthus cruentus*: milling characteristics, distribution of nutrients within seed components and effect of temperature on nutritional quality. *J. Food Sci*, 46, 1181-1187
6. Bourne, M.C. (1987). *Effects of water activity on textural properties of food*. In *Water activity: theory and applications to food*. (Editores L.B. Rockland y L.R. Beauchat), New York: Marcel Dekker. pp75-97. ISBN:0-8247-7759-x
7. Bourne, M.C. (2002). *Body-texture interactions, en Food texture and viscosity: Concept and Measurement*. 2º ed. New York: Academic Press. pp 33-57. ISBN: 978-0-12-119062-0

8. Brandt, M., Skinner, E. & Coleman, J. (1963). Texture profile method. *Journal Food Science*, 28, 404-409.
9. Breene, W.M. (1991). Food uses of grain amaranth. *Cereal Foods World*, 36, 426-430.
10. Bressani, R., Kolinowxki, L.S., Ortiz, M.A. & Elías, L.G. (1987). Nutritional evaluation of toasted, flaked and popped *A. caudatus*. *Arch. Lat. Amer. Nutr.*, 37, 525-531.
11. Bressani, R. (1989). The proteins of grain amaranth. *Food Rev. Intl.*, 5, 13-38.
12. Bressani, R., Sánchez Marroquín, A. & Morales, E. (1992). Chemical composition of grain amaranth cultivars and effects of processing their nutritional quality. *Food Rev. International*, 8 (1), 23-49
13. Bressani, R. & Estrada, L. (1994). Effect of lime cooking of grain amaranth on selected chemical components and on its protein quality. *J. Agrc. and Food Chem*, 42, 1998-2001.
14. Calucci, L., Pinzino, C., Zandomenighi, M., Capocchi, A., Ghiringhelli, S., Saviozzi, F., *et al.* (2003). Effects of γ -irradiation on the free radical and antioxidant contents in nine aromatic herbs and spices. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 927-934.
15. Casp, A. & April, J. (1999). *Procesos de conservación de alimentos*. Madrid: Mundi-Prensa. pp 121-124.
16. Chan, J.K., Gill, T.A. & Paulson, A.T. (1993). Thermal aggregation of myosin subfragments from cod and herring. *J. Food Sci.*, 58 (5), 1057-1061.
17. Couquejnot, M. (2003). Barritas Nutricionales. Disponible en http://www.jumbo.com.ar/jumbomas/nutricionista_s.jsp Consultado el 12 de diciembre de 2014.
18. De Hombre Morgado, R. & Díaz Abreu, J. (2001). *Textura de sólidos y semisólidos*. En Albarado, J. y Aguilera, J. (eds.). Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. (pp. 109-130). Ed. Acribia, S.A.
19. Demonte, P. (1995). *Evaluación sensorial de la textura y búsqueda de correlaciones con medidas instrumentales*. En: Seminario de Textura y Reología de los Alimentos. Cali, Colombia. Memorias. Cali: Universidad del Valle. pp. 8-20.
20. Dondero, M. (1990). *Bioquímica y tecnología de la aplicación del frío en alimentos*. Valparaíso, Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso. pp 37-38, 41-43.
21. Escudero, N.L., Arellano, M.L., Luco, J.M., Giménez, M.S. & Mucciarelli, S.I. (2004). Comparison of the chemical composition and nutritional value of *Amaranth cruentus* flour and its protein concentrate. *Plant Food for Human Nutrition*, 59, 15-21.
22. Fennema, O.R. (1985). *Food Chemistry*. 2th U.S.A: Marcel Dekker.; pp 246, 343-345, 854.
23. GME (2012). Asociación Europea de Fabricantes de Gelatina. La gelatina. Consultado en www.getatine.org. 22 noviembre 2014.
24. Hough, G., Buera, M., Chirife, J. & Moro, O. (2001). Sensory texture of commercial biscuits as a function of water activity. *J. Texture Stud.*, 32, 57-74.

25. Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., Chambers IV, E., Méndez Gallardo, I. & Alves, L.R. (2006). Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, 17(6), 522-526.
26. Hurrell, R.F. & Finot, P.A. (1985). *Effect of Food Processing on Protein Digestibility and Aminoacid Availability*. En "Digestibility and Aminoacid Availability in Cereals and Oilseeds. J.W. Finley y D.T. Hopkins (ed). A.A.C.C. Minnesota USA.
27. Iñárritu, M.C. & Vega Franco, L. (2001). Las barras de cereales como alimento funcional en los niños. México. *Rev. Mexicana de Pediatría*, 68(1), 8-12
28. Katz, E. & Labuza, T. (1981). Effect of water Activity on the sensory crispness and mechanical deformation of Snack Food Products. *J. Food Science*, 46(2), 403-409
29. Khor, H.T. & Chieng, D.Y. (1997). Lipidaemic effect of tocotrienols, tocopherols and squalene: studies in the hamster. *Asia Pacific J. Clin. Nutr.* 6(1), 36-40.
30. Meullenet, J. & Gross, J. (1999). Instrumental single and double compression tests to predict sensory texture characteristics of food. *J. Texture stud.* 30, 167-180.
31. Peleg, M. (1994). A mathematical model of crunchiness/crispness loss in breakfast cereals. *J. Texture Stud.* 25, 403-410
32. Phillips, R.D. & Finley, J.W. (1989). *Protein quality and the effects of processing*. Marcel Dekker, Inc, U.S.A. pp 1-7, 125-143.
33. Piazza, L. & Massi, P. (1997). Development of crispiness in cookies during baking in an industrial oven. *Cereal Chem.* 74, 135-140.
34. Sauvageot, F. & Blond, G. (1991). Effect of water activity on crispiness on breakfast cereals. *J. Texture Stud.*, 22, 423-442.
35. Schmidt, R.H. (1979). *Gelation and coagulation*. En A Pour-El, ed., *Functionality and Protein structure*. Am. Chem. Soc., Washington, D.C, pp 131-147.
36. Schnetzler, K.A. & Breene, W.M. (1994). *Food uses and amaranth product research: a comprehensive review*. In Paredes López, O. (ed), *Amaranth: biology, chemistry and technology* CRC Press Inc. Boca Raton, Florida. pp 155-184
37. Scott. W.J. (1953). Water relations of staphylococcus aureus at 30°C. *Aust. J. Biol. Sci.*, 6, 549-556
38. Scott. W.J. (1957). Water relations of food spoilage microorganisms. *Adv. Food. Res.*, 7, 83-127
39. Szczesniak, A.S. & Kahn, E. (1971). Consumer awareness of and attitudes to food texture. I. Adults. *J. Texture Stud.* 2, 280-295.
40. Tovar, L.R., Valdibia, M.A. & Brite, E. (1994). *Popping amaranth grain state of the art*. In Paredes-López, O. (ed) *Amaranth: biology, chemistry and technology*. CRC Press Inc. pp 143-154