

# DURABILIDAD DE GALLETAS DULCES

*Ada Castillo\*, Cira Duarte y Maruja González*

*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao, km 3½,*

*La Habana, CP 19200, Cuba.*

*E-mail: ada@iia.edu.cu*

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la durabilidad de la galleta dulce "Salvita". La calidad inicial de la misma se realizó sensorialmente y mediante determinación del contenido de humedad. Para obtener la isoterma de adsorción se utilizó el método de Landrock y Proctor. Se determinó la permeabilidad al vapor de agua del envase a 30 °C y 85 % HR. Se calculó el tiempo de durabilidad de la galleta dulce "Salvita" mediante una expresión matemática. Se encontró un buen ajuste de los datos experimentales de la isoterma de adsorción según el modelo de G.A.B. Las galletas evaluadas sensorialmente en el equilibrio fueron aceptadas hasta una humedad relativa de equilibrio de 53,30 %. La durabilidad de estas, envasadas con polipropileno biorientado y coextruido de 47 , calculada en condiciones de almacenamiento de 30 °C y 85 % HR fue de 65 días.

**Palabras clave:** Durabilidad, isoterma de adsorción, polipropileno, permeabilidad del envase.

## ABSTRACT

### **Shelf life of sweet cookies**

The aim of the present work was to determine the shelf life of sweet cookies "Salvita". Physic-chemical and sensory analysis at the beginning, were determined in accordance to national quality standards. Sensory analysis was also performed at the equilibrium. The moisture adsorption isotherm was made according to the Landrock and Proctor method. The water vapour permeability package was determined. Results for Guggenheim, Anderson and Boer model fitted was highly significant. Sweet cookies were sensory accepted up to 53.3% of the equilibrium relative humidity. The shelf life was determined by a mathematical model. The shelf life of sweet cookies packed in bi oriented polypropylene of 47 , in storage conditions of 30°C and 85% HR was 65 days.

**Key words:** shelf life, adsorption isotherm, polypropylene, package permeability.

## INTRODUCCIÓN

La galleta es un producto tradicional que se obtiene a partir de harina, materias grasas, sal y otros ingredientes. Pueden ser fermentadas, laminadas, troqueladas y cocidas. Su característica fundamental es la textura, la cual debe desmoronarse y fundirse fácilmente en la boca.

Los productos alimenticios con bajo contenido de humedad como es el caso de la galleta, al almacenarse en locales con alta humedad relativa, como sucede en nuestro clima, tienden a ganar humedad debido a su transferencia a través del envase.

Las características organolépticas fundamentales de la galleta son el olor, sabor y textura. Durante su almacenamiento, envasada en materiales flexibles, va

---

*\*Ada Castillo Coto: Ingeniera Química (ISPJAE, 1975). Investigador Titular. Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (IFAL, 1998). Actualmente trabaja en el departamento de Envases. Sus principales líneas de trabajo son: tecnología de envasado de alimentos en envases plásticos, diferentes líneas de envases y máquinas de envases, comportamiento de alimentos en estos materiales y estudio de la durabilidad de alimentos envasados.*

perdiendo crujidez debido a la ganancia de humedad del producto hasta un límite, a partir del cual es rechazado por el consumidor. Al valor de la actividad de agua ( $a_w$ ) y de humedad en este límite, se le conoce como críticos (1).

Las isothermas de adsorción permiten relacionar la  $a_w$  de un determinado alimento con su contenido de humedad (2). Al disponer del contenido de humedad inicial y crítico de un producto y sus respectivas actividades de agua inicial y crítica, es posible determinar su durabilidad mediante un modelo matemático, que relaciona además el envase flexible en lo referente a su permeabilidad al vapor de agua y las condiciones de almacenamiento (temperatura y humedad relativa) a las que es expuesto.

El objetivo de este trabajo fue determinar la durabilidad de la galleta dulce "Salvita".

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se produjeron tres lotes de galletas dulces "Salvita" de 10 kg cada uno. Las galletas se envasaron en polipropileno biorientado y coextruido de 47  $\mu$  en una máquina horizontal automática modelo PFM 30 mediante sellado térmico. Cada paquete contenía 12 galletas para un contenido en peso por paquete de 132 g.

Se determinó la calidad inicial a cada uno de los lotes. Se constituyó un grupo 0,5 kg con una muestra representativa de cada uno de ellos, se desmenuzó en porciones pequeñas y se secó con pentóxido de difósforo durante una semana con el propósito de determinar su isoterma de adsorción.

La calidad inicial de la galleta se realizó sensorialmente y mediante determinación del contenido de humedad (3). Para determinar la calidad sensorial inicial de la galleta se empleó un panel adiestrado en este producto. El trabajo se desarrolló con ocho evaluadores, los cuales por consenso elaboraron una ficha descriptiva cualitativa y cuantitativa de la galleta, empleando una escala continua de intensidad de 10 cm de longitud, acotada en los extremos del segmento con términos que describen la intensidad desde ausencia, en el extremo izquierdo hasta marcada en el derecho. La Tabla 1 muestra las características organolépticas y atributos evaluados.

Para obtener la isoterma de adsorción se utilizó el método de Landrock y Proctor (4). El mismo consiste en colocar con exactitud alrededor de 0,5 g de galleta en un porta muestra suspendido dentro de un frasco de vidrio de 10 cm de alto y 6 cm de diámetro, en cada uno de ellos la humedad relativa se mantiene a un valor constante conocido mediante soluciones saturadas de determinadas sales, a una temperatura constante de 30 °C, que es la temperatura máxima de mayor frecuencia en los almacenes de alimentos de nuestro país. La Tabla 2 refleja que cada frasco contenía 50 mL de solución saturada de sal.

Las muestras correspondientes a cada humedad relativa se prepararon por triplicado y se mantuvieron en una cámara a temperatura de 30 °C. Se determinó periódicamente mediante pesadas analíticas la ganancia de humedad hasta alcanzar el equilibrio.

Los valores medios de ganancia de humedad en base seca correspondiente a cada porcentaje de humedad relativa, se graficaron contra el tiempo, obteniéndose el porcentaje de humedad en base seca en el equilibrio para cada humedad relativa, en este caso de equilibrio (HRE). Con la finalidad de determinar la humedad relativa de equilibrio crítica correspondiente en el equilibrio (HREC), las muestras se evaluaron sensorialmente por ocho expertos en este producto mediante una prueba de aceptación o rechazo. Los atributos evaluados fueron sabor y textura.

Se determinó por triplicado la permeabilidad al vapor de agua del envase a 30 °C y 85 % HR (7), que son las condiciones de temperatura y humedad relativa máximas de mayor frecuencia en los almacenes de alimentos de nuestro país.

Los datos de  $a_w$  y el porcentaje de humedad en base seca en el equilibrio se ajustaron de acuerdo al modelo propuesto *Guggenheim, Anderson y Boer* (G.A.B.) (8) mediante análisis de regresión. La ecuación sugerida fue la siguiente:

$$A_w/W = \alpha a_w^2 + \beta a_w + \delta \quad (I)$$



Donde:

$A_w$  = Actividad de agua

$W$  = Porcentaje de humedad en base seca

$\alpha = K/Wm(1/C-1)$

$\beta = 1/Wm(1-2/C)$

$\delta = 1/WmCK$

$C$  = Constante de *Guggenheim*

$W_m$  = Contenido de humedad correspondiente a la capa monomolecular y se determinó mediante la solución del sistema de ecuaciones.

$K$  = Factor de corrección de las propiedades de las moléculas de la multicapa con respecto al bulbo líquido.

Se calculó el tiempo de durabilidad de la galleta dulce mediante la expresión matemática

siguiente (9):

$$t_k = \frac{G_o}{X_o + 100} \cdot \frac{\Delta \Phi_m}{Q_m} \cdot \frac{X_k - X_o}{\Phi_k - \Phi_o} \cdot \ln \frac{\Phi_a - \Phi_o}{\Phi_a - \Phi_k} \quad (II)$$

donde:

$t_k$  = Tiempo de durabilidad del producto (días).

$G_o$  = Peso inicial del producto (g).

$X_o, X_k$  = Contenido de humedad inicial y crítico del producto en base seca (%).

$Q_m$  = Permeabilidad al vapor de agua del envase (g/día).

$\Delta \Phi_m$  = Variación de humedad relativa del producto envasado con relación al medio ambiente (%).

$\Phi_a$  = Humedad relativa del medio ambiente de almacenamiento (%).

$\Phi_o, \Phi_k$  = Humedad relativa de equilibrio inicial y crítica del producto (%).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La humedad inicial de la galleta fue de 3,3 % bs ( $S = 0,1$ ). La Tabla 3 muestra la evaluación sensorial realizada a cada lote de galleta recién producida.

La Tabla 4 refleja los valores experimentales de la isoterma de adsorción de la galleta Salvita.

Los coeficientes de regresión y la ecuación obtenida del ajuste de los datos experimentales fueron:

$$\alpha = -2,90$$

$$\beta = 2,01$$

$$\gamma = 0,066$$

$$R^2 = 0,93$$

$$a_w/w = 2,90 a_w^2 + 2,01 a_w + 0,07$$

Sensorialmente las muestras expuestas a humedades relativas de equilibrio superiores a 53,30 % fueron rechazadas por los catadores. El rechazo sensorial se debió a pérdida de crujidez en la galleta. La humedad relativa de equilibrio hasta la cual fue aceptada la galleta sensorialmente (HREC) fue 53,30 %, el contenido de humedad crítico correspondiente fue de 5,61 % bs.

La permeabilidad al vapor de agua promedio obtenida de los paquetes de galletas envueltos con polipropileno fue de 0,104 g/d.

Sustituyendo en la ecuación para calcular la durabilidad, los valores de humedad del producto y humedad relativa de equilibrio inicial y crítica, la humedad relativa del medio ambiente de almacenamiento, peso del producto envasado, la variación de humedad relativa del producto envasado con relación al medio ambiente y la permeabilidad al vapor de agua del envase, se obtuvo que la durabilidad de las galletas dulce "Salvita" fue:

$$T_k = \frac{132}{3,27+100} \cdot \frac{85}{0,104} \cdot \frac{5,61-3,27}{53,30-41,40} \cdot 2,3 \log \frac{85,00-41,40}{85,00-53,30}$$

Este resultado se corresponde con el obtenido para productos similares evaluados durante el tiempo de almacenamiento, en iguales condiciones de envasado y almacenamiento (10).

**Tabla 3. Descripción cualitativa y cuantitativa de la galleta "Salvita" recién producida**

Característica	Atributos	Descripción	Lote 1	Lote 2	Lote 3
<b>1.0 Aspecto</b>	1.1 forma, tamaño, integridad	Uniforme, grosor aproximado 2 mm con ligeras variaciones en cada unidad. Forma circular y aplanada.	8,3	8,5	8,3
	1.2 superficie, color	El fondo color crema, se observan partículas de salvado marrón oscuro, distribuidas uniformemente en ambas superficies.	7,9	8,0	8,1
<b>2.0 Olor</b>	2.1 tipicidad del olor (calidad global)	Armónico, a producto fresco, a cereal horneado, destacándose el aromatizante empleado en su elaboración, nota ligera dulzona.	9,2	9,0	9,1
<b>3.0 Sabor</b>	3.1 sabor total (Tipicidad Calidad)	Armónico, característico del saborizante empleado en su elaboración.	9,5	9,4	9,5
<b>4.0 Textura</b>	3.2 dulzor	Dulzor moderado	9,8	10,0	9,8
	4.1 crujencia	Cruje desde la primera mordida y sucesivas	10,0	10,0	9,7
	4.2 dureza y fragilidad	Producto moderadamente duro y frágil	9,6	9,7	9,7
	4.3 facilidad de disgregación en la boca.	Los componentes del producto se disgregan y disuelven fácilmente durante la masticación.	8,4	8,8	8,6
	4.4 granulosidad	Textura de grano grueso. El tamaño y forma de las partículas se perciben con ligera sensación de aspereza.	7,7	7,6	7,6

**Tabla 4. Datos experimentales de humedad relativa de equilibrio y de humedad de equilibrio en base seca**

<b>Humedad relativa de equilibrio (%)</b>	<b>Humedad de equilibrio (%)</b>
22,3	2,478
32,4	2,713
41,3	3,255
53,3	5,610
67,9	7,717
75,1	11,070

## **CONCLUSIONES**

La durabilidad de las galletas dulce "Salvita", envasadas con polipropileno biorientado y coextruido de 47 de espesor, calculada en condiciones de almacenamiento de 30 °C y 85 % HR fue de 65 días.

Se encontró un buen ajuste de los datos experimentales de la isoterma de adsorción según el modelo de G.A.B. Las galletas evaluadas sensorialmente en el equilibrio fueron aceptadas hasta una humedad relativa de equilibrio de 53,30 %, a la que le corresponde un contenido de humedad de 5,61 % bs.

## **REFERENCIAS**

1. Ishiguro, K. Itto. Jap. J. Nutr. 35, 79-78. 1977.
2. Labuza, T. Theory Determination and control of physical properties of food materials. Ed. Chokyun RHAD. Reydel Publishing Company. Washington, D.C., 1975, p. 215.
3. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 13 th ed. Association of Official Analitical Chemist, Washington D.C. 1980.
4. Landrook, A. y Proctor, B. Food Technology 17, 659-661. 1951.
5. Fanto, G.; Resnik, S.; Chirife, J. y Feno, F. C. J. Food Sci. 48, 534-536, 1983.
6. Kitec, D.; Pereira, D. Y Resnik, S. J. Food Sci. 51, 1033-1041, 1986.
7. Norma cubana 97-103. Envases y Embalajes. Determinación de la permeabilidad al vapor de agua de los envases. Método de ensayo. 1988.
8. Singh, P. y Singh, R. J. Food Process. Preserv, 20, 203-220. 1996.
9. Becker, K. Berechnung der Haltbarkeitsdauer eines varpackten wasserempfindliches Gutes. Merkblätter von Fraunhofer Institut, Berlín, 1980.
10. Castillo, A., Zamora, E. y González, M. Alimentaria. (351) 117-119. 2004.