



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

DEPTO. DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA "EFE" GOMEZ

EMPAQUE DE ALIMENTOS EN ATMOSFERAS MODIFICADAS

Por: **DIEGO ALONSO RESTREPO MOLINA**
Profesor Asociado, Departamento de
Ingeniería Agrícola y de Alimentos

Trabajo presentado como informe de año sabático.

Universidad Nacional de Colombia
Medellín, Enero de 2003



RECIBO

UNAL-Medellín

I
664.09
R37

TABLA DE CONTENIDO

	Página
Reseña histórica	4
Definiciones y terminología del empaque en atmósferas modificadas	8
Generación de una atmósfera modificada	14
Gases utilizados en el empackado en atmósferas Modificadas	18
Aspectos microbiológicos del empackado en atmósfera modificada	24
Materiales de empacke	29
Empaque de carnes en atmósfera modificada	33
Frutas y Vegetales	40
Productos de panadería	42
Efectos del MAP sobre las bacterias patógenas	50
Efectos del MAP sobre la calidad final del producto	56
Condiciones para el empackado de carnes y productos cárnicos	59
Elementos a tener en cuenta para el control de un proceso de empackado en atmósfera modificada	62
Diseño de un experimento de conservación de un producto alimenticio en atmósfera modificada	64
Bibliografía	65



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
DEPTO. DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA "FFF" 301111



LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Diferentes absorbedores desarrollados y estado actual	17
Tabla 2. Mezclas gaseosas recomendadas para diferentes alimentos	22
Tabla 3. Requerimientos de temperatura, pH, Actividad de agua y Oxígeno para algunos microorganismos de importancia en alimentos	24
Tabla 4. Factores a considerar en la selección De una película	30
Tabla 5. Efecto de la disponibilidad de Oxígeno y del pH sobre el crecimiento de las bacterias mas importantes en la alteración de la carne	38
Tabla 6. Actividad acuosa mínima para algunos microorganismos de importancia en alimentos	44
Tabla 7. Efecto del envasado en atmósfera modificada de algunos productos de panadería	49
Tabla 8. Cambios en composición de la microbiota durante el almacenamiento refrigerado de Bacalao Azul ahumado	54
Tabla 9. Factores que influyen la vida útil de productos MAP	56
Tabla 10. Composiciones gaseosas recomendadas Para el envasado de productos cárnicos	59
Tabla 11. Condiciones recomendadas para envasar productos cárnicos en atmósfera modificada	60

LISTA DE FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS

	Página
Fotografía 1. Empacadora	12
Fotografía 2. Mezclador	12
Fotografía 3. Analizador de gases	13
Figura 1. Esquema que representa el efecto de la temperatura sobre la vida de anaquel de un producto almacenado en MAP	28

RESEÑA HISTÓRICA

Por décadas los tecnólogos en alimentos han discutido las bases bioquímicas y fisiológicas para retrasar el desarrollo de microorganismos a bajas temperaturas, así como el uso de tratamientos térmicos para eliminar las cargas microbianas. En los diferentes estudios realizados se ha hecho énfasis en la naturaleza de los microorganismos para reducir su metabolismo y procesos de crecimiento cuando se disminuyen los niveles de O_2 y/o se incrementan los de CO_2 .

A principios del siglo XX (1930's), la carne se empezó a enviar desde Nueva Zelanda y Australia a los mercados de comercialización en Inglaterra utilizando el sistema de empaque en atmósferas modificadas. Sin embargo, debido a la falta de conocimiento de los requerimientos del producto, se tuvieron problemas de daños por CO_2 en el mismo. Posteriormente, se observó que carnes de cordero y cerdo envasadas en este tipo de atmósferas mantenían mejores características de calidad que las almacenadas en hielo. Estas observaciones se utilizaron para establecer los principios básicos para incrementar el uso de bajo O_2 y/o alto CO_2 durante el transporte y almacenamiento de distintos productos.

De la misma forma, y por esta misma época, se empezaron a almacenar manzanas y peras en cámaras cerradas refrigeradas. La respiración natural del producto redujo los niveles de O_2 e incrementó los de CO_2 , los cuales a la vez, redujeron el metabolismo respiratorio del producto. Los frutos bajo estas condiciones fueron capaces de mantenerse en buenas condiciones por más de 6 meses, el doble del tiempo que dura en refrigeración simple. Para la década del 50 este método de conservación aumentó significativamente en la costa este de los EE UU de América, principalmente en Nueva York y en la costa del pacífico. Sin embargo, la técnica no fue introducida comercialmente para paquetes minoristas sino hasta las proximidades de los 1970s en Europa. En el Reino Unido, la empresa Marks & Spencer introdujo carne empacada en atmósferas modificadas en 1979; el éxito de este producto condujo, dos años más tarde, a la introducción del empaque en atmósferas modificadas en tocineta, pescado (tanto fresco como curado), carnes cocidas tajadas y mariscos cocidos. Supermercados y procesadores de alimentos les siguieron, resultando en una disponibilidad creciente de productos alimenticios empacados en atmósfera modificada, reflejando el incremento en

la demanda del consumidor por alimentos de más larga vida útil y de menos uso de conservantes.

Las técnicas usadas para reducir el oxígeno alrededor del alimento son conocidas como *Modified Atmosphere Packaging* (MAP) e incluyen el empaçado en atmósfera controlada y el "verdadero" empaçado en atmósfera modificada.

Teniendo en cuenta que la refrigeración es considerada, en el ámbito de los alimentos, como uno de los métodos de conservación de mayor impacto, ya que retarda el deterioro de los alimentos almacenados por períodos importantes de tiempo, la combinación de la disminución de la temperatura con la modificación de la atmósfera circundante al producto reduciendo la concentración de oxígeno por ejemplo, la vida útil del producto se incrementa considerablemente a causa de la reducción adicional en la tasa de oxidación química por la ausencia del oxígeno y en el crecimiento de microorganismos aeróbicos (Parry, 1993).

Las técnicas de empaçado en atmósfera modificada son usadas en la actualidad en un amplio rango de alimentos frescos o refrigerados, incluyendo carnes crudas y cocidas, pollo, pescado, pasta fresca, frutas y hortalizas, y más recientemente café, té y productos de repostería. Para algunos de estos productos, el empaçado en atmósferas modificadas es el principal método de conservación usado. Como ejemplo se menciona que aproximadamente del 90-95% de pasta fresca vendida en el Reino Unido, es empaçada usando técnicas de atmósfera modificada. Las ventajas y desventajas en el amplio uso de técnicas MAP han sido periódicamente revisadas (Farber, 1991; Parry, 1993).

Para Davies (1995), las ventajas de esta metodología pueden resumirse en los siguientes aspectos: la extensión de vida útil del proceso MAP da al producto mayor tiempo de vida útil, mejorándose y beneficiándose el almacenamiento y distribución. El área de distribución puede ser ampliada y el nivel de devoluciones de productos es fundamentalmente reducido. Envasando con MAP también se amplía la variedad de productos que pueden ser ofrecidos con vida útil compatible con los medios de distribución y sin correr riesgos de pérdidas de calidad. Además de esto, hay una ventaja adicional para el consumidor, como es el hecho de que el producto puede estar suelto

dentro del envase. Aumento de la vida útil, permitiendo reabastecimiento menos frecuente de las estanterías de los minoristas.

Otras ventajas, tal vez menores pero igualmente importantes, pueden ser: reducción del desperdicio de minoristas, mejor presentación - clara visión del producto, envase higiénico y apilable, sellado y libre de goteo y olor del producto, separación fácil de los productos en rodajas, distribución mayor y costos de transportes menores debido a entregas menos frecuentes, operación de envase centralizada y posiciones bajo control y reducción en la producción y costo de almacenaje, gracias al mejor aprovechamiento de la mano de obra, espacio y equipos.

Debe tenerse en cuenta que estos beneficios se pierden, una vez el paquete ha sido abierto.

Este mismo autor agrupa las desventajas de esta metodología para el consumidor en las siguientes: Importantes costos adicionales (el costo del empaçado algunas veces representa un valor porcentual importante del costo del producto), requiere control estricto de temperatura, debe establecerse la salubridad del producto, creciente volumen de empaque con tendencia a aumentar, mayores costos de espacio en mostrador minorista y costos de transporte.

El empaque de alimentos en atmósferas modificadas no es usado únicamente con el objetivo de incrementar su vida útil ya que algunos, por ejemplo, aquellos que sufren procesos tales como ahumado-curado, etc., ya han extendido sus vidas útiles a causa de los tratamientos de pre-empacado. En estos casos, el empaque en atmósfera modificada se usa con el objetivo de mejorar otros aspectos de calidad tales como estabilidad del color o separación de las tajadas.

La seguridad y estabilidad de los alimentos depende de los microorganismos iniciales presentes que son incapaces de superar varios factores adversos, tanto extrínsecos como intrínsecos al alimento, y de su multiplicación. La modificación de la atmósfera que rodea el alimento puede proveer una condición u "obstáculo" que ayuda a restringir el crecimiento de los microorganismos. Otro "obstáculo" puede ser provisto por medio del almacenamiento a bajas temperaturas (<4°C). La combinación de temperaturas de

refrigeración y MAP, generalmente resultan en un régimen más efectivo y seguro de almacenamiento y más larga vida útil (Leister, 1995). Las excepciones son, por supuesto, alimentos tales como té, que son microbiológicamente estables por otras razones. El uso de MAP no elimina la necesidad de procedimientos de elaboración limpios y seguros, ni la necesidad de una cuidadosa manipulación en todas las etapas desde la planta de proceso a la mesa del ama de casa.

A medida que los alimentos empacados en atmósfera modificada están más disponibles para satisfacer la múltiple demanda de los consumidores por seguridad, frescura, componentes nutritivos, con aspecto de frescos, convenientemente empacados en términos de forma tamaño y costo, existen grandes exigencias para garantizar el control y la seguridad de la calidad de estos productos para satisfacer las demandas de los consumidores.

Se debe tener un control total de la calidad, la mayoría de los alimentos empacados bajo atmósfera modificada se fabrican para proporcionar ciertas características deseables de calidad (aroma, textura, frescura, etc.) y/o ciertos valores nutritivos. El empleo del HACCP para garantizar la seguridad de los alimentos podría requerir algunas técnicas adicionales como el control de la calidad total.

DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA DEL EMPAQUE EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS

Envasado en atmósferas modificadas (MAP)

El MAP es referido a la modificación de la atmósfera normal alrededor del producto, ya sea por la adición de un gas simple a una mezcla gaseosa. Las concentraciones de los diferentes gases de la mezcla utilizada dependen del tipo de producto envasado. La atmósfera alrededor del producto puede modificarse pasivamente por efecto natural del producto. Para el caso de los productos frescos, la atmósfera dentro del envase se modifica por el consumo de O_2 y producción de CO_2 del producto, dependiendo las concentraciones finales dentro del envase de la temperatura, la humedad relativa y la permeabilidad del envase a los diferentes gases (Patiño, 2001).

Envasado en atmósferas controladas (EAC)

Este es un término es corrientemente utilizado para describir los sistemas de MAP. Sin embargo, esta definición es incorrecta ya que es imposible mantener una atmósfera controlada en productos frescos, cortados o procesados, una vez que el envase ha sido sellado. El control de las concentraciones en el sistema de EAC es más estricto que el de MAP. Esta se lleva a cabo al inicio del almacenamiento y se mantiene durante todo el período de conservación; una vez que el envase es abierto, el control de los gases ya no es posible.

Envasado gaseoso

Es un término comúnmente utilizado para describir el MAP. En ocasiones la atmósfera dentro del envase se lleva a cabo con la simple aplicación de determinado vacío o con la remoción de determinado volumen de aire. Este término ha caído en desuso, ya que solo produce confusión en los consumidores de alimentos envasados.

Envasado al vacío (EV)

Es el sistema más simple y más utilizado para modificar la atmósfera dentro del envase. El producto es colocado en un envase determinado con una baja permeabilidad al oxígeno, para posteriormente evacuar el aire dentro del envase con la aplicación de determinado vacío, finalmente es sellado. Esto produce un colapso del envase, lo cual hace que este entre en contacto con el producto. En este caso la presión dentro del envase es menor que la presión atmosférica.

Este sistema utiliza películas con baja permeabilidad al oxígeno, removiendo por completo el aire dentro del envase. Bajo buenas condiciones de vacío, la reducción de los niveles de oxígeno pueden ser menores al 1%. La baja permeabilidad de la película a este gas, evita la entrada de gas del exterior y la pérdida misma del vacío producido. Para el caso de las carnes rojas frescas, el oxígeno residual, es consumido rápidamente por el producto, quien lo reemplaza por dióxido de carbono, produciéndose incrementos hasta niveles del 10-20% dentro del envase.

Desafortunadamente, el uso del envasado al vacío de carnes rojas no es recomendable para el mercado final, ya que la reducción en los niveles de oxígeno y la baja permeabilidad de la película a este gas, produce un cambio en el color rojo característico de la carne a un color café oscuro, debido a la conversión de mioglobina a metamioglobina. Este cambio tan drástico, da como resultado una menor aceptación por parte del consumidor, ya que el color café lo asocia con un producto de baja calidad, en mal estado o viejo. Otra de las desventajas del empaquetado al vacío en carnes es que puede producirse un exudado del producto con la consecuente acumulación de líquidos dentro del envase, lo cual también produce un rechazo del consumidor.

Cóctel de gases

Este término es comúnmente utilizado para describir la mezcla gaseosa utilizada para modificar la atmósfera dentro del envase, la cual generalmente se suministra utilizando cilindros presurizados.

Almacenamiento en atmósferas controladas (AAC)

El AAC es la forma de almacenar los productos en cámaras de almacenamiento herméticamente selladas, donde se lleva a cabo una modificación de la atmósfera con una mezcla conocida de gases. Posterior a la modificación de la atmósfera, las cámaras se mantienen cerradas durante todo el período de almacenamiento. Periódicamente, los gases son monitoreados, con el fin de realizar correcciones en caso de ligeros cambios en la mezcla gaseosa inicial creada. El sistema es generalmente mantenido a bajas temperaturas (2 – 10 °C). El AAC ha sido utilizado desde la década de los 1930's en cámaras de refrigeración selladas, en donde, los niveles de O₂ y de CO₂ son estrictamente controlados. Recientemente, este tipo de almacenamiento ha sido

establecido para mantener la calidad de carnes de aves, ya sea por partes o la canal completa.

El empaqueo en atmósfera controlada es usado para transporte mayorista y almacenamiento de productos más que para artículos individuales en supermercado. El desarrollo de técnicas para empaques "inteligentes" implica que la distinción entre empaque en atmósfera modificada y atmósfera controlada se vuelva poco clara (Parry, 1993).

Almacenamiento Hipobárico (BP)

El almacenamiento que utiliza baja presión es otra forma de almacenamiento en atmósfera modificada. En este sistema la presión dentro de la cámara de refrigeración, así como la temperatura y la humedad relativa, son estrictamente controladas. El almacenamiento en BP ha sido utilizado para mantener la calidad de frutos susceptibles al ablandamiento. La reducción en la presión parcial del aire, hace que la disponibilidad del oxígeno sea menor y por tanto se reduzcan las reacciones de oxidación y los procesos metabólicos del producto. Esto produce un retraso en los procesos de maduración y de senescencia, principalmente en los productos frescos.

Envasado con mezclas de gases

La mezcla gaseosa a utilizar en un determinado producto almacenado en MAP puede llevarse a cabo, fundamentalmente, de tres formas. La primera de ellas puede ser mecánicamente con la adición de una mezcla o un gas, también puede generarse pasivamente dentro del envase por efecto de la respiración, para el caso frutas y vegetales frescos, o, mediante la adición de absorbentes de oxígeno, etileno y de dióxido de carbono.

Para la primera forma, existen dos técnicas diferentes: a) Inyección de gases y b) uso de vacío.

Inyección de gases dentro del envase. Este tipo de modificación mecánico es generalmente realizada con el uso de equipo o máquinas de vacío, donde durante el sellado se inyecta una mezcla y un volumen determinado, con el fin de reemplazar el aire dentro del envase. La adición de esta mezcla, reduce la cantidad de aire en el espacio de

cabeza del envase y produce un efecto benéfico en el producto. Cuando la mayoría de aire es reemplazado, el envase es sellado. En general, el oxígeno residual es del 2 - 5% dentro del envase. Este tipo de envasado no es recomendable para productos sensibles a bajas concentraciones de oxígeno. La principal ventaja de esta tecnología es que es un proceso continuo y rápido.

Existen tres formas básicas de realizar este proceso:

1. A vacío compensado: Método que consiste en realizar un vacío en el interior del envase previo a la inyección del gas protector. Este sistema utiliza varios tipos de líneas de envasado: envasadora de campana y termoformadora:

- Envasadora de Campana: Utiliza exclusivamente bolsa flexible, tiene una producción discontinua, de fácil adaptación en cualquier empresa.
- Cerradora de preformados: Utiliza material preformado y una bobina de film para la cubierta superior, con capacidad de producción de media baja hasta muy alta, tiene la posibilidad de producción discontinua o continua.
- Termoformadora: Utiliza dos bobinas de film, una termoformable a partir de la cual se fabrican las bandejas y otra que forma la tapa del empaque, poseen producciones altas y continuas mediante una cinta transportadora.

2. De barrido gaseoso, el cual consiste en desplazar el aire del envase mediante el gas o mezcla de gases de protección. Las máquinas de este tipo trabajan a partir de una única bobina de film que forman una bolsa con tres soldaduras, en el interior de las cuales se introduce el producto, el gas se introduce a partir de un inyector que se prolonga hasta un poco antes de la zona de sellado.

Esta tecnología es ampliamente utilizada para extender la vida de anaquel de jugos y bebidas. Para este caso, el gas utilizado es el nitrógeno. En ocasiones se adiciona en forma líquida dentro de latas y contenedores de vidrio, el cual se evapora rápidamente y produce un desplazamiento del oxígeno hacia el exterior. La ventaja de la adición líquida de nitrógeno en latas, es que puede incrementar la vida de anaquel del producto, además de reducir las pérdidas de aromas y la corrosión de las latas por la ausencia de oxígeno.

3. A Vacío. La adición de vacío se ha utilizado para remover el aire dentro de envases pre-formados o termoformados, donde previamente ha sido colocado el producto en

cuestión. Posteriormente, es añadido el gas o la mezcla de gases para el producto. Los equipos diseñados para desarrollar esta operación tienen cámaras con diferentes características y volumen, dependiendo del tamaño del envase utilizado y el volumen de mezcla añadida. Este proceso se lleva a cabo en 2 etapas, siendo mas lento que el sistema anterior. Sin embargo, debido a que el aire es removido por el uso de vacío, la eficacia de este proceso es mayor que el de inyección de gases, debido a los bajos niveles residuales de oxígeno producidos cuando se utiliza el vacío.

Los equipos básicos para esta aplicación se presentan en las fotografías siguientes.



Fotografía. N° 1. Empacadora



Fotografía N° 2. Mezclador



Fotografía N° 3. Analizador de gases