

BOLETÍN: EMPAQUE PARA VEGETALES FRESCOS



1 Introducción

En el período 1990-94, el valor de las exportaciones de vegetales y frutas a escala mundial pasó de 58.000 a 65.000 millones de US\$, lo cual equivale a un incremento anual de 1.300 millones de US\$. [1]

Los vegetales y frutas registran el mayor incremento y explican más de 85% del incremento total durante el período indicado. El rubro frutas frescas y preservadas representan 41 %, siendo el mayor valor de las exportaciones totales, siguiéndole los vegetales frescos y procesados con 33%, las frutas procesadas 17% y los vegetales procesados 9%. [1]

El comercio y exportación de los productos agrícolas no tradicionales en los países de América Latina viene experimentando un dinamismo extraordinario comparado con productos de exportación tradicionales, tales como los cereales, café, té, cacao, azúcar y especias. Rubros como las frutas y hortalizas (procesadas y frescas), flores, productos forestales, pesqueros, nueces, semillas, maderas, frutos oleaginosos y otros registran un incremento sustancial en su participación en la exportación total agropecuaria, pasando su importancia desde 26% en 1980 a casi 50% en 1992. [1]

Esta situación estaría indicando que la estructura de las aportaciones agrícolas tiende a acoplarse con los patrones de consumo de los mercados internacionales, en los cuales predomina la tendencia a una alimentación orientada a los productos que favorezcan el mejoramiento de la salud, al consumo de productos exóticos y la demanda de productos acordes a los nuevos hábitos de consumo, tales como la preferencia por alimentos frescos, orgánicos y congelados de fácil preparación en los hogares. [1]

Los países andinos presentan un alto potencial de producción y diversificación de rubros agrícolas o tradicionales, el cual requiere de un esfuerzo concertado y de desarrollo de alianzas estratégicas entre los diversos actores que participan en los circuitos de producción y comercialización para desarrollar una oferta exportable competitiva y sostenible. [1]

Un elemento que ha contribuido de forma superlativa en el incremento del comercio de productos agroindustriales frescos es el desarrollo de nuevos y mejores empaques (rígidos y flexibles).

Los nuevos empaques para productos alimenticios son responsables de aportar a la cadena de comercialización los siguientes beneficios:

- **Salud:** El empaque debe ser garante de que los consumidores adquieran productos frescos, libres de organismos patógenos, de alto valor nutritivo y con los más bajos niveles de preservativos y conservantes.
- **Reducción de desperdicios:** Según datos de la Organización Mundial de la Salud se calcula que entre un 35% y 50% de los productos alimenticios se pierden en el canal de comercialización. La contribución del empaque plástico en la reducción de este factor de merma es sumamente importante.
- **Comodidad:** en términos generales es bien recibida la practicidad de abrir un empaque y evitar tomar diversos ingredientes, lavarlos, cortarlos y mezclarlos [2,3].

El empaquetado de vegetales frescos es un proceso de alto nivel tecnológico y sumamente especializado, como consecuencia del control que se desea lograr de los fenómenos de respiración del producto, absorción de agua, formación de subproductos, etc.

[4].



2 Empaque de Atmósfera Modificada (MAP)

El desarrollo de la tecnología de los empaques introdujo en Europa el año de 1970 el concepto de los "Empaques de Atmósfera Modificada" (MAP por sus siglas en inglés) [5].

Una atmósfera modificada es aquella que resulta de la alteración de la mezcla normal de gases que componen el aire (78% nitrógeno, 21% oxígeno, 0,03% dióxido de carbono y trazas de gases nobles). La modificación de la mezcla normal de gases del aire busca incrementar la vida útil y calidad del vegetal a empacar, mediante la alteración del metabolismo de envejecimiento y descomposición del mismo [4].

Los MAP se encargan de modificar el metabolismo del producto estableciendo un balance adecuado entre los gases del ambiente y aquellos generados por efecto de la respiración del vegetal [5]. Para comprender el mecanismo de acción de un MAP, es necesario entender qué le sucede al vegetal al pasar por diversas condiciones de almacenamiento:

2.1 CASO 1: Sin empaque (condiciones aeróbicas).

Un vegetal en condiciones aeróbicas es capaz de absorber oxígeno (O_2) y liberar dióxido de carbono (CO_2) tal como se ilustra en la Figura 1. De esta manera, el vegetal convierte los azúcares almacenados en energía (Proceso conocido como ciclo de Krebs). Bajo estas condiciones el vegetal tiende a madurar rápidamente, perder vitaminas, tornarse marrón y a tener una vida útil corta, lo cual es desfavorable desde el punto de vista comercial [5].

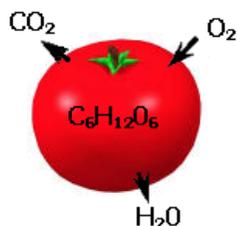


Figura 1. Respiración Aeróbica.

2.2 CASO 2: Empacado al vacío (Condiciones anaeróbicas)

Cuando un vegetal es empacado al vacío (con menos del 2% de O_2) éste convierte los azúcares almacenados en energía por medio de un camino glicólico (Figura 2) ya que no hay suficiente O_2 como para hacerlo vía ciclo de Krebs. Esta reacción fermentativa genera productos como alcoholes, aldehídos y ácidos orgánicos, que son responsables de olores y sabores indeseables en el producto, y que trae como consecuencia una menor frescura, a pesar de que el vegetal no suele tornarse marrón [5].



Figura 2. Respiración Anaeróbica.

2.3 CASO 3: Empacado en Atmósfera Modificada (MAP).

El MAP se encarga de modificar los niveles relativos de O_2 y CO_2 que rodean al vegetal, así como de eliminar otros gases como el etileno, y de expulsar la humedad generada por la respiración, tal como se muestra en la figura 3.

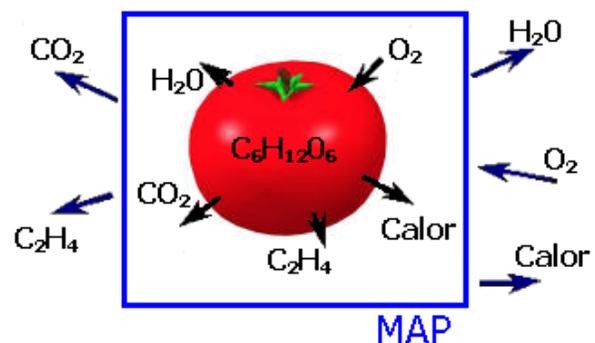


Figura 3. Respiración en MAP.

BOLETÍN: EMPAQUE PARA VEGETALES FRESCOS



Con el propósito de alterar el metabolismo del producto empacado y así extender su vida y frescura, se requiere reducir el nivel de oxígeno y elevar el de dióxido de carbono. Con base en estos principios, el empaque de atmósfera controlada debe lograr:

1. Controlar el ingreso de oxígeno hacia el interior del empaque, a fin de reducir el grado oxidación de los azúcares que la planta emplea para generar energía [5,6].
2. Promover la salida del interior del empaque del bióxido de carbono (CO_2) liberado en el proceso de respiración del vegetal para así evitar la fermentación que se presenta a bajas concentraciones de oxígeno (O_2) [5,6].
3. Permitir escapar suficiente humedad para minimizar la formación de condensado (más allá de lo subsanable mediante la adición de aditivos antifog), sin que se que se produzca la deshidratación del producto [7].
4. Permeación del etileno (C_2H_4) liberado por el fruto como parte de su actividad metabólica. Este componente simple orgánico desencadena, en algunos productos, su madurez y envejecimiento; esto explica por qué ciertas frutas como el banano y los aguacates maduran rápidamente cuando son almacenados en contenedores, junto con frutos dañados o muy maduros; o que el brócoli se torne amarillo aún cuando se almacene en el refrigerador.



Cada producto alimenticio tiene su propia composición de gas y el nivel de humedad óptima. El empaque de atmósfera modificada, permite alcanzar este punto de equilibrio lo que lo hace superior cuando se compara con el empaque tradicional en bolsas impermeables, en donde resulta complejo alcanzar el balance de gases y especialmente la manipulación del vapor de agua [8].

3 Requisitos ambientales de los Vegetales.

Los MAP deben ser específicamente diseñados para soportar las condiciones de manejo, sensibilidad al etileno y la tasa de respiración del vegetal que será empacado, ya que cada tipo de producto tiene características físicas y biológicas que requieren distintas estructuras de película para crear la atmósfera controlada óptima (tabla 1). No hay una película o atmósfera única que sea efectiva para todos los productos, por lo cual se debe estudiar muy bien el proceso de respiración del vegetal a empacar así como las propiedades de permeabilidad de la película que se utilizará.

Tabla 1. Requerimientos de atmósfera controlada para diversos vegetales [9].

Vegetal	% O_2	% CO_2
Coliflor	2 – 4	2
Tomates	3 – 5	0
Repollo	1 – 2	5 – 10
Lechuga	1 - 3	1

Adicionalmente, es importante destacar que las tasas de respiración varían considerablemente con la temperatura, y para la mayoría de los vegetales, pueden multiplicarse hasta por 6 con un cambio desde 0 °C hasta 15 °C (ver tabla 2), mientras que la permeabilidad de las películas se duplicará [10]. Es por ello que se deben establecer requerimientos adicionales de almacenamiento a baja temperatura. La generalidad de los vegetales empacados tiene como condiciones óptimas de almacenamiento temperaturas entre 0 y 2 °C y 85 a 95% de Humedad Relativa.

BOLETÍN: EMPAQUE PARA VEGETALES FRESCOS



Tabla 2. Tasas medias respiratorias y de producción de etileno de vegetales comúnmente presentes en ensaladas empacadas [8].

Vegetal	0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	C ₂ H ₄ Prod. (µL C ₂ H ₄ kg ⁻¹ h ⁻¹)
	(mg CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)						
Lechuga (cabeza)	12	17	31	39	56	82	Muy bajo
Lechuga (hojas)	23	30	39	63	101	147	Muy bajo
Brócoli	21	34	81	170	300	nd	< 0.1 (20 °C)
Repollo	5	11	18	28	42	62	< 0.1 (20 °C)
Zanahoria	15	20	31	40	25	nd	< 0.1 (20 °C)
Coliflor	17	21	34	46	79	92	< 1.0 (20 °C)
Pepino	nd	nd	26	29	31	37	0.6 (20 °C)
Endibia	45	52	73	100	133	200	Muy bajo
Radicchio	8	13 ⁱ	23 ⁱⁱ	nd	nd	45	0.3 (6 °C)
Tomate	nd	nd	15	22	35	43	10.0 (20 °C)

(i) Medido a 6 °C. (ii) Medido a 7.5 °C. Nd: No disponible.

Para envolver frutas y vegetales, se usan predominantemente empaques compuestos por películas de polietileno (PE), cuya permeabilidad se presenta en la tabla 3. Los principales beneficios de usar PE en los MAP son [8]:

- Alta transparencia y brillo.
- Alta resistencia al desgarre y la penetración.
- Alta barrera al oxígeno.
- Alta barrera al vapor de agua.
- Facilidad de impresión.
- Alta velocidad de sellado.
- Bajo costo.

Tabla 3. Tasas de transmisión de gases en películas de 25 µm (23 °C).

PE	O ₂ TR (i) cc/m ² /24h	WVTR (ii) cc/m ² /24h	CO ₂ TR (iii) cc/m ² /24h
PEAD	70	0.20	120
PEMD	120	0.30	nd
PEBD	200	1.40	770
PELBD	200	0.40	nd

(i) Tasa de transmisión de oxígeno.

(ii) Tasa de transmisión del vapor de agua.

(iii) Tasa de transmisión del bióxido de carbono.

La tabla 4 resume el efecto de usar empaques MAP en ciertos vegetales y los materiales típicos que se usan para cada caso.

Tabla 4. Efectos del MAP para diversos vegetales [11].

Vegetal	Lechuga	Hongos	Papas peladas
Mezcla de gases	3-10% CO ₂ + 3-10% O ₂ + 80-94% N ₂	3-10% CO ₂ + 3-10% O ₂ + 80-94% N ₂	40-60% CO ₂ + 40-60% N ₂
Vida estante (típica)	2-5 días	2-3 días	0.5 horas 2 días (al vacío)
Vida estante (MAP)	5-10 días	5-6 días	10 días
Material típico del MAP	PEBD/OPP	PEBD/OPP	OPET / PVdC / PE-PVC / PE-PA / PE
Temperatura almacén.	+3 a +5 °C	+3 a +5 °C	+3 a +5 °C

BOLETÍN: EMPAQUE PARA VEGETALES FRESCOS



4 Beneficios de los MAP

El uso de MAP en aplicaciones de empaques para vegetales frescos ofrece beneficios tanto para el productor como para el consumidor, entre los cuales destacan:

- Productos de mejor calidad para el cliente.
- Mayores oportunidades para que los proveedores vendan sus productos a tiendas mayoristas.
- Mayores oportunidades de mercadeo.
- Mayor vida en estante.
- Habilidad de mantener el producto fresco por más tiempo, lo que le permite al proveedor aprovechar las fluctuaciones la oferta y la demanda del mercado.
- Mayor protección del producto hacia contaminantes, patógenos, etc.
- Proveer una buena trazabilidad del producto al consumidor [5].



5 Productos Venelene® para empaques MAP

Polinter pone a su disposición una amplia variedad de polietilenos que pueden ser empleados en la fabricación de empaques de atmósfera controlada. Los principales atributos de cada grado son:

- **PEBD Venelene® FA-0240.** Atributos: Excelente procesabilidad y transparencia.
- **PEBD Venelene® FD-0348.** Atributos: Excelente procesabilidad y transparencia.
- **PELBD Venelene® 11PG4.** Atributos: Alta resistencia al desgarre, penetración, alta resistencia del sello en caliente y excelente brillo.

La combinación de atributos de los productos Venelene® puede ser integrada eficientemente en la manufactura de empaques MAP mediante procesos de la laminación o coextrusión.



Los empaques MAP representan una aplicación novedosa de las películas multicapa de Polietileno. Polinter pone a la disposición de sus clientes los recursos de asistencia técnica e investigación y desarrollo, a fin de apoyarles en el desarrollo de estos productos para los diferentes segmentos de mercado. 📖

6 Referencias

1. Seminario Regional Producción y mercados competitivos para frutas y hortalizas de la Región Andina (1997, Quito, Ecuador). ISBN 980-318-101-7.
2. Polyethylene resin choices for optimization of properties in major blown film applications; Mack Business Services; 1997; MBS study N°1310
3. Modified Atmosphere Packaging; Nazir Mir and Randolph M. Beaudry; Michigan State University; East Lansing, Michigan
4. Analysis and Evaluation of Preventive Control Measures for the Control and Reduction / Elimination of Microbial Hazards on Fresh and Fresh-Cut Produce; <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/SafePracticesforFoodProcesses/ucm090977.htm>
5. Modified Atmosphere Packaging Of Fresh Produce; <http://www.convex.co.nz/fresh-produce/>
6. Flexible Food Packaging, Questions and Answers; Arthur Hirsch; Van Nostrand Reinhold, 1991, ISBN 0-442-00609-8
7. Packaging Food With Plastics; Wilmer A. Jenkins and James P. Harrington; Technometric Publishing Company; 1991; ISBN 87762-790-8

BOLETÍN: EMPAQUE PARA VEGETALES FRESCOS



8. Empaque para Vegetales y Frutas Frescas.
<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/empaques.htm>
9. Página WEB Vegetales Kelly's: <http://www.vegetales-kellys.com/productos.php>
10. Sitio WEB Finca Dos Aguas: www.fincadosaguas.com
11. Fruits and vegetables ¾ MAPAX;
http://www.aga.se/en/processes_ren/modified_controlled_atmospheres/modified_atmosphere_packaging/mapax_for_fruit_vegetables/index.html

Este Boletín fue elaborado por la Gerencia de Mercadeo de Poliolefinas Internacionales, C.A. (POLINTER), con el apoyo de Investigación y Desarrollo, C.A. (INDESCA), en Caracas- Venezuela, en julio 2009 y revisado en enero 2017.

Si desea hacer algún comentario o sugerencia, agradecemos escriba a la Gerencia de Mercadeo a la dirección electrónica: info@polinter.com.ve, la cual pueden acceder a través de nuestra página web www.polinter.com.ve o de nuestro agente comercial: Corporación Americana de Resinas, CORAMER, C.A. (<http://www.coramer.com>).

La información descrita en este documento es, según nuestro mejor conocimiento, precisa y veraz. Sin embargo, debido a que los usos particulares y variables de los procesos de transformación están enteramente fuera de nuestro control, el ajuste de los parámetros que permiten alcanzar el máximo desempeño de nuestros productos para una aplicación específica, es potestad y responsabilidad del usuario y confiamos en que la información contenida en el mismo sea de su máximo provecho y utilidad.