

## Almacenamiento y uso de antioxidantes en barras de cereales y maní

Ana María Estévez, Berta Escobar A., Andrés Tepper L., Elena Castillo V.

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile

**RESUMEN.** La utilización de materias grasas en las barras de cereales les da un adecuado valor energético pero también las expone al desarrollo de rancidez oxidativa, la cual puede afectar su aceptabilidad y calidad nutricional. De acuerdo a esto, el objetivo del presente trabajo fue: determinar la estabilidad en almacenamiento y el efecto de antioxidantes en tres tipos de barras de cereales y maní. Para ello se elaboraron barras de cereales con 18% de maní, con y sin antioxidantes (BHA+BHT; 100 ppm). Las barras se envasaron en bolsas de polipropileno -aluminio- polietileno y se almacenaron por 90 días a temperatura ambiente (18-20°C). Cada 30 días se realizaron análisis de: Actividad de agua (Aw); Humedad; Índice de peróxido y Evaluación sensorial para determinar su calidad (aroma, sabor y apariencia) y aceptabilidad. El contenido de humedad fue similar en todas las barras (7,6-9,5%) en tanto que Aw fue superior en las barras con amaranto dilatado y antioxidante. El índice de peróxidos a los 60 días de almacenamiento fue menor para las barras con antioxidantes, presentando diferencias significativas solo la barra con amaranto dilatado (16,4 meq/kg para la barra con antioxidante y 25,7 meq/kg para la barra testigo). En cuanto a la calidad sensorial los valores de los tres parámetros se mantuvieron dentro de los rangos normales, sin diferencias entre las barras testigo y las barras con antioxidante y sin variaciones durante el período de almacenamiento. La vida útil de las barras CM<sub>1</sub> y CM<sub>2</sub> es al menos de 60 días cuando son conservadas a 18-20°C.

**Palabras clave:** Antioxidantes, cereales, maní, vida útil.

**SUMMARY.** Storage and use of antioxidants in cereal and peanut bars. The use of fatty materials in cereal bars gives them a good energetic value; however they are exposed to oxidative rancidity which can affect their acceptability and nutritional value. So, the purpose of this research was to determine the stability in storage and the effect of antioxidants on three types of cereal bars with peanuts. Cereal bars with 18% of peanuts were prepared, with and without antioxidants (BHA+BHT; 100 ppm). Bars were packed in polypropylene -aluminium- polyethylene bags, and were stored at room temperature (18-20°C) for 90 days. Each 30 days, analysis of water activity (Aw); moisture content, peroxides index, sensory quality (flavor, aroma and appearance) and acceptability, were carried out. Moisture content was similar in all bars (7.6-9.6%) and Aw was higher in the bar which contained expanded amaranthus and antioxidant. At the 60th day of storage, the peroxide values were lower in the bars with antioxidants; only the bar which included expanded amaranthus showed significant differences (16.4 meq/kg in the bar with antioxidant and 25.7 meq/kg for the control bar). The sensory parameters were kept within normal status without differences between the bars with antioxidants and the control ones, along all the storage period. Shelf life of bars CM<sub>1</sub> and CM<sub>2</sub> was at least of 60 days when they are kept at 18-20°C.

**Key words:** Antioxidants, cereals, peanut, shelf-life.

### INTRODUCCION

La perecibilidad de la semilla de maní es un factor limitante para su utilización en alimentos ya que su alto contenido de aceite la hace propensa al deterioro oxidativo e hidrolítico. Por ello, los alimentos que contienen altas proporciones de maní, especialmente tostado, deben incluir compuestos protectores (1).

Según Masson y Mella (2) el aceite de maní tiene una alta proporción de ácidos grasos insaturados (77,4%), lo que lo hace muy inestable. El principal origen de la oxidación de los lípidos es la acción directa del oxígeno sobre los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados, con la consecuente producción de hidroperóxidos y radicales libres, los que se autopropagan en reacciones en cadena; cuando se agotan los radicales libres se detiene la producción de hidroperóxidos y

estos reaccionan entre si formando compuestos carbonilos estables (3). La oxidación de los lípidos es una de las principales causas de deterioro de los alimentos dando lugar a la aparición de olores y sabores desagradables, disminuyendo la calidad nutritiva; además, algunos productos de oxidación son potencialmente tóxicos (3,4).

La estabilidad durante el almacenamiento de los alimentos depende además de la humedad que estos tengan, de su actividad de agua (Aw), ya que el agua presente determina frecuentemente reacciones de deterioro que modifican la calidad final del alimento (5).

La utilización de antioxidantes retarda el desarrollo de rancidez oxidativa. El BHA (Butilhidroxianisol) es efectivo en controlar la oxidación de ácidos grasos de cadena corta. Cuando se usa en conjunto con BHT (Butilhidroxitolueno) se obtiene un efecto sinérgico; la oxidación de productos elabo-

rados con nueces y almendras tienen una buena respuesta a esta combinación de antioxidantes. El TBHQ (Terbutilhidroquinona) es una buena protección para aceites sometidos a tratamientos térmicos, frente a la oxidación de estos. El FDA (Food and Drug Administration) permite que el TBHQ se use solo o combinado con BHA o BHT en una dosis máxima de 200 ppm respecto al contenido de aceite del alimento (6,7).

La mayoría de los "snacks" se envasan individualmente en materiales flexibles, que cumplen al menos con las siguientes características: protección contra el daño provocado por la luz; reducción del nivel de oxígeno en el interior del envase; reducción en la transferencia de humedad y protección contra insectos (8).

El polipropileno y el aluminio tienen buenas propiedades de barrera a la humedad, al oxígeno y grasas y son resistentes a la mayoría de los ácidos y bases (9).

## MATERIAL Y METODOS

### Elaboración de las barras

Se elaboraron 3 tipos de barras con una mezcla de cereales y maní, CM<sub>1</sub>; CM<sub>2</sub> y CM<sub>3</sub> según Escobar et al. (10) y Escobar et al. (11). La barra CM<sub>2</sub> contenía además amaranto tostado (6%) y la barra CM<sub>3</sub> contenía 12% de amaranto dilatado; como material aglutinante de las barras se utilizó una mezcla de edulcorantes naturales (miel de abeja, miel de palma y jarabe de azúcar rubia), de materias grasas (aceite de girasol, lecitina y glicerina) y agua. La composición química proximal de las barras se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1  
Composición química de barras cereal-maní (g/100g)

	CM <sub>1</sub>	CM <sub>2</sub>	CM <sub>3</sub>
Humedad	7,64	9,78	10,02
Proteínas	14,23	11,60	9,97
Fibra cruda	1,60	2,27	1,09
Extracto etéreo	17,77	19,26	23,92
Cenizas	1,95	1,93	1,63
ENN*	56,81	54,45	53,37
Calorías**(cal/100g)	444,1	437,5	468,6

\*Extracto no nitrogenado (por diferencia)

\*\*Por coeficiente de Atwater

A las barras se les agregó antioxidantes en las mismas proporciones a cada una de ellas. El TBHQ se aplicó al aceite de girasol antes de preparar las barras en la proporción de 10 ppm, el BHA y BHT se mezcló en cantidades iguales y se aplicó 50 ppm de mezcla a los cereales antes de elaborar las barras y 50 ppm al envase de acuerdo a las recomendaciones técnicas del fabricante (7). Se denominó CM<sub>1</sub>, CM<sub>2</sub> y CM<sub>3</sub> a las barras sin antioxidantes y CM<sub>1A</sub>, CM<sub>2A</sub> y CM<sub>3A</sub> a las

barras con antioxidante.

Las barras se secaron a 120°C por 30 min, se envasaron en bolsas trilaminadas de polipropileno (25 u) -aluminio (9 u)- polietileno (70 u) de 5 por 12 cm y se sellaron térmicamente con la menor cantidad de aire en su interior; cada envase contenía 2 barras de 30 g cada una. El envase trilaminado presenta las siguientes características: permeabilidad al vapor de agua, 1,82 g/m<sup>2</sup> en 24 horas, a 37,8°C y 90% de humedad relativa; y al oxígeno, 0,01 cc/m<sup>2</sup> en 24 horas a 23°C y 0% de humedad relativa (12).

El almacenamiento duró 90 días en las condiciones ambientales promedio de los meses de verano en Santiago (Chile) que corresponden a una temperatura de 18-20°C y humedad relativa de 58-60%.

### Análisis durante el almacenamiento

Cada 30 días, a las barras con y sin antioxidantes se les midió humedad según AOAC (13); índice de peróxidos (14), actividad de agua (Aw) en determinador Lufft modelo 5308 a 20°C; calidad sensorial, aroma, sabor y apariencia, por el método de Scoring; al inicio del almacenamiento se midió la aceptabilidad de las barras utilizando escala Hedónica (1 a 9 puntos) (15).

Se utilizó un diseño factorial de 3x2x4 (tipo de barra x antioxidante x fecha de análisis); cada tratamiento se elaboró con cuatro repeticiones. A los resultados se les aplicó un análisis de varianza y un test de Tuckey con un nivel de significancia de un 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Humedad y actividad de agua

En la Tabla 2 se presenta la evolución del contenido de humedad de las barras. Se puede observar que solo la barra CM<sub>1A</sub> tuvo una disminución significativa en el tiempo. En general, todas las barras presentaron una leve disminución de humedad no significativa, manteniendo su contenido bajo 9,5% durante los 90 días, no observándose diferencias entre las barras con y sin antioxidante. El uso del envase de polipropileno -aluminio- polietileno de baja permeabilidad al vapor de agua evita las pérdidas o ganancias significativas de humedad durante el almacenamiento garantizado, de acuerdo a Labuza y Contreras -Medellin (16) una estabilidad química, microbiológica y física del producto.

La actividad de agua (Aw) de todas las barras presentó una evolución semejante a la humedad durante el tiempo de almacenamiento, excepto en la barra CM<sub>3</sub> y CM<sub>3A</sub> en las que se observa un aumento significativo de la Aw a partir del día 30; en casi todos los casos en las barras sin antioxidante se observó una Aw significativamente menor (Tabla 3). Esto puede deberse a que el etanol utilizado como disolvente de los antioxidantes por tener una mayor fugacidad pudo influir en la presión de vapor del alimento, lo que afectó la lectura de la Aw (17).

TABLA 2  
Humedad en las barras de cereal-maní almacenadas

Barras	Días			
	1	30	60	90
CM <sub>1</sub>	8,41Aa <sup>1</sup>	7,69Aa	7,66Aa	7,96Aa
CM <sub>1</sub> A	8,43Aa	7,63Aab	7,63Aab	7,52Ab
CM <sub>2</sub>	8,84Aa	8,24Aa	9,05Aa	8,45Aa
CM <sub>2</sub> A	9,44Aa	9,10Ba	9,35Aa	8,80Aa
CM <sub>3</sub>	8,52Aa	9,17Aa	9,17Aa	8,64Aa
CM <sub>3</sub> A	9,50Ba	9,52Aa	9,03Aa	9,08Aa

1: Letras diferentes indican diferencias significativas con error de 5% (las letras mayúsculas comparan verticalmente cada barra testigo con su tratamiento, las letras minúsculas comparan horizontalmente cada barra)

TABLA 3  
Actividad de agua (Aw) en las barras almacenadas

Barras	Días			
	1	30	60	90
CM <sub>1</sub>	0,685Aa <sup>1</sup>	0,709Aa	0,709Aa	0,718Aa
CM <sub>1</sub> A	0,729Ba	0,743Aa	0,725Aa	0,725Aa
CM <sub>2</sub>	0,695Aa	0,687Aa	0,719Aa	0,696Aa
CM <sub>2</sub> A	0,867Ba	0,835Ba	0,825Ba	0,819Ba
CM <sub>3</sub>	0,661Aa	0,698Aab	0,719Ab	0,701Aab
CM <sub>3</sub> A	0,858Ba	0,787Bb	0,806Bab	0,771Bb

1: Letras diferentes indican diferencias significativas con error de 5% (las letras mayúsculas comparan verticalmente cada barra testigo con su tratamiento, las letras minúsculas comparan horizontalmente cada barra)

La Aw de todas las barras está dentro de los límites de seguridad para el crecimiento de hongos micotóxicos y de bacterias patógenas; sin embargo una menor Aw daría una mayor seguridad y posiblemente mejores características organolépticas (18).

#### Índice de peróxidos

Como se puede apreciar en la Tabla 4, el índice de peróxidos de la barra CM<sub>1</sub> aumentó significativamente a partir del día 30. En general, no se detectaron diferencias entre las barras con y sin antioxidante, excepto en las barras CM<sub>2</sub> y CM<sub>2</sub>A a los 30 días y en las barras CM<sub>3</sub> y CM<sub>3</sub>A a los 60 días. Las barras sin antioxidantes presentaron hasta los 60 días un aumento más rápido y mayor de peróxidos, en tanto que las barras con antioxidantes tuvieron un aumento menor y más lento.

TABLA 4  
Índice de peróxidos en las barras almacenadas (meq/kg de aceite)

Barras	Días			
	1	30	60	90
CM <sub>1</sub>	9,49Aa <sup>1</sup>	13,90Aab	16,87Ab	11,42Aab
CM <sub>1</sub> A	10,40Aa	12,45Aa	12,62Aa	10,82Aa
CM <sub>2</sub>	10,39Aa	14,10Aa	15,32Aa	12,20Aa
CM <sub>2</sub> A	98,91Aa	9,95Ba	13,52Aa	8,21Aa
CM <sub>3</sub>	10,45Aa	13,01Aa	25,68Ab	12,03Aa
CM <sub>3</sub> A	10,24Aa	10,13Aa	16,35Bb	10,22Aa

1: Letras diferentes indican diferencias significativas con error de 5% (las letras mayúsculas comparan verticalmente cada barra testigo con un tratamiento, las letras minúsculas comparan horizontalmente cada barra)

En todas las barras se observó una disminución del valor de peróxidos a partir de los 60 días; situación que también se desarrolló en barras de cereal-nuez y en barras con amaranto dilatado (11,19). Esto puede deberse al agotamiento del oxígeno dentro del envase, a la disminución de los radicales libres y la transformación de los hidroperóxidos en compuestos estables. De acuerdo a lo señalado por Anderson et al. (20) los productos a base de cereales con un índice de peróxido inferior a 20 meq/kg, no presentan rancidez oxidativa perceptible, situación que se observa en todas las barras después de 60 días de almacenamiento.

#### Características sensoriales de las barras

En la Tabla 5 se presentan los puntajes obtenidos por las barras en cuanto a su aroma. Como puede observarse no existieron diferencias entre las barras con y sin antioxidante ni durante el período de almacenamiento; estos resultados concuerdan con lo obtenido a través del índice de peróxidos de las barras. En general las barras tuvieron un aroma calificado como normal.

TABLA 5  
Aroma de las barras en almacenamiento\*

Barras	Días			
	1	30	60	90
CM <sub>1</sub>	5,66Aa <sup>1</sup>	4,83Aa	4,83Aa	4,91Aa
CM <sub>1</sub> A	5,00Aa	4,75Aa	4,50Aa	4,75Aa
CM <sub>2</sub>	5,66Aa	4,50Aa	4,58Aa	4,91Aa
CM <sub>2</sub> A	4,50Aa	4,08Aa	4,66Aa	4,66Aa
CM <sub>3</sub>	4,83Aa	4,33Aa	4,16Aa	4,66Aa
CM <sub>3</sub> A	5,08Aa	4,08Aa	4,50Aa	4,41Aa

\* Por evaluación sensorial.

1: Letras diferentes indican diferencias significativas con error de 5% (las letras mayúsculas comparan verticalmente cada barra testigo con un tratamiento, las letras minúsculas comparan horizontalmente cada barra)

Como se puede observar en la Tabla 6 no se detectaron diferencias en cuanto a sabor en ningún tratamiento y en ninguna fecha de análisis calificándose siempre como sabor "normal".

TABLA 6  
Sabor de las barras en almacenamiento\*

Barras	Días			
	1	30	60	90
CM <sub>1</sub>	5,75Aa <sup>1</sup>	4,75Aa	5,08Aa	5,08Aa
CM <sub>1A</sub>	5,33Aa	4,75Aa	5,16Aa	5,16Aa
CM <sub>2</sub>	5,08Aa	5,00Aa	5,00Aa	4,75Aa
CM <sub>2A</sub>	4,75Aa	4,91Aa	5,25Aa	5,41Aa
CM <sub>3</sub>	4,16Aa	3,91Aa	4,66Aa	4,50Aa
CM <sub>3A</sub>	4,66Aa	4,00Aa	5,00Aa	4,66Aa

\* Por evaluación sensorial.

1: Letras diferentes indican diferencias significativas con error de 5% (las letras mayúsculas comparan verticalmente cada barra testigo con un tratamiento, las letras minúsculas comparan horizontalmente cada barra)

La apariencia de las barras fue calificada como "buena" (Tabla 7), no encontrándose diferencias en las barras con y sin antioxidante ni durante el almacenamiento.

TABLA 7  
Apariencia de las barras en almacenamiento\*

Barras	Días			
	1	30	60	90
CM <sub>1</sub>	6,41Aa <sup>1</sup>	6,50Aa	6,58Aa	6,75Aa
CM <sub>1A</sub>	6,66Aa	6,33Aa	6,58Aa	6,50Aa
CM <sub>2</sub>	6,33Aa	6,16Aa	6,58Aa	6,25Aa
CM <sub>2A</sub>	5,91Aa	5,83Aa	6,50Aa	6,08Aa
CM <sub>3</sub>	5,66Aa	4,91Aa	5,83Aa	4,91Aa
CM <sub>3A</sub>	5,66Aa	5,16Aa	6,00Aa	5,25Aa

\* Por evaluación sensorial.

1: Letras diferentes indican diferencias significativas con error de 5% (las letras mayúsculas comparan verticalmente cada barra testigo con un tratamiento, las letras minúsculas comparan horizontalmente cada barra)

La aceptabilidad de las barras fue calificada con notas entre 5,5 y 7,1 lo que de acuerdo a las pautas utilizadas corresponde a "me gusta algo" a "me gusta medianamente", no se apreciaron diferencias entre los diferentes tipos de barras.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que:

- Desde el punto de vista de desarrollo de peróxidos la vida útil de las barras CM<sub>1</sub> y CM<sub>2</sub> es al menos de 60 días, cuando son conservadas a 18-20°C y en envases trilaminados de polipropileno-aluminio-polietileno. Sin embargo, la barra CM<sub>3</sub> en el mismo período presentó niveles de peróxidos excesivamente altos.
- El uso de antioxidantes permite mantener el desarrollo de peróxidos de todas las barras dentro de los niveles apropiados para productos con cereales.
- Las características organolépticas de todas las barras se mantuvieron sin variaciones durante todo el período de almacenamiento, no detectándose diferencias por el uso de antioxidantes.

Investigación financiada por el proyecto FONDECYT 989/90 y proyecto DTI A-3031.

## REFERENCIAS

1. Shewfelt AL, and Young CT. Storage stability of peanut-based foods: A review. *J Food Sci.* 1977; 42(5):1148-1152.
2. Masson L, y Mella MA. Materias grasas de consumo habitual y potencial en Chile. Composición en ácidos grasos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago-Chile. 1985; 31p.
3. Badui S. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra. México. 1984; 430p.
4. Fennema O. Química de los Alimentos. Ed. Acirbia S.A. 1989; 1095p.
5. Chirife J. El agua y sus interrelaciones con los constituyentes de los alimentos. *Información Técnica.* 1986; 11(2):35-45.
6. Dziezak JD. Preservatives: Antioxidants. The ultimate answer to oxidation. *Food Tech.* 1986; 40(9):94-102.
7. Kodak. Tenox. Food-Grade Antioxidants. Publication N° ZG-1091. 1989; 25p.
8. Matz SA. *Snack Food Technology.* 2nd. ed. Ed. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. 1984; 415p.
9. Yam KL, Paik JS and Lai CC. Packaging: 1978-1982. In: Hui, H. (Ed) *Encyclopedia of Food Science and Technology.* Ed. Wiley-Interscience Publication, Washington D.C. Vol. 4, 1992; 2972p.
10. Escobar B, Estévez AM, Vásquez M, Castillo E, Araya E. Aporte calórico-proteico de barras tipo snacks elaborados con cereales y maní. *Alimentos.* 1992; 17(3):5-10.
11. Escobar B, Estévez AM, Vásquez M, Castillo E, Yáñez E. Barras de cereales, maní y amaranto dilatado: Composición química y estabilidad en almacenamiento acelerado. *Arch Latinoam Nutr.* 1994; 44(1):36-40.
12. Cerna P. Servicio Técnico al Cliente. ALUSA S.A. 1997.
13. Association of Official Agricultural Chemist. *Official Methods of Analysis of the A.O.A.C.* 14 Ed. Virginia. E.U.A. 1984; 1141p.
14. Melhenbacher VC. *Análisis de grasas y aceites.* Ed. Urmo, Bilbao, España. 1970; 637p.

15. Watts BM, Ylimak GL, Jeffery LE, Elias G. Basic sensory methods for foods evaluation. International Development Research Centre. IDRC Ottawa-Canadá. 1989; 66-90.
16. Labuza TP and Contreras-Medellin R. Prediction of moisture protection requirements for foods. *Cer Foods World*. 1981; 26(7):335-344.
17. Guarda A y Alvarez PI. Evaluación estadística de un método rápido y sencillo para determinar la actividad del agua en alimentos. *Alimentos*. 1991; 16(3):9-13.
18. Beuchat LR. Microbial stability as affected by water activity. *Cer Foods World*. 1981; 26(7):345-349.
19. Estévez AM, Escobar B, Vásquez M, Castillo E, Araya E and Zacarias Y. Cereal and nut bars; nutritional quality and storage stability. *Plant Foods for Human Nutr*. 1995; 47:309-317.
20. Anderson RH, Moran HD, Huntley TE and Holahan JL. Responses of cereals to antioxidants. *Food Tech*. 1963; 17(12):115-120.

Recibido: 16-08-1995

Aceptado: 17-11-1997