

Almacenamiento de barras de cereales elaboradas con cotiledones de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz)

Berta Escobar A., Ana María Estévez A. y M Alejandra Guiñez C.

Departamento de Agroindustria y Tecnología de Alimentos.
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. U. de Chile. Santiago, Chile.

RESUMEN. El uso de nuez o maní en la elaboración de barras de cereales representa un posible riesgo de inestabilidad durante su almacenamiento debido al alto contenido de ácidos grasos insaturados de su aceite los que al oxidarse son una de las principales causas de deterioro. El desarrollo de nuevos productos alimenticios tipo snack implica el uso de envases que deben dar protección contra el daño provocado por la luz y reducción de la concentración de oxígeno en su interior. El objetivo de esta investigación fue evaluar los cambios físicos, químicos y sensoriales en el almacenamiento de barras de cereal con maní o nuez y cotiledón de algarrobo sometido a dos tratamientos térmicos, envasadas en celofán o polipropileno opaco. Se elaboraron 4 tipos de barras con 6% de cotiledón de algarrobo tratado por microondas o tostado en placa calefactora. y con 18% de maní o nuez. Las barras se almacenaron por 90 días a temperatura ambiente y cada 30 días se midió humedad, índice de peróxidos, actividad de agua, calidad y aceptabilidad sensorial. Los contenidos de peróxidos obtenidos (4,9-13,8 meq/kg de aceite) indican que la vida útil de las barras en todos los tratamientos estudiados fue de 90 días. Los materiales de envases utilizados permiten mantener las barras de cereales en buenas condiciones de humedad (7,4-11,2%), actividad de agua, (0,50-0,65) y aceptabilidad sensorial durante 3 meses.

Palabras clave: Cotiledón de algarrobo, celofán, polipropileno opaco, índice de peróxidos.

SUMMARY. Storage of cereal bars with mezquite cotiledon (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz). The use of walnut or peanut in the elaboration of cereal bars represents a possible risk of undesirable changes during their storage due to their high content of unsaturated fatty acids in the oil; oxidizing of the fatty acids is one of the main causes of deterioration. Development of new snack products implies the use of packages that should protect the food against the damage caused by light and reduce the oxygen concentration of in their interior. The objective of this investigation was to evaluate the physical, chemical and sensory changes in the storage of cereal bars with peanut or walnut and mezquite cotiledon subjected to two thermal treatments, packed in cellophane or milky polypropilene. Four types of bars were elaborated with 6% of mezquite cotiledon, treated by microwaves or toasted, and with 18% of peanut or walnut. The bars were stored for 90 days at room temperature; and each 30 days it was measured moisture content, peroxides index, water activity, sensory quality and acceptability. The peroxides values (4.9- 13.8 meq/ kg of oil) indicates that the shelf life of the bars in all the studied treatments was 90 days. The packaging materials used allows to maintain in good conditions, for 3 months, the cereals bars of moisture (7.4-11.2%), water activity (0.50-0.65) and sensory acceptability.

Key words: Mezquite cotiledon, cellophane, milky polypropilene, peroxide index.

INTRODUCCION

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. Esta oxidación ocurre como reacción en cadena debido a que los radicales hidroperóxidos reaccionan con nuevos ácidos grasos generando una mayor cantidad de peróxidos llegando a un valor máximo en la curva; posteriormente los peróxidos se transforman en aldehídos, cetonas y ácidos grasos de cadena corta que son los responsables del aroma típico a rancio, lo que se manifiesta en un descenso de la curva de peróxidos (1,2). Un factor importante de considerar durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos a base de nueces y maní es la composición de los ácidos grasos del aceite, siendo los ácidos

grasos insaturados, como el oleico, el linoléico y el linolénico los mas susceptibles a la oxidación, los que en maní ascienden a 77,4% y en nuez a 88,6% (3,4).

Por otro lado, la estabilidad en almacenamiento de los alimentos, depende además de la humedad presente en un producto y de su actividad de agua ya que estas determinan frecuentemente reacciones de deterioro que modifican la calidad final de este (5,6).

Estévez et al (7) informaron que en almacenamiento acelerado (37°C) de barras de cereales y nuez, con humedad sobre 13% y actividad de agua cercana a 0,62, el desarrollo de peróxidos (alrededor de 17 meq/kg de aceite) al final del período determinó una disminución de la aceptabilidad sensorial. Una situación semejante se presentó en barras de cereales con maní, donde se obtuvieron valores de peróxido de 16,9 meq/kg de aceite, humedad de 7,7% y actividad de agua de

0,709 (8). Estudios anteriores indican que en productos derivados de cereales el desarrollo de peróxidos tiene una velocidad menor que en otros productos de mayor contenido lipídico, por lo cual el seguimiento de su aparición normalmente se hace por períodos de al menos tres meses con controles cada 30 días a temperatura ambiente o por 15 días con controles cada 5 días en condiciones de almacenamiento acelerado (9).

Junto con la creación de nuevos productos alimenticios surge la necesidad de utilizar nuevas barreras contra el medio, que protejan a los productos de daños mecánicos, climáticos, físicos o químicos. Estas barreras son los envoltorios o envases, que deben ser atractivos, fáciles de abrir y transportar y en lo posible reciclables. Los requerimientos del envase están determinados por la naturaleza del producto a envasar. En la selección del material de envase es necesario evaluar la relación costo/barrera/función, la que debe ser adecuada (10,11).

En el caso de los snacks se requiere que los materiales de envase entreguen: protección contra el daño provocado por la luz, ya que esta acelera el desarrollo de rancidez en la mayoría de ellos; y reducción de la concentración de oxígeno en su interior ya que se produce oxidación de grasas y destrucción de vitaminas y aminoácidos esenciales. La mayoría de los snacks se envasan en materiales flexibles, livianos y resistentes (10,12).

Entre las películas más utilizadas está el celofán que presenta muy buen brillo y claridad, buena resistencia a la tensión y al impacto pero no a las rasgaduras, permitiendo una fácil abertura del envase. Las condiciones de almacenamiento ideales para celofán son de 20 a 25°C y 30% a 50% de humedad relativa. Dado su alto precio, se ha reemplazado por polipropileno orientado que además de ser más barato, tiene buena opacidad, buenas propiedades de barrera a la humedad, oxígeno y grasas. Su principal problema es que su degradabilidad es mucho menor que la del celofán (10,13).

El objetivo de esta investigación fue evaluar los cambios físicos, químicos y sensoriales durante el almacenamiento por 90 días, de barras de cereal con maní o nuez y cotiledón de algarrobo sometido a dos tratamientos térmicos, envasadas en celofán o polipropileno.

MATERIAL Y METODOS

Elaboración y almacenamiento de barras

Se elaboraron 4 tipos de barras de cereales siguiendo la línea de flujo presentada por Escobar et al (14), con 6% de cotiledón de algarrobo tratado por microondas (O) o tostado en placa calefactora (T) de acuerdo a lo señalado por Estévez et al (15); y con 18% de maní (M) o nuez (N). Las barras se envasaron en envases de celofán y polipropileno orientado, de alta opacidad, y se almacenaron por 90 días en las condiciones ambientales promedio de los meses de verano de Santiago (Chile) que corresponden a una temperatura de alrededor de 20° C y humedad relativa de 55%.

Determinaciones analíticas

Cada 30 días se midió contenido de humedad según el método de la AOAC (sección: 14.004), (16); Actividad de Agua (Aw) en determinador Lufft, modelo 5803; índice de peróxidos, según el método de Melhenbacher (17); calidad sensorial por el método de Scoring (18), utilizando 12 jueces entrenados; aceptabilidad sensorial, por el método de la Escala Hedónica de nueve puntos (1=me disgusta extremadamente; 9=me gusta extremadamente), utilizando 12 jueces entrenados y 12 no entrenados (18).

Los tratamientos con maní o nuez se analizaron en forma independiente, con un diseño completamente al azar. Cada tratamiento fue realizado con cuatro repeticiones. A los resultados se aplicó análisis de varianza y test de Duncan con un nivel de significancia de 5% cuando hubo diferencias.

RESULTADOS Y DISCUSION

La humedad de las barras de cereal con maní o con nuez no presentó diferencias entre los tratamientos ni durante el almacenamiento; los valores de las barras con maní fueron mayores que los de las barras con nuez (entre 9,2-11,2% y 7,2-8,9% respectivamente); de acuerdo con los resultados, ambos tipos de materiales de envase (celofán y polipropileno opaco) actuaron como barreras eficientes frente a los cambios ambientales de humedad, lo que concuerda con lo indicado por Matz (10). Los contenidos de humedad obtenidos permiten, según lo señalado por Lloyd et al (19), una adecuada estabilidad en almacenamiento.

En relación a la actividad de agua, las barras de cereal y maní no presentaron diferencias entre tratamientos ni a través del tiempo de almacenamiento, estando los valores entre 0,59 y 0,65. En el caso de las barras de cereal con nuez no existió diferencia entre los tratamientos; sin embargo, las barras que tenían cotiledón de algarrobo tratado por microondas presentaron un aumento de la actividad de agua (de 0,50 a 0,58) durante el almacenamiento. Los valores obtenidos están bajo el límite indicado por Toledo (20) para prevenir el daño microbiológico.

El contenido de peróxidos (Tabla 1) en todas las barras elaboradas aumentó significativamente a partir del día 30 de almacenamiento. En el caso de las que tenían maní, los valores medidos al final del período fueron semejantes para todas las barras; sin embargo en los días 30 y 60, las barras que tenían cotiledón de algarrobo tostado, presentaron valores menores que las con cotiledón sometido a microondas. Las barras que tenían nuez tuvieron valores menores que las que tenían maní, debido probablemente a la presencia de compuestos antioxidantes naturales en ellas que protegerían a las materias grasas de la oxidación (21). En las barras con nueces y cotiledón tostado se observó un aumento significativo el día 90 para las envasadas en celofán y a partir del día 60 para las con polipropileno opaco; en las que tenían cotiledón tratado por microondas las diferencias fueron a partir del día 30 para

ambos envoltorios. Los valores obtenidos están bajo lo indicado por Anderson et al (22) como límite para la rancidez oxidativa en productos a base de cereales, probablemente debido a las propiedades de barrera contra el oxígeno que presentan ambos tipos de materiales usados (10).

TABLA 1
Indice de peróxidos en barras de cereal y maní o nuez durante el almacenamiento (meq/kg de aceite)

	Día 0	Día 30	Día 60	Día 90
Maní (18%)				
T-M-C	8,6Ac	10,1Bb	10,3Bb	13,5Aa
T-M-P	8,6Ac	9,6Bb	10,3Bb	13,3Aa
O-M-C	9,5Ac	12,6Ab	13,2Aab	13,8Aa
O-M-P	9,5Ac	11,9Ab	12,9Aab	13,3Aa
Nuez (18%)				
T-N-C	5,6Ab	5,9Ab	6,1Bb	7,2Ba
T-N-P	5,6Ac	5,8Ac	6,9Bb	7,6Ba
O-N-C	4,9Bd	5,9Ac	7,6Ab	8,9Aa
O-N-P	4,9Bd	5,5Ac	6,5Bb	8,2Aa

M= maní; N= nuez; T= cotiledón tostado en placa; O= cotiledón tratado en microondas; C=celofán; P= polipropileno.

Letras minúsculas comparan horizontalmente y letras mayúsculas comparan verticalmente cada tratamiento.

En cuanto a la aceptabilidad sensorial, las barras de cereal con maní no presentaron diferencias significativas en el tiempo de almacenamiento, entre los tratamientos aplicados al cotiledón, entre los materiales de envase, ni entre los tiempos de análisis (Tabla 2). En las barras con nuez, se pudo observar que en aquellas que contenían cotiledón tostado, la aceptabilidad se mantuvo hasta el día 60, aumentando a la fecha siguiente; en aquellas que tenían cotiledón tratado en

microondas disminuyó en los días 30 y 60, volviendo al valor inicial. Los resultados obtenidos muestran una tendencia similar a la reportada por Estévez et al (7) para barras de cereal con nuez y amaranto tostado.

TABLA 2
Aceptabilidad sensorial de barras de cereal y maní o nuez durante el almacenamiento (puntos)

	Día 0	Día 30	Día 60	Día 90
Maní (18%)				
T-M-C	6,6Aa	6,4Aa	7,1Aa	6,2Aa
T-M-P	6,6Aa	6,2Aa	6,1Aa	6,6Aa
O-M-C	6,5Aa	6,2Aa	6,1Aa	7,0Aa
O-M-P	6,5Aa	6,8Aa	6,3Aa	7,1Aa
Nuez (18%)				
T-N-C	6,2Aab	5,8Ab	6,2Ab	6,7Aa
T-N-P	6,2Aab	5,8Ab	5,6Ab	7,2Aa
O-N-C	6,6Aa	6,0Ab	6,2Ab	6,5Aab
O-N-P	6,6Aa	5,8Ab	6,2Ab	6,6Aa

M= maní; N= nuez; T= cotiledón tostado en placa; O= cotiledón tratado en microondas; C=celofán; P= polipropileno.

Letras minúsculas comparan horizontalmente y letras mayúsculas comparan verticalmente cada tratamiento.

En la Tabla 3 se puede observar que el aroma y sabor de las barras de cereales con maní o nuez se mantuvieron, en general, dentro de los puntajes considerados como normal-moderado sin que los jueces detectaran indicios de rancidez. En todas las barras elaboradas se observó una tendencia hacia el aumento de la acidez y el dulzor a través del tiempo (Tabla 4). Paralelamente a este aumento se observó una disminución del amargor en el tiempo, lo que podría deberse a un equilibrio entre los componentes de los distintos ingredientes.

TABLA 3
Aroma y sabor sensorial de barras de cereal y maní o nuez en almacenamiento (puntos)

	Aroma				Sabor			
	0 días	30 días	60 días	90 días	0 días	30 días	60 días	90 días
Maní								
T-M-C	5,2Aa	5,0Aab	4,8Ab	5,3Aa	5,3Aa	5,2Aa	5,1Aa	5,2Aa
T-M-P	5,2Aa	4,9Ab	4,6Ab	5,2Aa	5,3Aa	4,9Ab	4,9Ab	5,4Aa
O-M-C	5,3Aa	4,7Ab	5,3Aa	5,3Aa	5,2Aa	5,1Aa	4,9Ab	5,6Aa
O-M-P	5,3Aa	4,9Ab	5,0Aab	5,3Aa	5,2Aa	5,3Aa	5,0Aa	5,8Aa
Nuez								
T-N-C	4,8Ab	4,9Ab	4,9Ab	5,4Aa	5,3Aab	5,1Ab	5,1Ab	5,7Aa
T-N-P	4,8Ab	4,8Ab	4,7Ab	4,8Ab	5,3Aa	4,7Ab	4,8Ab	5,6Aa
O-N-C	5,1Aa	4,4Ab	4,3Ab	5,2Aa	5,5Aa	5,1Abc	4,8Ac	5,3Aab
O-N-P	5,1Aa	4,7Ab	4,7Ab	5,1Aa	5,5Aa	5,0Ab	4,9Ab	5,5Aa

M= maní; N= nuez; T= cotiledón tostado en placa; O= cotiledón tratado en microondas; C=celofán; P= polipropileno.

Letras minúsculas comparan horizontalmente y letras mayúsculas comparan verticalmente cada tratamiento.

TABLE 4
Acidez y dulzor sensorial de barras de cereal y maní o nuez en almacenamiento (puntos)

	Acidez				Dulzor			
	0 días	30 días	60 días	90 días	0 días	30 días	60 días	90 días
Maní								
T-M-C	3,0Ab	3,3Ab	3,7Ab	4,5Aa	4,7Ac	5,2Aab	4,9Abc	5,3Aa
T-M-P	3,0Ac	3,9Aab	3,5Abc	4,6Aa	4,8Ab	5,3Aa	4,9Ab	5,1Aab
O-M-C	3,2Ac	3,4Abc	3,7Aab	4,2Aa	4,8Ab	5,3Aa	4,8Ab	5,2Aa
O-M-P	2,9Ab	3,2Ab	3,3Ab	4,2Aa	4,8Ab	5,1Aab	4,9Ab	5,3Aa
Nuez								
T-N-C	2,7Ab	3,2Ab	3,3Ab	4,0Aa	4,7Ab	4,5Ab	5,1Aa	5,1Aa
T-N-P	2,7Ab	3,4Aa	3,5Aa	3,8Aa	4,7Ab	4,3Ac	4,5Abc	5,1Aa
O-N-C	3,8Aab	3,1Ab	3,4Ab	4,4Aa	4,8Aa	5,0Aa	4,8Aa	5,1Aa
O-N-P	3,8Aab	3,3Ab	3,3Ab	4,1Aa	4,8Ab	4,8Ab	4,8Ab	5,5Aa

M= maní; N= nuez; T= cotiledón tostado en placa; O= cotiledón tratado en microondas; C=celofán; P= polipropileno.

Letras minúsculas comparan horizontalmente y letras mayúsculas comparan verticalmente cada tratamiento.

La apariencia de las barras de cereal con maní y cotiledón tostado no presentó diferencias a través del tiempo, lo que concuerda con lo obtenido por Estévez et al (8) en barras de cereal-maní con amaranto tostado; las con cotiledón tratado

con microondas no presentaron diferencias entre los días 0 y 90. En el caso de las barras con nuez, no se presentaron diferencias ni en los tiempos de análisis, ni entre los tratamientos del cotiledón, ni entre los materiales de envase (Tabla 5).

TABLE 5
Apariencia y amargor sensorial de barras de cereal y maní o nuez en almacenamiento (puntos)

	Apariencia				Amargor			
	0 días	30 días	60 días	90 días	0 días	30 días	60 días	90 días
Maní								
T-M-C	6,5Ba	6,7Aa	7,1Aa	6,6Ba	3,4Aa	4,1Aa	3,0Aa	2,7Ab
T-M-P	6,5Ba	6,7Aa	7,1Aa	6,5Ba	3,4Aa	4,0Aa	3,6Aa	2,8Ab
O-M-C	7,2Aab	6,2Ab	6,8Aab	7,6Aa	3,8Aa	3,8Aa	3,5Aa	3,3Aa
O-M-P	7,2Aab	6,4Ab	6,8Aab	7,7Aa	3,8Aa	3,4Aa	3,8Aa	3,7Aa
Nuez								
T-N-C	6,5Aa	7,0Aa	6,8Aa	6,4Aa	4,9Aa	3,7Ab	3,3Ab	2,9Ab
T-N-P	6,5Aa	7,3Aa	6,9Aa	6,8Aa	4,9Aa	3,7Ab	3,3Ab	2,9Ab
O-N-C	7,0Aa	7,1Aa	7,0Aa	6,8Aa	3,7Ab	4,5Aa	3,3Ab	3,0Ab
O-N-P	7,0Aa	6,8Aa	6,8Aa	6,8Aa	3,7Ab	4,6Aa	3,1Abc	2,8Ac

M= maní; N= nuez; T= cotiledón tostado en placa; O= cotiledón tratado en microondas; C=celofán; P= polipropileno.

Letras minúsculas comparan horizontalmente y letras mayúsculas comparan verticalmente cada tratamiento.

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

- La vida útil de las barras de cereal con maní o nuez y cotiledón de algarrobo (tostado y tratado por microonda) es de 90 días.
- Los materiales de envase utilizados, celofán y polipropileno orientado de alta opacidad, permiten mantener las barras de cereales en buenas condiciones de humedad, actividad de agua, aceptabilidad sensorial durante tres meses.

Esta investigación fue financiada por el Proyecto DTI A-3031

REFERENCIAS

1. Badúf S. Química de los alimentos. Ed. Alhambra, México. 1984; p430. 1984.
2. Fennema O. Química de los alimentos. Ed. Acibia, S.A. 1989;p1095.

3. Payne, T. California Walnut and light foods. *Cereal Foods World* 1985;30(3):215-218.
4. Masson L. y Mella MA. Materias grasas de consumo habitual y potencial en Chile. 5. Composición en ácidos grasos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Santiago, Chile, 1985;p31p.
5. Chirife J. El agua y sus interrelaciones con los constituyentes de los alimentos. *Información Técnica* 1986;11(2): 35-45.
6. Lin RC. Water activity: good manufacturing practice: 2815-2819. In: Hui, H.(Ed). *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Ed Wiley-Interscience Publication, Washington D.C.Vol 4. 2972p. 1992
7. Estévez AM, Escobar B, Vasquez M, Castillo E, Araya E y Zacarias I. Cereal and nuts bars, nutritional quality and storage stability. *Plant Foods Human Nutr.* 1995;47:309-317.
8. Estévez AM, Escobar B, Tepper A y Castillo E. Almacenamiento y uso de antioxidantes en barras de cereales y maní. *Arch Latinoamer Nutr.* 1998;48(2):160-164.
9. Escobar B, Estévez AM, Vásquez M, Castillo E y Yañez E. Barras de cereales maní y amaranto dilatado: composición química y estabilidad en almacenamiento acelerado. *Arch Latinoamer Nutr.* 1994; 44(1): 36-40.
10. Matz SA. *Snack food technology*. 2nd. ed. Ed. AVI Publishing Co., Inc Westport; Connecticut. 1984;p415.
11. Hirsch A. *Flexible food packaging*. Ed. Van Nostrand Reinhold, New York; USA. 1991;p217.
12. Torres E. El empaque con la época. *Alimentos Procesados* 1989;8(7):56-59.
13. 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. 2972p. 1992
14. Escobar B, Estévez AM, Vasquez M, Castillo E y Araya E. Aporte calórico-protéico de barras tipo snack elaboradas con cereales y maní. *Rev. Alimentos* 1992;17(3): 5-10.
15. Estévez AM, Escobar B y Ugarte V. Utilización de cotiledones de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) en la elaboración de barras de cereales. *Arch Lat Nutr.* 2000;50(2):152-156.
16. Association of Official Chemist. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 14th ed. Virginia, USA. 1984;p1141.
17. Mehlenbacher VC. *Análisis de grasas y aceites*. Ed. Urmo, Bilbao España. 1970;p 637.
18. Watts BM, Ylimaki GL, Jeffery LE y Elias LG. *Basic sensory methods for foods evaluation*. International Development Research Centre, IDRC. Ottawa, Canadá 1989;p160.
19. Lloyd IE, McDonald BE y Crampton EW. *Fundamentos de Nutrición*. Ed. Acirbia, Zaragoza, España. 1982;p464.
20. Toledo RT. *Fundamentals of food process engineering*. Ed. Van Nostrand Reinhold, New York; USA. 1991;p602.
21. Olson W and Coates W. Maturation, harvesting, and nut quality: 172-174. In: *Walnut Orchard Management*, Univ. of California, 1985;p178.
22. Anderson RH, Moran DH, Huntley TE and Holohan JL. Responses of cereals to antioxidants. *Food Tech.* 1963;17(12):115-120.

Recibido:09-02-1999

Aceptado:18-02-2000