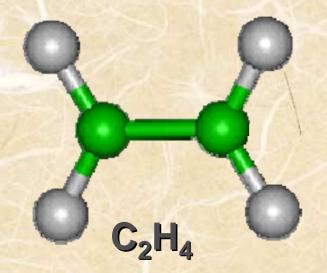


ROL DEL ETILENO EN LA MADUREZ DE DIFERENTES VARIEDADES DE MANZANAS

Claudia Moggia L. Centro de Pomáceas Universidad de Talca

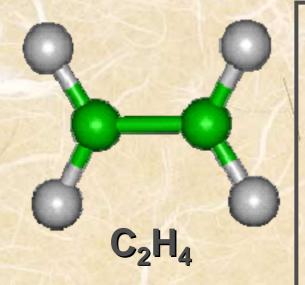
ETILENO



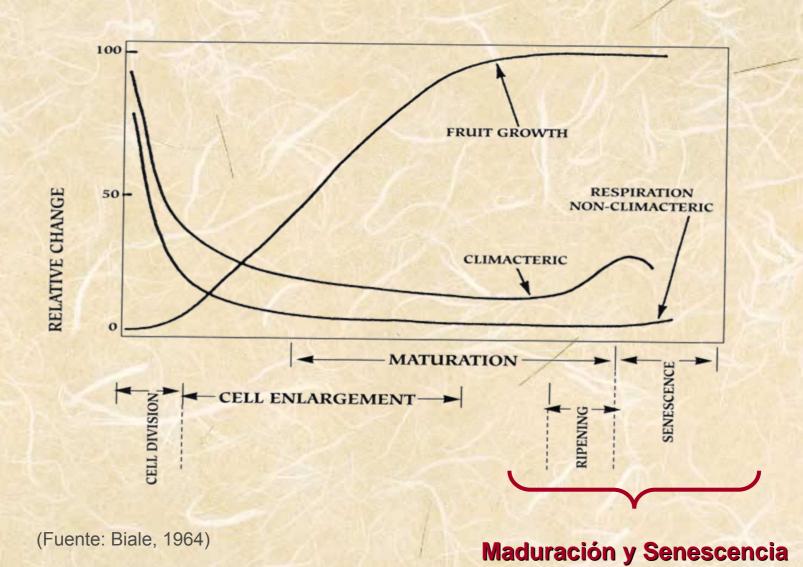
- Hidrocarburo más simple
- Activo a 0.1-1.0 ppm

 Efectos dependen de edad y sensibilidad de la planta u órgano

ETILENO



- Estimular maduración de frutos
- Responsable de abscisión de hojas y flores
- Promover germinación de semillas
- Romper dormancia
- Inducir floración
- Incrementar permeabilidad celular
- Autocatalítico



Etileno en manzanas

· Afecta:

- Ablandamiento
- Incremento en respiración
- Amarillamiento
- Desarrollo de aromas
- Disminución de acidez (?)





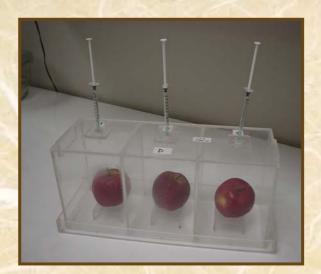
· No afecta:

- Sólidos solubles
- Degradación almidón
- Disminución de acidez (?)

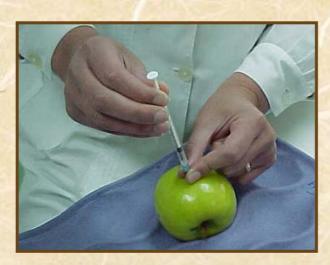


Etileno como índice de madurez

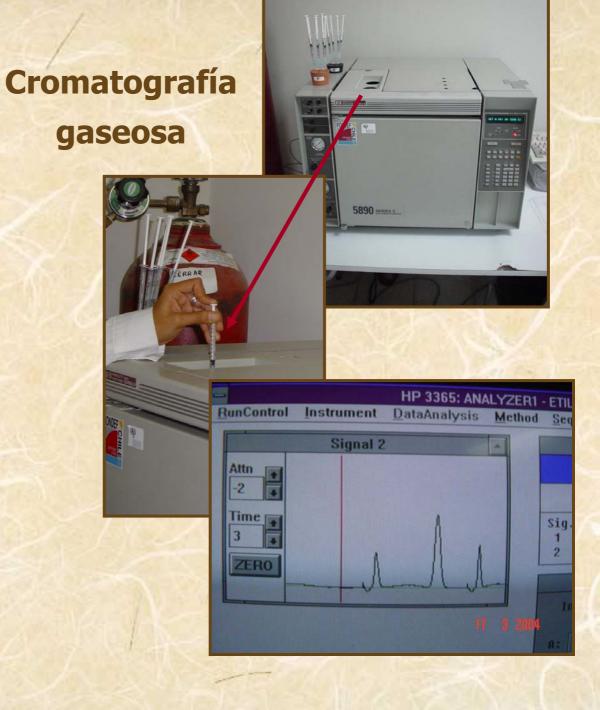
- Representa con mayor precisión estado de madurez de los frutos
- Útil para variedades de elevado metabolismo: Gala,
 Pink Lady
- Equipamiento costoso (Cromatógrafo de gases)
- Poco factible de determinarse en campo



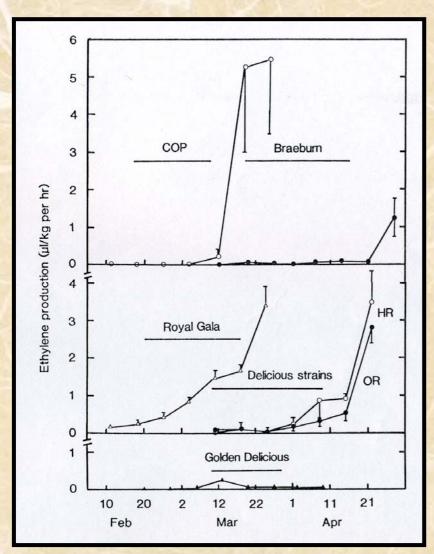
TPE (µl/kg-h)
TASA DE PRODUCCIÓN

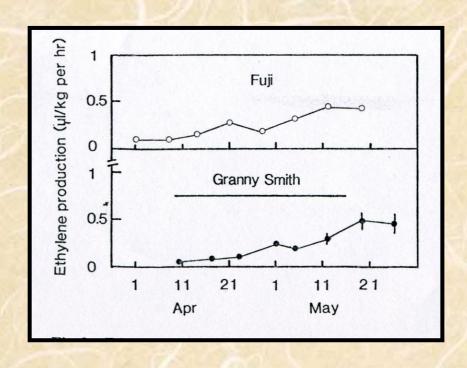


CIE (ppm)
CONCENTRACIÓN INTERNA



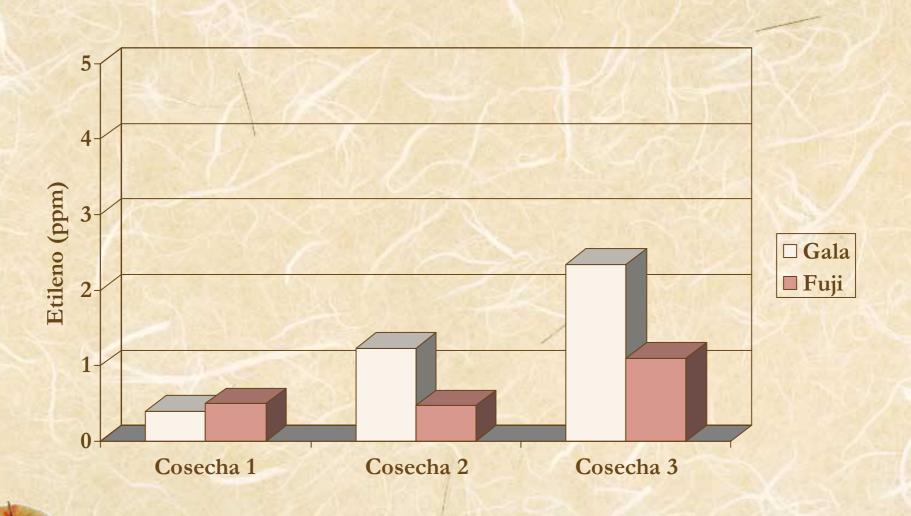
Evolución de etileno en precosecha





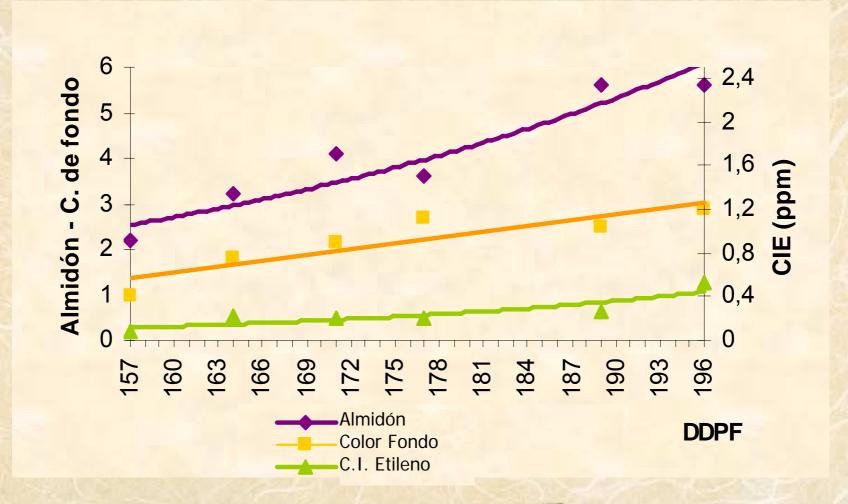
Fuente: Watkins y cols. (1989)

Etileno: Gala vs Fuji

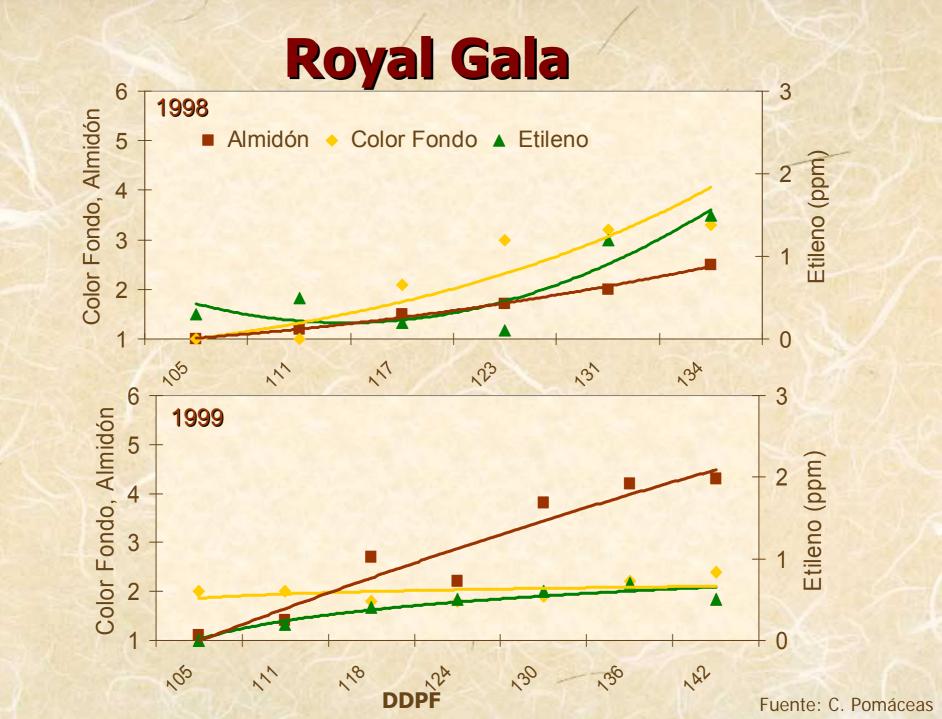


Fuente: Jobling y Mc. Glasson (1995)

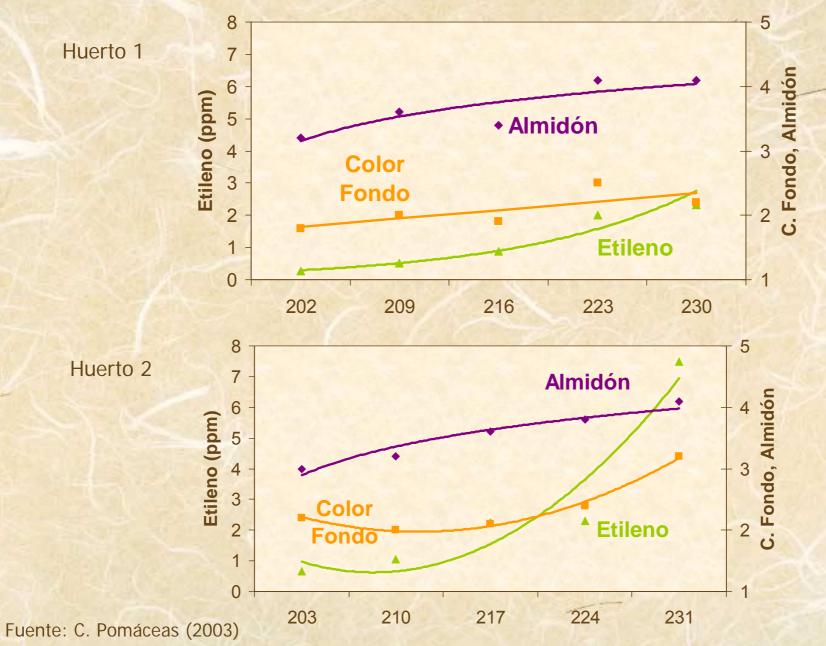
Fuji



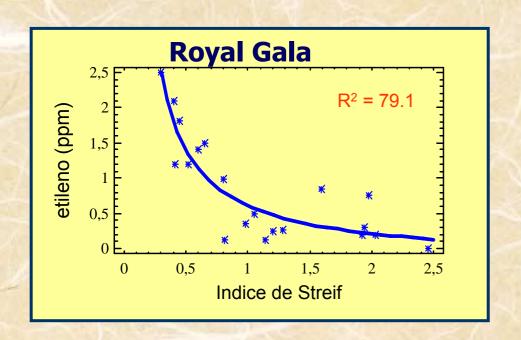
Fuente: Centro de Pomáceas (2000)

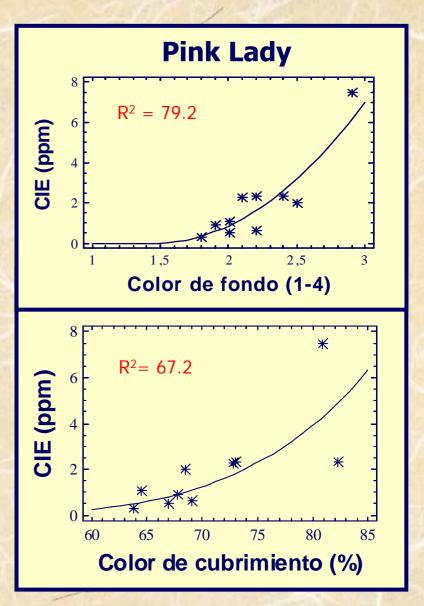


Pink Lady



Etileno vs. Indices de madurez





Fuente: C. Pomáceas (2000-2005)

 Para obtener la máxima vida postcosecha, la fruta debiera cosecharse, lo más cercano al mínimo climactérico (contiene la máxima reserva carbohidratos) Etileno debe ser complementado con otros

indices

Niveles de etileno a cosecha para decisiones de almacenaje (Dilley, 1981)

N° Frutos	Etileno (ppm)	Acción sugerida
10 de 10	< 0.1	Retrasar cosecha
3 de 10	0.1 a 0.5	AC largo período
3 de 10	0.5 a 1.0	AC mediano período
3 de 10	1 a 5	AC corto período
3 de 10	5 a 10	FC hasta 4 meses
3 de 10	> 10	FC corto alm./ proc.





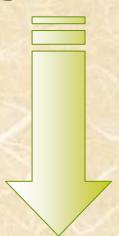


Retrasa senescencia y aumenta vida de postcosecha



Inhibir síntesis y/o acción

Almacenaje con bajo etileno



- Evitar fuentes
- > Remoción
- Inhibición de síntesis y acción

>Evitar fuentes

- Uso de grúas eléctricas
- Cosecha de frutos en estado preclimactérico
- Fruta en adecuado estado sanitario

> Remoción

Oxidación catalítica

$$C_2H_4 + 3 O_2 \xrightarrow{(250^{\circ} C)} \rightarrow 2 CO_2 + 2H_2O$$

Absorbedores

 $4 \text{ KMnO}_4 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow 4 \text{ MnO2} + 4 \text{ KOH} + 2 \text{CO}_2$

>Inhibición de síntesis y acción

- Estimulan síntesis de etileno
 - Maduración y Senescencia
 - Temperatura
 - Óptima 30°C (manzanas)
 - Estrés por frío (estimula síntesis de ACC)
 - Genéticos

Metionina (MET)

1

S-adenosilmetionina (SAM)

1

ACC sintetasa

Ác. 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC)



ACC oxidasa

Etileno

 Inhiben síntesis de etileno:

- ACC sintetasa:
 - AVG (RETAIN ™)
 precosecha
- ACC oxidasa
 - Altas temperaturas
 - Ausencia de O₂ (AC)

 Inhiben acción de etileno:

- Alto CO₂ (AC)
- Ag⁺² (Tiosulfato de Plata)
- 1-MCP (SmartFresh™)

Manejos para inhibir etileno:

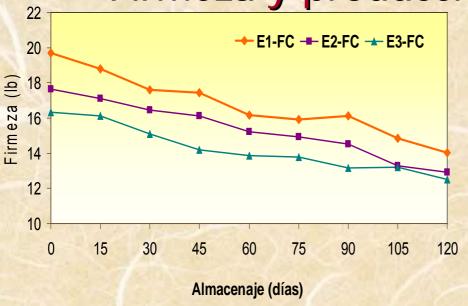
- Baja Temperatura + Rápido enfriamiento
- Empleo de AC (bajo O₂ y alto CO₂; rápido establecimiento)
- Uso de equipos catalizadores/ absorbedores
- Uso de 1-MCP (SmartFresh™)

Manejos para inhibir etileno:

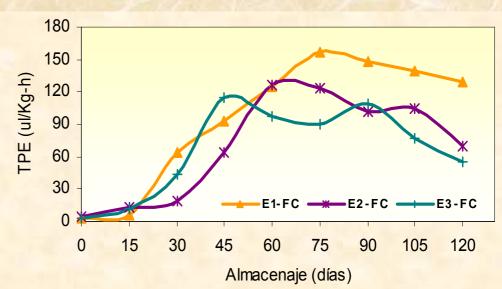
- Baja Temperatura + Rápido enfriamiento
- Empleo de AC (bajo O₂ y alto CO₂; rápido establecimiento)
- > Uso de equipos catalizadores/ absorbedores
- > Uso de 1-MCP (SmartFresh™)

ROYAL GALA:

Firmeza y producción de etileno/FC



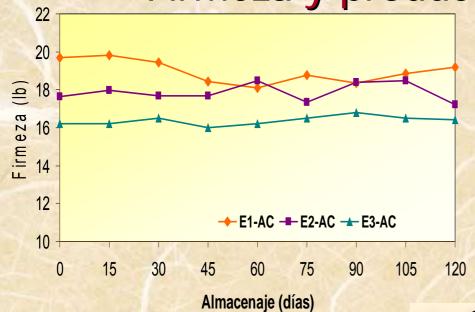
- \gt E1= 0.7 ppm
- \triangleright E2= 1.7 ppm
- ightharpoonup E3= 2.5 ppm



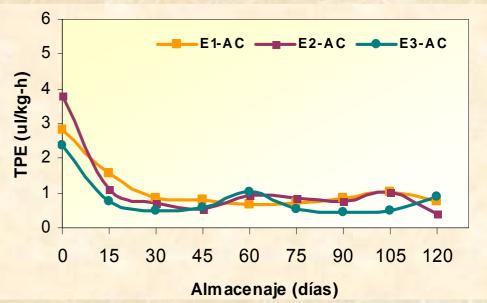
Fuente: Jorquera (2000)

ROYAL GALA:

Firmeza y producción de etileno/AC

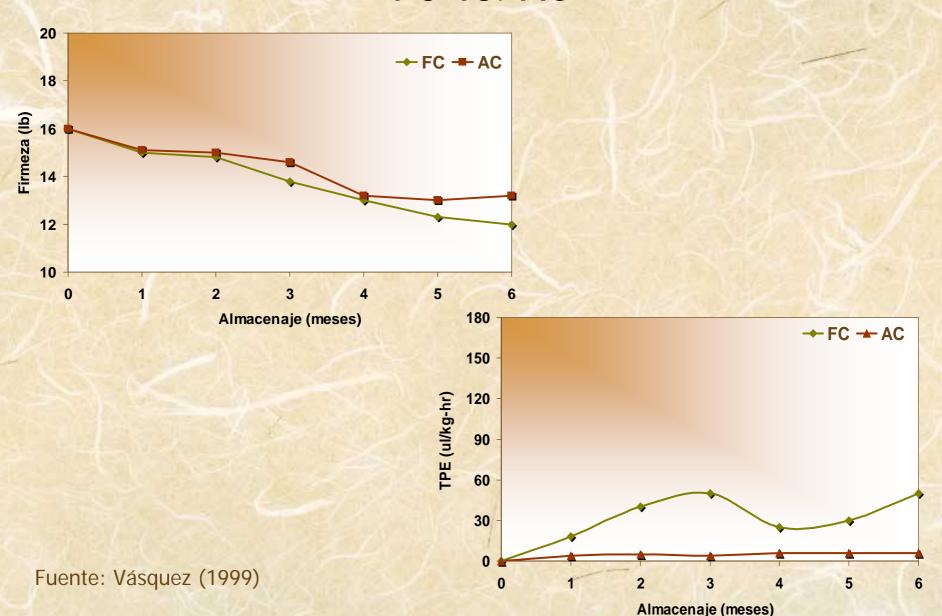


- \triangleright E1= 0.7 ppm
- \triangleright E2= 1.7 ppm
- ightharpoonup E3= 2.5 ppm

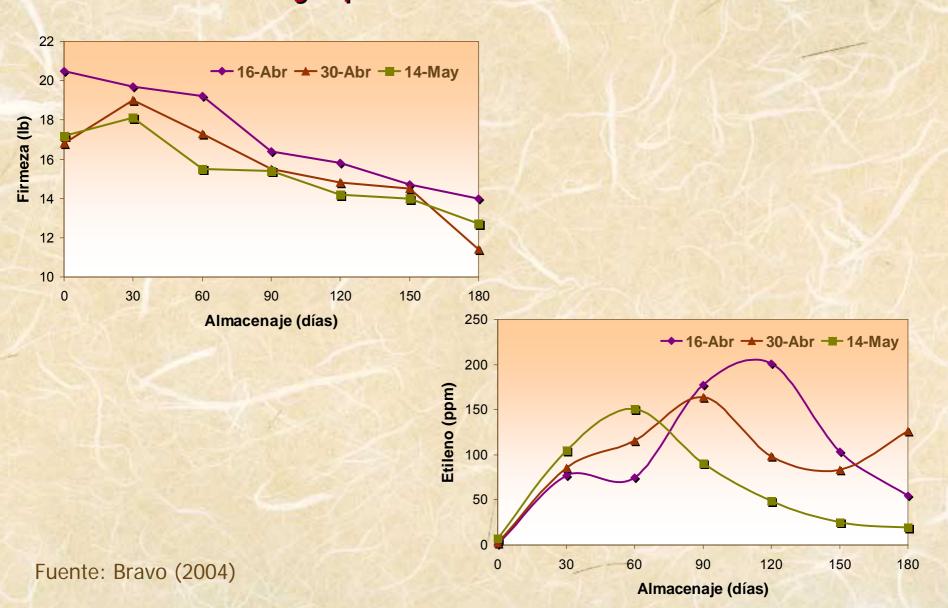


Fuente: Jorquera (2000)

FUJI: Firmeza y producción de etileno FC vs. AC



PINK LADY: Firmeza y producción de etileno /FC



Niveles de etileno en cámaras de AC

- Etilenol
 - 100 a 1000 ppm
- Variedades "menos sensibles"
 - Rojas
 - Fuji

- Etileno bajo (?)
- Variedades de alto metabolismo
 - Grupo Galas
 - Pink Lady
- Principal efecto: reducción de tasa respiratoria, retención de firmeza y color de fondo

Niveles de etileno medidos en cámaras de AC

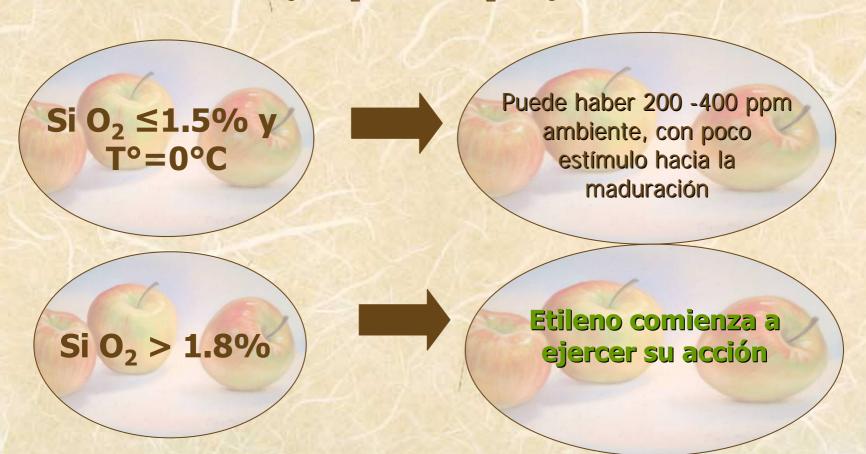
Especie	ispecie Variedad	
	G. Delicious	550 (>1400)
Manzanas	Starking	250
	G. Smith	>200

Fuente: Truter y Combrink, (1993)

Etileno en AC vs. maduración

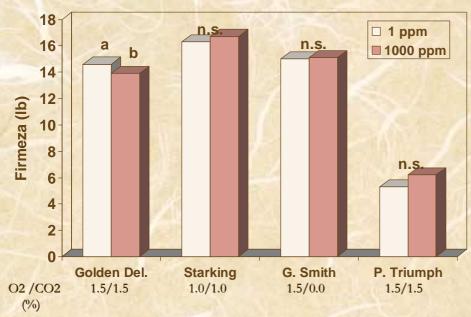
(Little y Holmes, 2000)

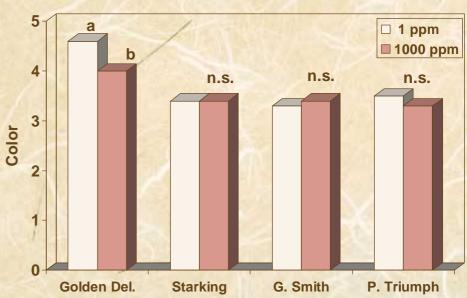
Respuesta es inhibitoria con: bajo O₂, alto CO₂, baja T°



Efecto del etileno en AC

(5 meses + 1 semana /20°C)





Fuente: Truter y Combrink, (1993)

Etileno en cámara vs. maduración

(Little y Holmes, 2000)



"Ideal" para variedades sensibles:

- > Etileno < 0.5 ppm en fruta a cosecha
- Llenado y sellado rápido de AC
- > Equipos para remoción, funcionando desde llenado cámara
- > Tener < 0.05 ppm durante primera fase de almacenaje

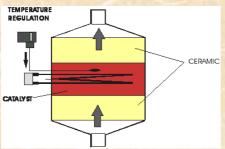
Manejos para inhibir etileno

- > Baja Temperatura: Rápido enfriamiento
- Empleo de AC (bajo O₂ y alto CO₂; rápido establecimiento)
- Uso de equipos catalizadores/ absorbedores
- > Uso de 1-MCP (SmartFresh™)

Catalizadores

- Bien diseñados remueven el 98% del etileno presente en el aire
- El bajo O₂ no afecta la tasa de remoción de etileno
- Deben funcionar desde el llenado de cámara





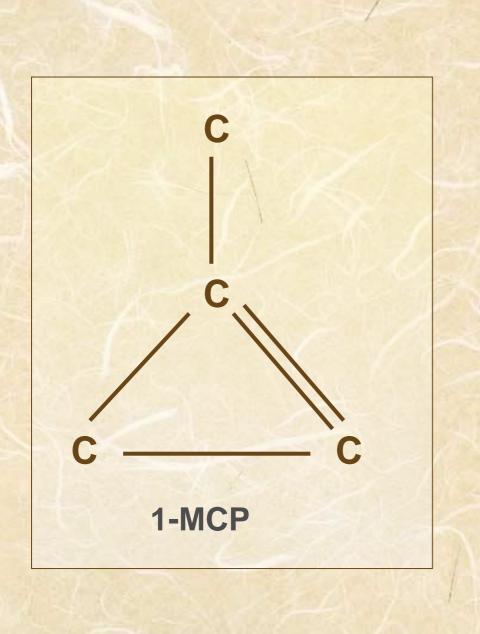
Absorbedores

- Principalmnete en base a KMnO₄
- Bajo costo de inversión y operación



Manejos para inhibir etileno

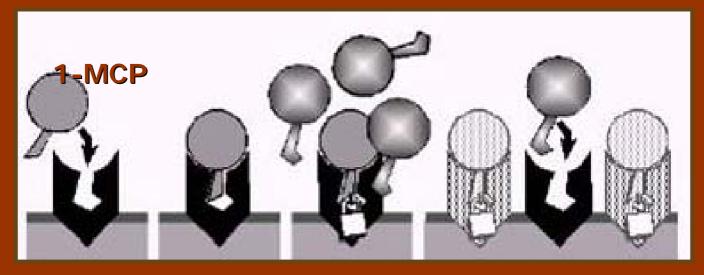
- > Baja Temperatura: Rápido enfriamiento
- \triangleright Empleo de AC (bajo O_2 y alto CO_2 ; rápido establecimiento)
- > Uso de equipos catalizadores/ absorbedores
- ➤ Uso de 1-MCP (SmartFresh™)







Inhibición de la acción



1-MCP en manzanas

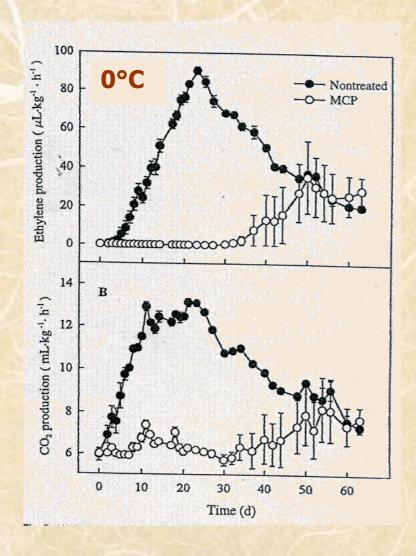
Retrasa o disminuye	Incrementa	No afecta
Producción etileno Respiración Ablandamiento Pérdida acidez (?) Aromas Cambio de color piel Escaldado, soft scald, Core flush, grasitud	Daño por CO ₂ Bitter pit	Sólidos solubles Almidón

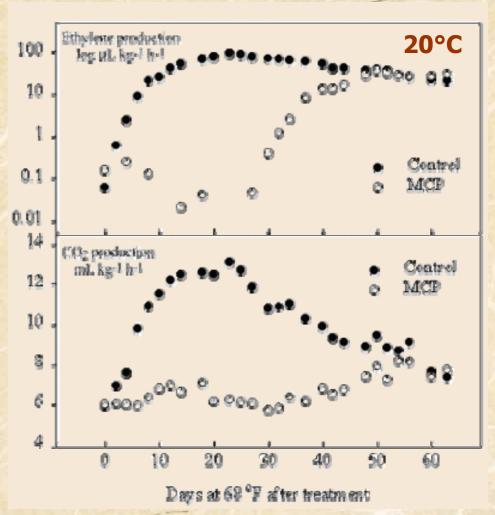
Fuente: Watkins y Miller (2003)

Efectos de SmartFresh en manzanas

- Reduce producción etileno y tasa respiratoria
- Reduce pérdida de firmeza y color verde
- Retraso en producción de aromas
- Reduce incidencia de desórdenes fisiológicos
 - escaldado superficial
 - grasitud piel

Reduce producción etileno y tasa respiratoria Manzanas Red Delicious (1 ppm 1-MCP)

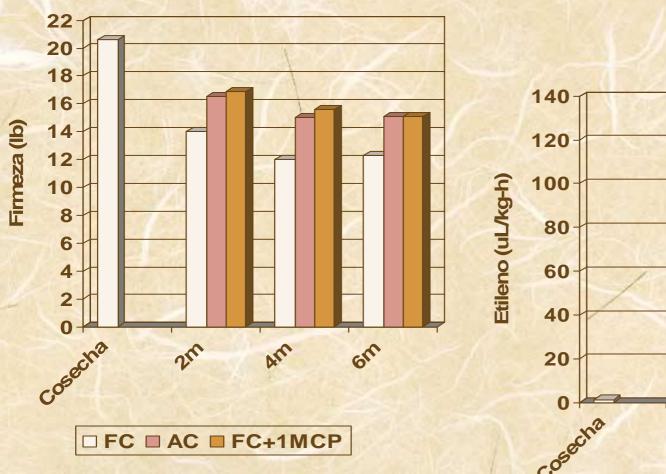




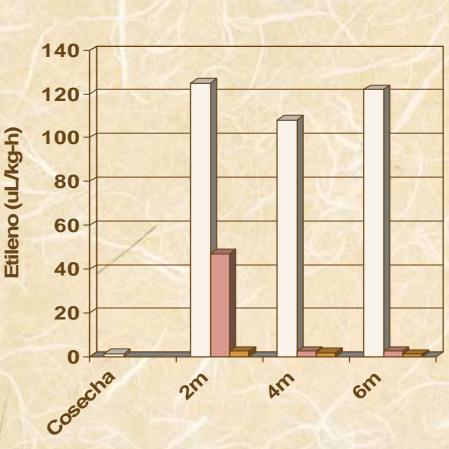
Fuente: Fan y cols. (1999)

Fuente: Mattheis y cols. (2000)

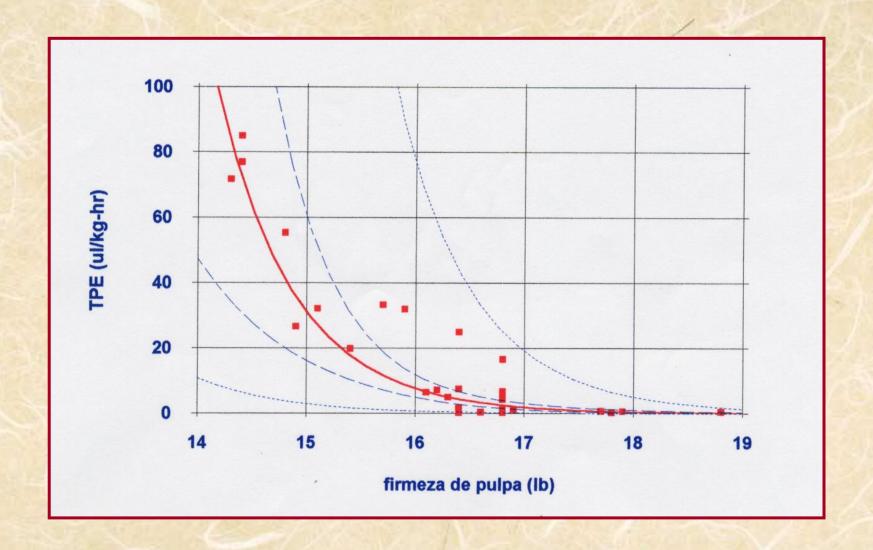
Reduce producción etileno y pérdida de firmeza Manzanas Royal Gala



Fuente: Centro de Pomáceas (2005)

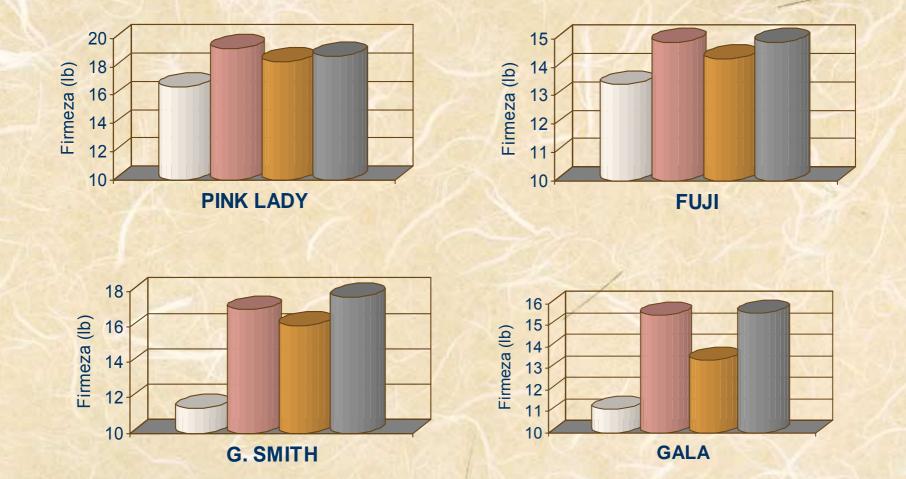


□ FC ■ AC ■ FC+1MCP



Reduce pérdida de firmeza

6 m. (0°C) + 10 días T° ambiente



AC

FC+MCP

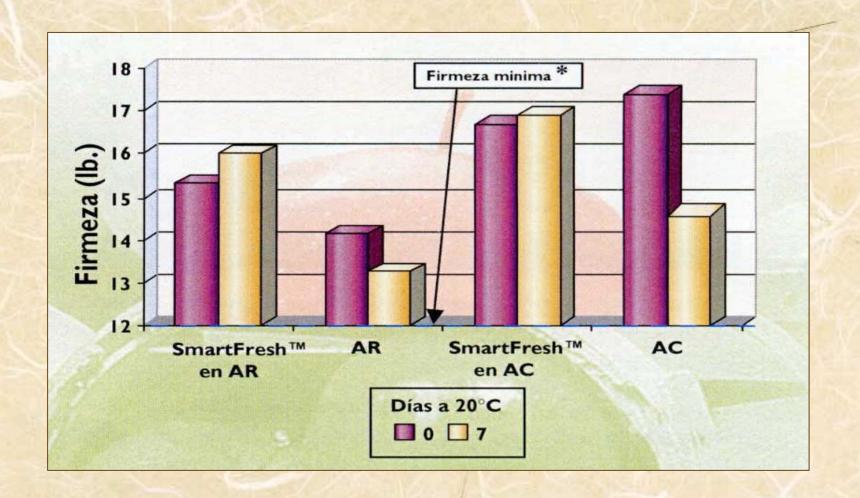
FC

Fuente: Reed, Stemilt Growers, Inc

AC+MCP

Reduce pérdida de firmeza

Manzanas Gala, 6 meses + 7 días a 20°C



Fuente: Retamales y cols. (2001)

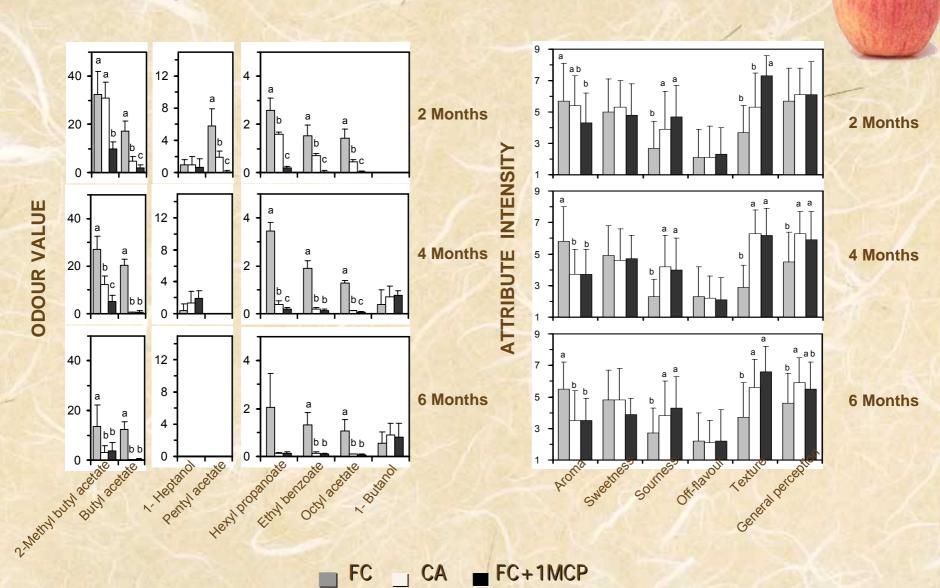
Reduce pérdida de color verde Pink Lady, salida de almacenaje + 10 días T° ambiente



Control

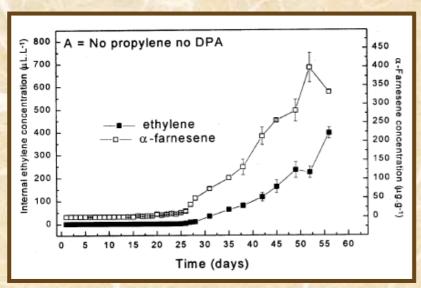
SmartFresh

Retrasa producción de aromas



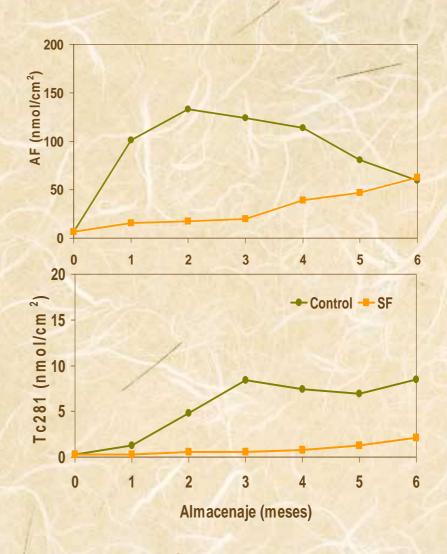
Fuente: Centro de Pomáceas; 2005

Reduce incidencia de escaldado



Fuente: McGlasson, 2001

Tratamiento	Escaldado (%)	
Sin SF	75.6	
Con SF	0.0	



Fuente: Centro de Pomáceas

Consideraciones finales

Cosecha

- Para obtener la máxima vida de postcosecha, la fruta debiera cosecharse, lo más cercano al mínimo climactérico
- En muchos casos (cultivar, clon, zona de producción), al momento del mínimo climactérico, la fruta no cumple con características para mercado (color)
- > Etileno debe ser complementado con otros índices
- Si se alcanza óptimo etileno antes que los otros indicadores de mercado, considerar que la potencialidad de almacenaje será menor

Consideraciones Finales

Almacenaje

- Se busca prolongar la duración de guarda
- > Se debe reducir metabolismo: evitar; eliminar e inhibir etileno (adicional al manejo de T° y gases)
- > Relevancia de la estrategia a utilizar, depende de:
 - Metabolismo de la variedad:
 - Rojas, Fuji, Granny: moderado a bajo
 - Galas, Pink Lady: elevado
 - Duración requerida en almacenaje (obtener calidad aceptable)

Manejo de Postcosecha

- Baja T°
- Bajo O₂, alto CO₂
- SmartFresh™



Menor respiración



Menor Energía







No puede responder a condiciones adversas



http://pomaceas.utalca.cl