


Curso Internacional  
**ACTUALIZACIÓN EN POSCOSECHA Y PROCESAMIENTO
 DE PRODUCTOS HORTIFRUTÍCOLAS**

**Modificación de la composición
 gaseosa en la conservación de frutas
 y hortalizas (principios y aplicación)**

Carlos Inestroza-Lizardo
 Universidad Nacional de Agricultura
 Honduras

Contenido

- ✓ Introducción
- ✓ Atmósfera controlada (AC)
- ✓ Atmósfera modificada (AM)
 - ✓ Atmósfera hiperbárica
- ✓ Consideraciones finales

Frutas y hortalizas



- ✓ Organismos vivos
- ✓ Respiran
- ✓ Liberan calor
- ✓ Pierden humedad
- ✓ Susceptibles a enfermedades
- ✓ Senescencia

**Técnicas de postcosecha para
 minimizar daños o pérdidas de calidad**

1. Bajas temperaturas
2. Manutención de elevada humedad relativa (HR)
3. **Modificación de la composición gaseosa**
4. Sanitización
5. Uso de revestimientos comestibles
6. Otras

Principio de la Postcosecha

Frutas y hortalizas
sin calidad






Frutas y hortalizas
sin calidad

Hay que comenzar con productos de calidad!

Principio de la Postcosecha

Frutas y hortalizas
con calidad

?

La calidad inicial se puede perder!

Atmósfera controlada (AC)

Década de 1960, obtuvo un considerable desarrollo y se centró principalmente en la conservación de manzana.



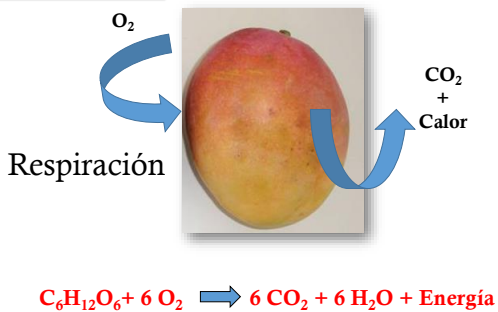
Fruta	Temperatura (°C)	AC		Aplicación
		% O ₂	% CO ₂	
Manzana	0 - 5	1 - 2	0 - 3	60% AC
Damasco	0 - 5	2 - 3	2 - 3	
Aguacate	5 - 13	2 - 5	3 - 10	Transporte marítimo
Plátano	12 - 16	2 - 5	2 - 5	Transporte marítimo
Mora	0 - 5	5 - 10	15 - 20	Pallet en transporte
Arándano	0 - 5	2 - 5	12 - 20	Uso limitado en transporte
Cereza dulce	0 - 5	3 - 10	10 - 15	Pallet o contenedores en transporte
Higo	0 - 5	5 - 10	15 - 20	Transporte
Limón	10 - 15	5 - 10	0 - 10	
Mango	10 - 15	3 - 7	5 - 8	Transporte marítimo
Granada	5 - 10	3 - 5	5 - 10	

Condiciones de conservación para frutas (Kader, 2002).

Hortalizas	Temperaturas (°C)		Atmósferas		Aplicación
	Rango óptima		% O ₂	% CO ₂	
Alcachofa	0	0 - 5	2 - 3	2 - 3	Media
Espárrago	2	1 - 5	aire	10 - 14	Alta
Brócoli	0	0 - 5	1 - 2	5 - 10	Alta
Repollos de Bruselas	0	0 - 5	1 - 2	5 - 7	Ligera
Repollo	0	0 - 5	2 - 3	3 - 6	Alta
Coliflor	0	0 - 5	2 - 3	3 - 4	Poca
Pepino	12	8 - 12	1 - 4	0	Poca
Lechuga (cabeza)	0	0 - 5	1 - 3	0	Media
Lechuga cortada	0	0 - 5	1 - 5	5 - 20	Alta
Champiñones	0	0 - 5	3 - 21	5 - 15	Media
Cebolla (bulbo)	0	0 - 5	1 - 2	0 - 10	Poca
Perejil	0	0 - 5	8 - 10	8 - 10	Poca
Pimiento	8	5 - 12	2 - 5	2 - 5	Poca
Espinaca	0	0 - 5	7 - 10	5 - 10	Poca
Tomate (verde - maduro)	12	12 - 20	3 - 5	2 - 3	Poca
Tomate (maduro)	10	10 - 15	3 - 5	3 - 5	Media

Condiciones de conservación para hortalizas (Kader, 2002).

Fundamento...



Fundamento...

Gases del aire

- ✓ N₂ 78,08%
- ✓ O₂ 20,95%
- ✓ CO₂ 0,03%
- ✓ Ar 0,93%
- ✓ Otros gases 0,01%

Modificación

Atmósfera controlada

Composición gaseosa alrededor del producto diferente a la del aire

No debe cambiar con el tiempo

Concentraciones deseadas de O₂, CO₂ y vapor de agua

Equipos generadores de N₂, depuradores de CO₂, eliminadores de O₂.

Sandhya, (2010)

Adsorbedores de CO₂



Cortesía Dr. Victor Escalona

Absorbedores químicos de etileno

Permanganato de K



www.storagecontrol.com

Características de la AC

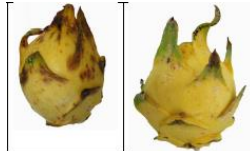
- ✓ Altamente eficiente
- ✓ Elevado costo, alta tecnología
- ✓ Monitoreamiento constante
- ✓ Control riguroso

Frío: 6°C
AC: 5% CO₂ + 18% O₂ + 77% N₂

Frío **Frío + AC**
11 días después del tratamiento



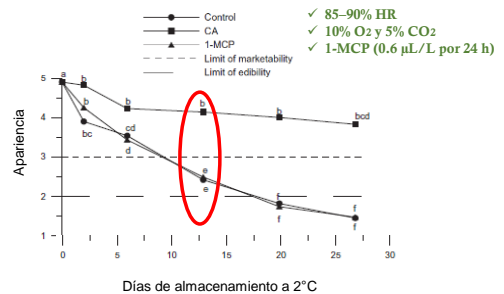
29 días después del tratamiento



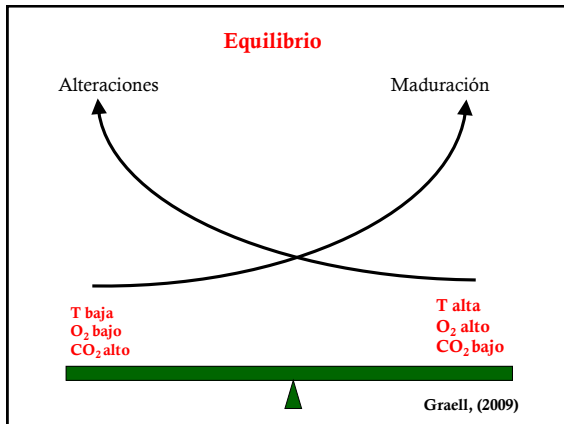
Apariencia de pitahayas "Tanith"

Hernández, (2012)

Uso de AC en la conservación de brócoli



Fernández-León et al., (2013)



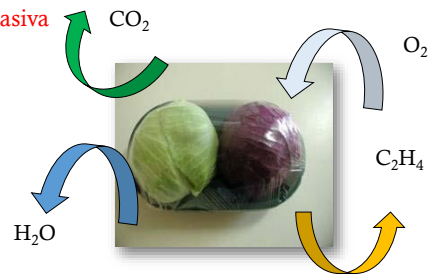
Atmósfera Modificada (AM)

Pequeños paquetes
para consumo
personal a pallet de
productos



Como se genera una AM?

1. Pasiva



Factores que determinan la composición gaseosa

- ✓ Resistencia a la difusión de los gases (O₂, CO₂, C₂H₄ e vapor de H₂O).
- ✓ Respiración
- ✓ Temperatura
- ✓ Humedad relativa (HR)

Como se genera una AM?

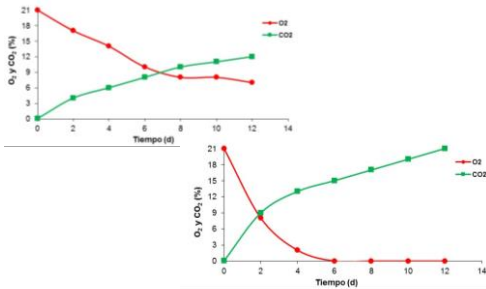
2. Activa



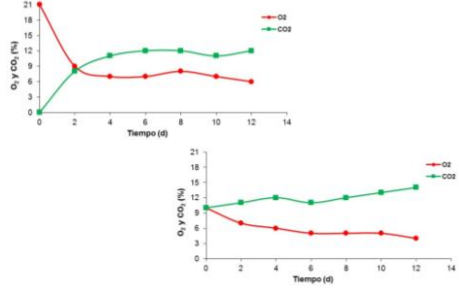
- ✓ O₂ 10%
- ✓ CO₂ ... 10%
- ✓ N₂ 80%

Inyección de una mezcla gaseosa en el embalaje

Atmósfera en equilibrio



Atmósfera en equilibrio

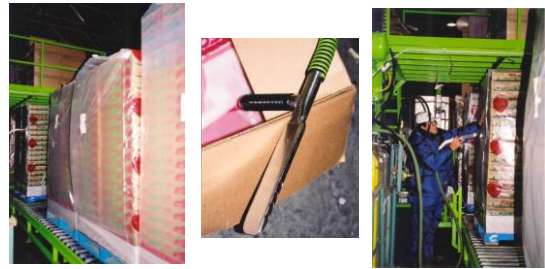


Atmósfera modificada pasiva en pallets



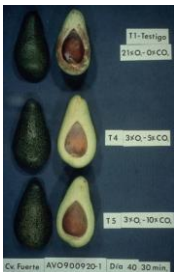
Cortesía Dr. Clément Vigneault

Atmósfera modificada activa en pallets



Cortesía Dr. Clément Vigneault

Efectos de las AM



Luchsinger, 1998

Efectos favorables

- ✓ Disminuye la respiración
- ✓ Disminuye la producción y acción del etileno
- ✓ Disminuye la actividad de enzimas oxidativas
- ✓ Efecto fungicida

Sinergismo entre AM y 1-MCP

Banano cv. Gros Michel

Treatment	Storage life (days) ^a
Control	20 c
1-MCP	40 b
MAP	40 h
1-MCP+MAP	100 a
F-test	**

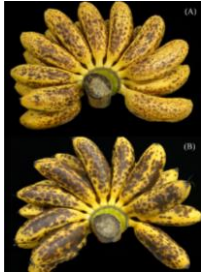
Temperatura de almacenamiento: 14°C

1-MCP: 1000 nL L⁻¹ por 4h a 25°C

AM equilibrio: 5% O₂ + 5% CO₂

Ketsa et al., (2013)

Efectos de las AM



Efectos perjudiciales

- ✓ Fermentación
- ✓ Alteración de olor y sabor
- ✓ Maduración anormal

Maneenuam et al., (2007)

Características de los materiales usados en los embalajes

- ✓ Resistencia mecánica
- ✓ Barrera al vapor de agua
- ✓ Permeabilidad a los gases
- ✓ Permitir un buen sellado
- ✓ Permitir impresión
- ✓ Apariencia

Atmósfera hiperbárica

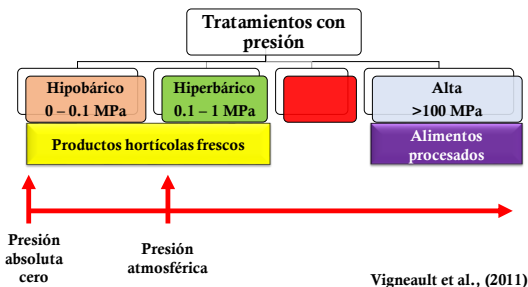
Tratamientos con presión



Tratamiento físico

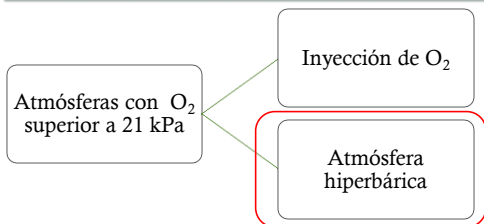
Uniformidad

Rangos de presión usados en productos alimenticios



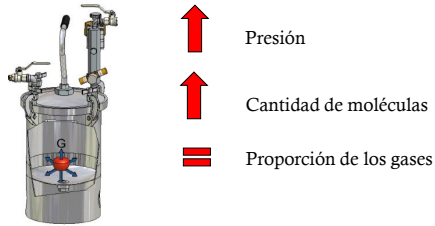
Vigneault et al., (2011)

Concentraciones de O₂ superiores a 21 kPa, pueden influir en la fisiología de postcosecha y el mantenimiento de la calidad de algunas frutas y hortalizas, ya sea directa o indirectamente



Kader and Ben-Yehoshua, (2000)

Presiones hiperbáricas



Goyette et al., (2012)

Pressão (kPa)	O ₂ (kPa)	CO ₂ (kPa)	N ₂ (kPa)
100	20,95	0,03	78,08
200	41,90	0,06	156,16
300	62,85	0,09	234,24
400	83,80	0,12	312,32

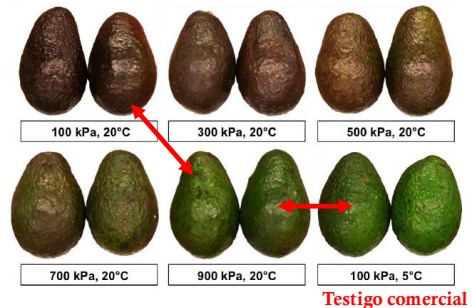
Presiones hiperbáricas pueden retardar los mecanismos fisiológicos de maduración y senescencia en algunas frutas y hortalizas.

↓
Mayor vida postcosecha

↓
3% de la energía consumida en la refrigeración

Goyette et al.,(2012); Liplap et al.,(2012); Vigneault et al., (2012)

Testigo absoluto



7 días de tratamiento hiperbárico

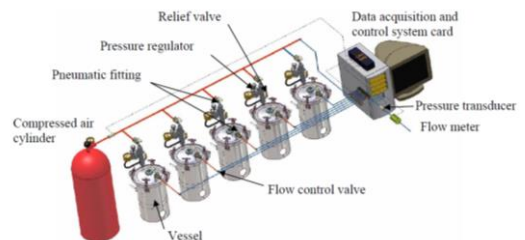
Liplap (2012)

Treatment	W.L. (%)	Visual	Firmness
None [‡]	-	9.00	3.00
100 kPa, 4 °C	1.16 bc	8.33 a	2.81 a
100 kPa, 20 °C	2.06 a	3.67 d	2.17 b
200 kPa, 20 °C	2.39 a	3.83 cd	2.17 b
400 kPa, 20 °C	1.25 b	4.25 cd	2.67 ab
625 kPa, 20 °C	1.06 bc	5.00 c	2.58 ab
850 kPa, 20 °C	0.44 c	6.33 b	2.83 a

Lechugas con 5 días de tratamiento hiperbárico

Liplap et al., (2013)

Esquema de sistema hiperbárico automático (laboratorio)



Goyette et al., (2012)

Resultados obtenidos con tratamientos hiperbáricos:



Consideraciones finales

Atmósfera controlada y modificada

- ✓ Son un complemento al uso de la refrigeración
- ✓ Impacto significativo sobre la conservación postcosecha de frutas y hortalizas.
- ✓ Mecanismos fisiológicos involucrados en el proceso?
- ✓ Multiplicidad de factores

Atmósfera hiperbárica

- ✓ Resultados prometedores en la conservación de algunas frutas y hortalizas.
- ✓ Existen pocos resultados publicados.
- ✓ Necesitan ser resueltos varios aspectos (seguridad, economía).

Gracias por su atención!


 Curso Internacional **HORTYFRESCO**
 ACTUALIZACIÓN EN POSCOSECHA Y PROCESAMIENTO
 DE PRODUCTOS HORTIFRUTÍCOLAS

Modificación de la composición gaseosa en la conservación de frutas y hortalizas (principios y aplicación)

Carlos Inestroza-Lizardo
cinestrozalizardo@gmail.com