

## **EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE ENVASE EMPLEADO EN LA CONSERVACIÓN DE LOMO DE CERDO ENVASADO EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS**

*Jennis Pérez<sup>1\*</sup>, Urselia Hernández<sup>1</sup>, Ivania Rodríguez<sup>1</sup>, Margarita Núñez<sup>1</sup>, Ada Castillo<sup>1</sup> y Luis Cruz<sup>2</sup>.*

*<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria. Carretera del Guatao km 3 1/2, La Habana, CP 19200, Cuba. E-mail: jennis@iia.edu.cu*

*<sup>2</sup>Facultad de ingeniería Química, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", Ave. 114, No. 11901, Marianao, CP 19390, La Habana, Cuba. E-mail: lcruz@quimica.cujae.edu*

### **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el material de envase empleado en la conservación de lomo de cerdo ahumado envasado en atmosferas modificadas. Se utilizaron bolsas de poliamida y polietileno de baja densidad (PET/PEBD) para atmosfera modificada con 30 % de CO<sub>2</sub> y 70 % de N<sub>2</sub> (AM) y películas de polivinilcloruro (PVC) para atmosfera normal (AN), esta ultima como variante por ser el método tradicional en el mercado. Para la evaluación de ambos materiales se realizaron determinaciones de peso base y espesor y permeabilidad al vapor de agua. Además, para el caso de las bolsas se midieron la resistencia al sellado térmico, permeabilidad al oxígeno y evaluación cromatográfica del espacio de cabeza. Se obtuvo que el material de envase (PET/PEBD) resulto adecuado para su empleo en AM, pues presentó baja permeabilidad al vapor de agua y al oxígeno y buenas características al sellado térmico que garantizaron la hermeticidad de las bolsas.

**Palabras claves:** lomo de cerdo, atmosfera modificada, materiales de envase.

### **ABSTRACT**

#### **Evaluation of material packs used in conservation of loin pig packed in modified atmospheres**

The aim of this study was to evaluate the container material employed in the conservation of pig loin packed in modified atmospheres. Two container materials were used: bags of polyamide polyethylene of low density (PET/PELD) for modified atmosphere (MA) with 30 % of CO<sub>2</sub> and 70 % of N<sub>2</sub> and films of polyvinylchloride (PVC) for normal atmosphere (NA), using this last one as variant to be the traditional method in the market. For the evaluation of both materials the determinations of base weight, thickness and permeability to the steam of water were carried out. Also, for the case of the bags the resistance to thermal sealing, permeability to the oxygen and chromatographical evaluation of head space was carried out. It was obtained that the container material (PET/PELD) was appropriate for employment in MA, because it presented low permeability to water steam and the oxygen, and good characteristics to thermal sealing that guaranteed the airtightness of bags.

**Keywords:** pig loin, modified atmosphere, container materials.

### **INTRODUCCIÓN**

La selección del material de envase es fundamental para el éxito de la aplicación de la tecnología de atmosfera modificada. Es importante que el envase mantenga la atmosfera protectora durante el mayor tiempo posible, con el fin de prolongar la vida útil del producto. La atmosfera que rodea al alimento en un envase flexible varía su composición con el tiempo debido a la interacción de los gases con los componentes del alimento y por la difusión de los gases a través del enva-

---

*\*Jennis Pérez Touzón: Ingeniera Química (ISPJAE, 2011). Perteneció a la subdirección de carne e irradiación. Labora en el grupo de investigación desde el 2009 y actualmente esta como especialista en investigación. Como principales líneas de trabajo ha laborado en Estudios preliminares de condimentos artesanales para productos cárnicos. Manual de cortes especiales. Conservación de lomo ahumado envasado en atmosfera modificada y al vacío. Desarrollo de un embutido de pasta fina y productos conformados con harina de yuca y harina de boniato. Levantamiento de las instalaciones existentes en la Habana. Diagnostico del estado técnico del equipamiento y de la capacidad productiva existente en las mini-industrias de la Habana.*

se. La difusión corresponde tanto al fenómeno de la permeabilidad, como a la difusión no selectiva a través de fallas en el material o el sellado del envase.

La permeabilidad es la propiedad que tienen las películas plásticas de permitir el paso de gases o vapores a través de su estructura molecular, ya sea hacia adentro o hacia afuera del envase (1, 2).

La permeabilidad de un material de envase depende de varios factores, dentro de los que se encuentran (2): la naturaleza del polímero, la cristalinidad, la densidad del polímero, el grado de polimerización, uso de rellenos, cargas y pigmentos, la temperatura, la diferencia de presiones interna (producto)-externa (medio ambiente), el espesor y la naturaleza del permeante.

Existen otras propiedades que se deben tener en cuenta para la selección del material de envase (3) como sellabilidad, transparencia, resistencia a la flexión, resistencia a la tensión y resistencia a la punción.

De igual forma las propiedades barreras del envase juegan también un papel decisivo en la determinación de la actividad de la flora microbiana del producto, en particular en la selectividad del tipo de microorganismos y sus requerimientos de oxígeno. Una actividad barrera bien definida del envase, en interrelación con el medio ambiente (temperatura, humedad relativa) hace posible explotar eficientemente el envasado en atmósfera modificada, resultando en el alargamiento de la vida útil del alimento.

La calidad de la selección del envase marca una diferencia en la variación de la atmósfera interna, y por tanto, en el desarrollo de la microflora y la calidad del producto. La permeabilidad del envase y la calidad del cierre son fundamentales en el mantenimiento de esta atmósfera.

Resulta difícil encontrar una sola película que satisfaga todas las necesidades o requerimientos del producto, por lo que habitualmente se emplean materiales multicapas compuestos por diferentes polímeros. Entre los de mayor uso en el envasado en materiales flexibles de productos alimenticios se encuentran combinaciones de: cloruro de polivinil (PVC), polietileno (PE), poliéster (PET), poliamida (PA), polipropileno (PP), etilvinilalcohol (EVOH) o cloruro de polivinilideno (PVDC).

En películas compuestas, la combinación de los materiales busca el complemento de las propiedades aportadas por cada uno de los elementos que la componen (1), por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar el material de envase empleado en la conservación de lomo de cerdo envasado en atmósfera modificada con 30 % de CO<sub>2</sub> y 70 % de N<sub>2</sub>.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El lomo de cerdo ahumado se envasó en atmósfera modificada (AM) y en atmósfera normal (AN). A cada una de las variantes se les realizó cinco corridas experimentales. Para la variante de envasado en AM se prepararon 200 bolsas por corrida, donde se tomaron tres bolsas para la medición de la composición de la mezcla de gases y para el envasado en AN, se prepararon 150 bandejas de poliestireno cubiertas con una película de polivinilcloruro (PVC).

Para AM se envasaron bolsas con cuatro lascas de 1 cm de espesor de lomo de cerdo ahumado con un peso promedio de 200 g. En este método de envase empleado, se utilizaron bolsas de 15 x 25 cm de poliéster/polietileno de baja densidad (PET/PEBD) con una mezcla gaseosa de 30 % de CO<sub>2</sub> y 70 % de N<sub>2</sub> usando vacío compensado mediante una máquina envasadora marca ZERMAT.

La relación volumen de producto / mezcla gaseosa en la inyección de gases fue de 1 a 1 (regulada por la máquina empleada), según se recomienda en la literatura (4).

En el método de envasado en AN se utilizaron bandejas de poliestireno cubiertas con una película de polivinilcloruro (PVC), que contenían cuatro lascas de 1 cm de espesor de lomo de cerdo ahumado con un peso promedio de 200 g. Esta forma de envasado se empleó como variante por ser el método tradicional en el mercado.

Las bolsas de PET/PEBD que se utilizaron en el estudio presentaron dos caras, una superior impresa, que se denomina cara superior o tapa y la otra transparente denominada inferior o fondo selladas por sus cuatro lados.

Las capas que componen cada material de envase complejo (tapa y fondo) se separaron según el procedimiento establecido por PIRA (5) y se identificaron en un espectrofotómetro infrarrojo, modelo Vector 22, de la firma Bruker, Suiza, en un rango de medición entre 4000 y 600  $\text{cm}^{-1}$ . Para la caracterización de ambos materiales se realizaron las determinaciones de peso base y espesor (6, 5), permeabilidad al vapor de agua (7) y resistencia al sellado térmico para el caso de las bolsas (8).

Para la determinación del peso base y el espesor (6) se tomaron muestras de 5 x 5 cm del material de PVC y 10 bolsas, a las que se les evaluó el material complejo que constituía la tapa y el fondo y las capas respectivas que los componen.

En el caso de la permeabilidad al vapor de agua se analizaron cinco muestras de cada material, en las bolsas, cinco para la tapa y cinco para el fondo; la selección de las muestras se hizo de forma aleatoria del total de muestras evaluadas en el estudio de durabilidad del producto. La permeabilidad al vapor de agua se hizo en las condiciones de 23 °C y 85 % de humedad relativa, una de las condiciones establecidas en las normas internacionales y reportadas en la literatura (9, 10).

Para la determinación de la resistencia al sellado térmico de las bolsas (8) primeramente se denominó el sellado horizontal de cada lado de la bolsa como superior e inferior y en el caso de los sellos laterales: izquierdo y derecho, esto es observando la bolsa por su lado impreso denominado tapa o cara superior. Los sellos correspondientes al lateral izquierdo y derecho y

horizontal inferior vienen conformados en la bolsa proveniente del proveedor, mientras que el sello horizontal superior se realizó en la máquina selladora de laboratorio en el momento de envasar el producto en atmósfera modificada. Se analizaron 12 bolsas, tres para cada tipo de sellado, del que se cortaron probetas (muestras) a todo lo largo del sello (8).

Las mediciones de la composición gaseosa del espacio de cabeza se realizaron en un cromatógrafo de gas GOW-MAC 600 con un detector de conductividad térmica con columnas de relleno de sílica gel y zeolita 5 A0, con una temperatura de la columna y del inyector de 30 °C. Se empleó como gas portador argón con un flujo de 35  $\text{mm}^{-1}$ .

La muestra de gas fue tomada mediante una inyección por válvula con un lazo de 0,5 mL. El cálculo de las composiciones se obtuvo mediante el programa software Chrom Perfect y los ensayos se realizaron en tiempo cero, a las 24 h, a los 5 días, a los 10 días y durante este periodo hasta el rechazo del producto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 reporta los resultados de la medición del peso base y el espesor del material complejo de la tapa y el fondo de la bolsa y sus respectivas capas, así como la identificación del polímero que la componen.

El material complejo que conforma la tapa y el fondo de la bolsa está constituido por una capa externa de poliéster (PET) y una interna de polietileno de baja densidad (PEBD), no tomándose en consideración la capa de tinta de la impresión para la tapa por ser míni-

**Tabla 1. Peso base y espesor del material de envase de la bolsa (tapa y fondo) y sus capa (n=10)**

Nominación	Material complejo		Capa externa (PET)		Capa interna (PEBD)	
	Peso base ( $\text{g/m}^2$ )	Espesor ( $\mu\text{m}$ )	Peso base ( $\text{g/m}^2$ )	Espesor ( $\mu\text{m}$ )	Peso base ( $\text{g/m}^2$ )	Espesor ( $\mu\text{m}$ )
Tapa	87,9 (0,7)	94,1 (1,5)	12,0 (1,0)	27,2 (1,0)	75,9 (2,3)	66,9 (3,6)
Fondo	87,6 (0,9)	93,2 (1,1)	17,6 (2,6)	26,4 (0,3)	70,0 (0,2)	66,8 (3,0)

PET: Polietileno tereftalato (Poliéster); PEBD: Polietileno de baja densidad  
( ) Desviación estándar

**Tabla 2. Permeabilidad al vapor de agua de las películas complejas de la bolsa (tapa y fondo) (n=5)**

Denominación	Espesor ( $\mu\text{m}$ )		Permeabilidad al vapor de agua ( $\text{g}/\text{m}^2\text{día}$ ) a 23 °C y 85 % HR	
	Media		Media	
Tapa	94,1	(1,5)	1,9	(0,04)
Fondo	93,2	(1,1)	2,1	(0,05)

( ) Desviación estándar

ma el área impresa. Además, se observa que la capa de polietileno resulta ser más gruesa que la de poliéster debido a que la función fundamental de la primera es la de garantizar un buen cierre térmico, lo que proporciona una fuerza del cierre es mayor (9), mientras que la función de la capa externa de poliéster es de barrera, para lo cual este polímero reúne las condiciones óptimas (10, 9).

La Tabla 2 muestra la permeabilidad al vapor de agua de las dos películas complejas PET/PEBD correspondientes a la tapa y el fondo de la bolsa.

Los valores obtenidos de permeabilidad al vapor de agua (Tabla 2) para este material complejo (PET/PEBD) concuerdan con lo reportado para los respectivos espesores de película (10), además se corrobora lo planteado en esta misma referencia que para un mismo polímero a igualdad de espesores la permeabilidad es similar, pues como puede observarse de la Tabla 1 los espesores de la tapa y el fondo para las capas externas (PET) e interna (PEBD) son similares, respectivamente; por lo que se corrobora que la tapa y el fondo están conformados con el mismo material de envase complejo PET/PEBD.

En la evaluación del cierre los resultados demostraron la eficiencia de la operación; este factor es clave en el mantenimiento de la atmósfera de envasado, lo que puede ser expresado por la fuerza de ruptura del cierre térmico.

Durante el ensayo se observó que las probetas de muestra no rasgaron por el cierre, lo que evidencia la fortaleza del sellado, garantizando de esta forma la hermeticidad del envase. Los resultados obtenidos para el sellado lateral derecho ( $X=27,1$ ,  $SD=0,1$ ), sellado la-

teral izquierdo ( $X=27,0$ ,  $SD=0,1$ ), sellado superior ( $X=20,9$ ,  $SD=0,5$ ), y sellado inferior ( $X=19,2$ ,  $SD=0,5$ ) de la bolsa fueron aceptables de acuerdo a lo reportado en la literatura y concuerdan con los obtenidos en estudios similares (11). Esto además se justifica por la presencia de la capa de PE ya que además de presentar una buena barrera al vapor de agua presenta una excelente soldabilidad (9).

Los valores obtenidos de permeabilidad al vapor de agua ( $X=183,4$ ,  $SD=0,8$ ), espesor ( $X=6,9$ ,  $SD=0,8$ ) y peso base ( $X=10,43$ ,  $SD=0,07$ ) para el PVC concuerdan con lo reportado para este espesor de película. Otros autores plantean que el PVC posee una buena capacidad barrera frente a los gases y moderada al vapor de agua y una excelente resistencia a grasas y aceites (12).

Una cualidad muy importante que deben presentar los materiales de envase a emplear en el envasado de los productos cárnicos es una baja permeabilidad al vapor de agua, a fin de garantizar que no aumenten las posibilidades de crecimiento de parte de la flora deteriorante presente en el alimento y de esta manera alargar la vida útil de los productos envasados (13).

Los valores de permeabilidad al  $O_2$  se encuentran dentro de los límites establecidos para este tipo de material (PET/PEBD) aportado fundamentalmente por la capa de PET que es un material de envase de muy buenas propiedades de barrera a los gases y aromas.

Los resultados de la evaluación de cromatografía del espacio de cabeza de las bolsas se muestran en la Tabla 3. Es bueno destacar que en las mediciones realizadas a las muestras no se les detectó en el estudio residuos de  $O_2$ .

**Tabla 3. Análisis por Cromatografía gaseosa del espacio de cabeza (% de volumen)**

Día	N <sub>2</sub>				CO <sub>2</sub>			
	0	10	20	30	0	10	20	30
Concentración	70,0 (0)	67,7 (0,3)	58,9 (0,8)	53,45 (0,5)	30 (0)	32,2 (0,2)	29,0 (0,5)	17,9 (0,2)

( ) Desviación estándar

Los resultados presentados se corresponden con las mediciones realizadas a los 10, 20 y 30 días después del envasado, de ahí que sean diferentes de lo inyectado (tiempo cero). Como se puede observar en la Tabla 3 el porcentaje de CO<sub>2</sub> se mantuvo durante los 20 días del estudio, ocurriendo a partir de aquí una disminución brusca hasta obtener como valor final un 18 % a los 30 días.

El N<sub>2</sub> varió su concentración hasta valores finales de 53 %. Este resultado fue beneficioso ya que no se observó colapsamiento en las bolsas. Éste se emplea en atmósfera modificada como gas de relleno, posee una baja solubilidad en el agua y en las grasas y no reacciona con el alimento ni tiene un reconocido efecto antimicrobiano. Se utiliza para prevenir el colapso del envase en aquellos productos que tienen capacidad de absorción del CO<sub>2</sub> (14).

#### REFERENCIAS

1. Graciano, A., Peralta, E. y Soto, H. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo 13: 15-19, 2006.
2. Guarda, A. y Galotto, M. J. Aspectos teóricos de la permeabilidad de envases plásticos para alimentos. Soto-Valdez. (Ed), Memorias del II Congreso Internacional de Envases para Alimentos RISEA-2000. Hermosillo, Sonora, 2000, pp. 74-78.
3. Del Valle Rodríguez, M., y Jordano, R. Alimentaria (285), 79-89, 1998.
4. Rodríguez Giró, M. Alimentación, Equipos y Tecnología 4: 89-93, 1998.
5. Paine, F. (Identification of Plastic films). Paper and Plastic Research Institute of London. England, 1975, pp. 5-34.
6. NC 3037. Determinación de la masa superficial, anchura y grosor de películas y láminas. Método de ensayo, Cuba 1984.
7. NC ISO 2528. Permeabilidad al vapor de agua, Cuba 2011.
8. ASTM F- 88. (2005). Standard Test Method for Seal Strength of Flexible Barrier Materials.
9. Heidmann, S. M. y Oetterer, M. International Journal 46: 569-580, 2003.
10. Anón. Neue Verpackung 8: 960-961, 1980.
11. Castillo, A. Envases flexibles para la Industria Confitera. Material Docente. ISBN: 959-7003-13-9. La Habana. 2002.
12. Greengras, J. Films para envasado en atmósfera modificada. En (Envasado de Alimentos en Atmósferas Modificadas), R.T. Parry. (Ed). Madrid, Editorial, 1995 pp. 79-118.
13. Herrera, H. Determinación de la Durabilidad de productos Cárnicos. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad de La Habana, Instituto de Farmacia y Alimentos, La Habana, 1998.
14. Blakistone, B. (Principles and applications of Modified Atmosphere Packaging of foods). London, Blackie Academic & Professional, 1998, pp. 223-257.

#### CONCLUSIONES

El material de envase empleado de (PET/PEBD) presentó una baja permeabilidad al vapor de agua y al oxígeno, además, muy buenas características al sellado térmico que garantizan la hermeticidad del mismo, siendo éste, una película de buena calidad para ser empleada en el envasado del lomo de cerdo en atmósfera modificada. El uso de las bolsas de poliamida polietileno garantiza la eficiencia del envase o sistema de envasado y por ende la protección del producto, lo que es fundamental para el éxito de la aplicación de la tecnología de atmósfera modificada.