SEMINARIO DE FRUTALES DE PEPITA -INIA LAS BRUJAS - URUGUAY

TENDENCIAS EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS DE PEPITA EN EL ALTO VALLE DE RIO NEGRO, ARGENTINA

1-2 OCTUBRE 2014
GABRIELA CALVO
EEA INTA ALTO VALLE
ARGENTINA

1

TEMAS A TRATAR

- **Tecnologías de almacenamiento:**
  - Atmosferas con bajo oxigeno
  - 1-metilciclopropeno
- **Principales limitantes para el almacenamiento: escaldado superficial**
- **Alternativas de Control de escaldado superficial**
- **Situación Actual de los antioxidantes en la UE**

1- Tecnologías de almacenamiento

Físicos

- **Frío Convencional (FC)**
  - Atmósfera Modificada (AM)
  - Atmósfera Controlada
  - Atmósfera Controlada bajo Oxigeno

Químicos

- 1-MCP

ETILENO

++O_2 --O_2

FC 21%	AM 10-15%	AC 3-1%	ULO < 1%	X-ULO < 1%	ACD < 1%	DCS < 1%

- **Reducen la producción de etileno y la respiración**
- **Reducen la pérdida de firmeza**
- **Retrasan la pérdida de color verde**
- **Retrasan pérdida de ácidos**
- **Reducen incidencia fisiopatías**

Atmósfera Controlada con bajo oxigeno

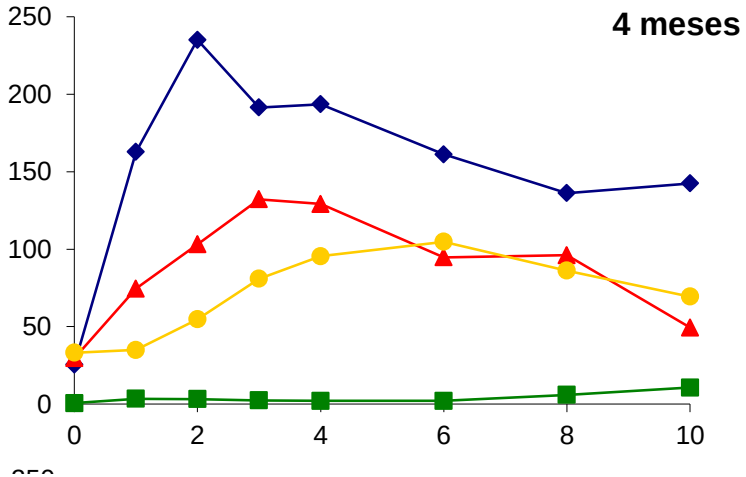
- **X-ULO:** Extreme ULO + Eliminación del etileno
- **Atmósferas Dinámicas** (en función del estrés por bajo O_2):
  - DCS: Dynamic Control System, con sensores de etanol
  - ACD: Atmósfera controlada dinámica, con sensores de fluorescencia

- **Volúmenes de fruta:**
  - X-ULO: Utilización comercial desde 2012: 1 empresa, 6 cámaras (en el mundo, 550)
  - DCS: Utilización comercial desde 2012: 1 empresa, 1 cámara
  - ACD: utilización comercial desde 2009: 3 empresas, 19 cámaras.
  - Hay mucho interés en la región

ACD: Isolcell (Italia) - Convenio Stahl Ingeniería desde 2008
X-ULO: Agsoger (Francia) - Convenio Absoger desde 2011

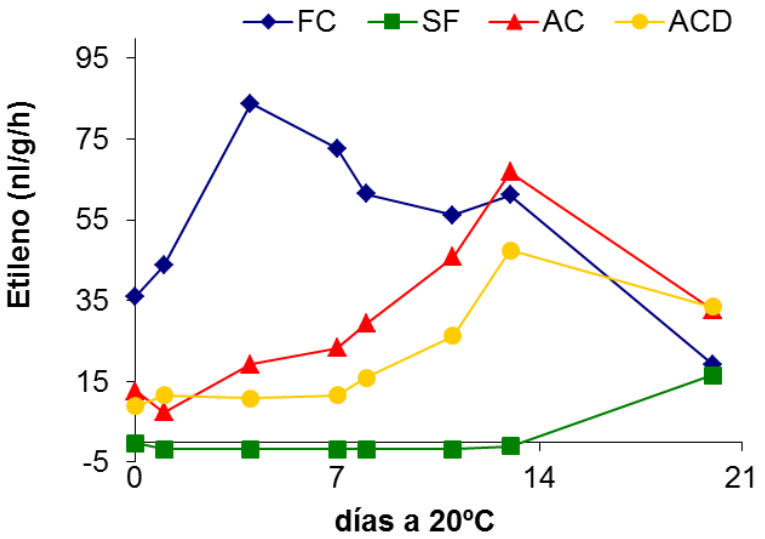
ACD

- **Reduce la producción de etileno en peras y manzanas**



Peras 'Williams' luego de 4 meses de almacenamiento

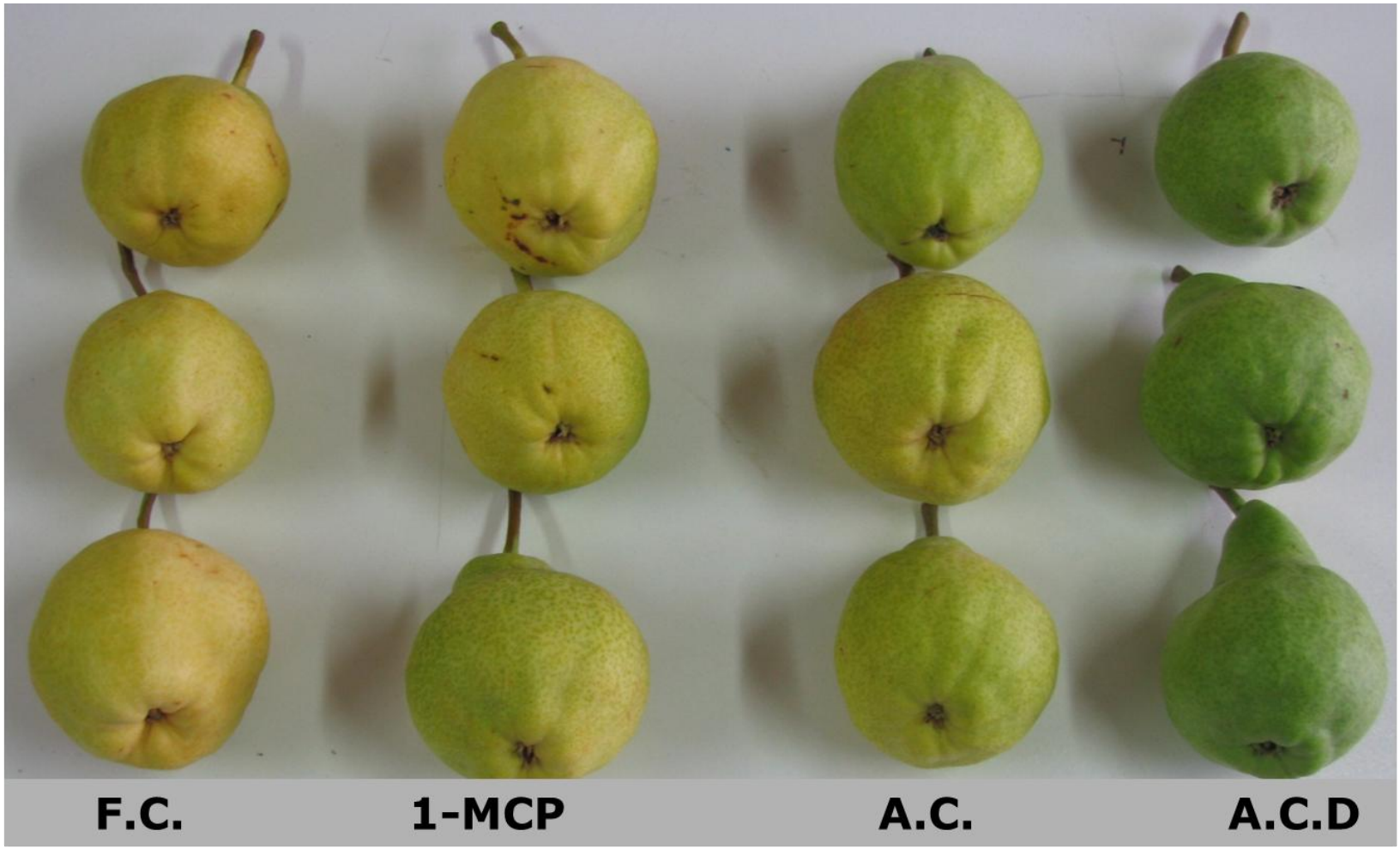
Fuente: Candan y Calvo, 2009



Manzanas Cripps Pink luego de 7 meses de almacenamiento

Fuente: Candan y Calvo, 2008

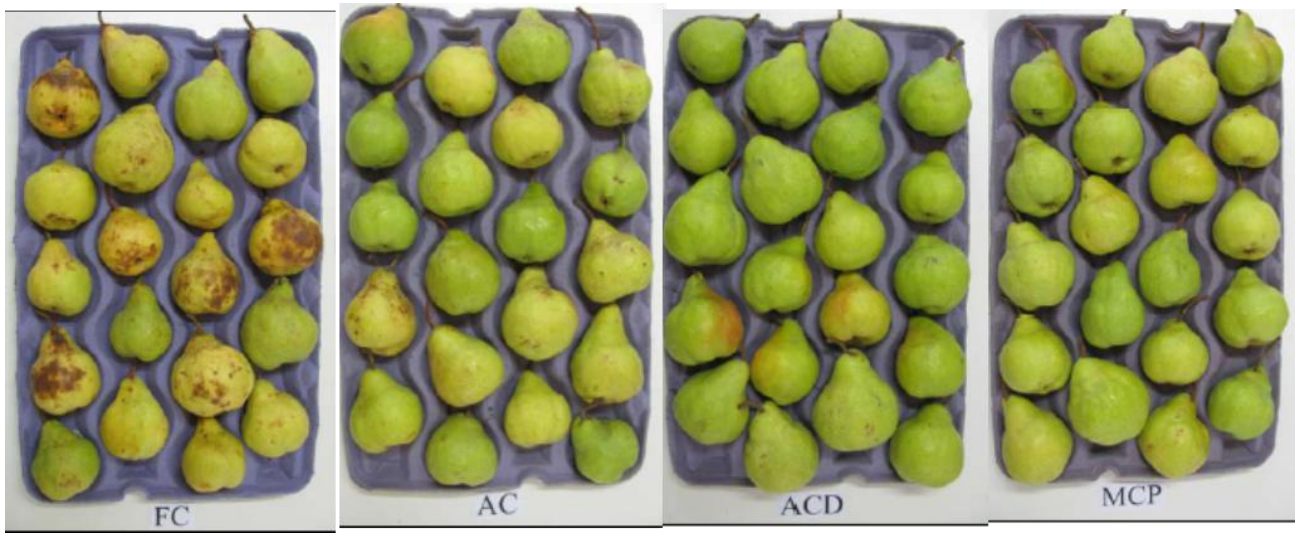
Mejor mantenimiento del color verde que la AC



Williams - 4 meses de almacenamiento

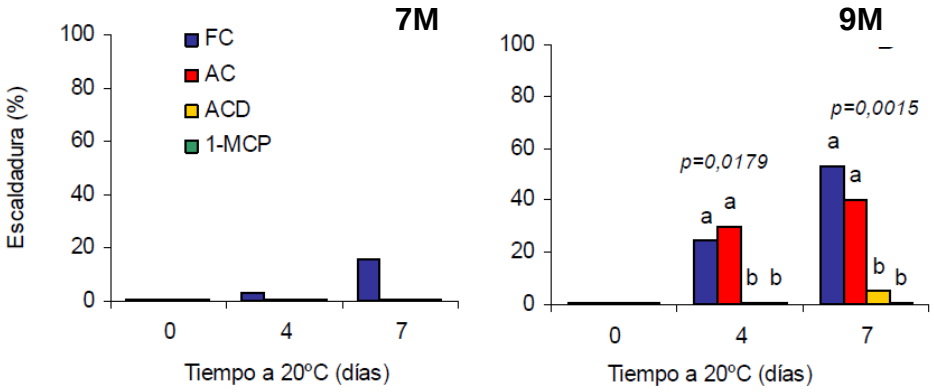
Fuente: Candan y Calvo, 2009

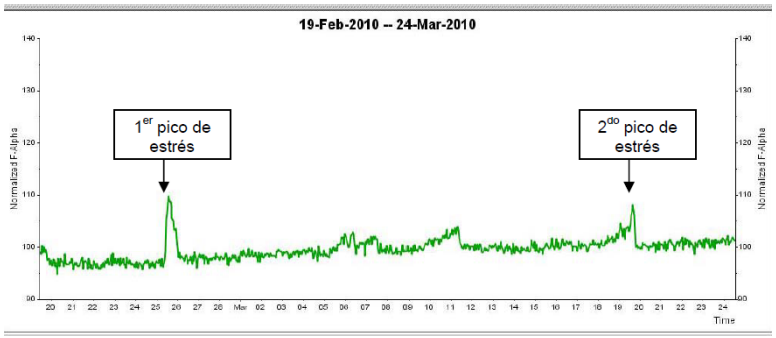
Mayor efectividad en reducir desarrollo de escaldadura superficial que AC



AC: 2% de O_2 y 1% de CO_2
ACD: 0,8%O_2 y 0,9% de CO_2
≈ 2 picos de estrés 0,3%

Packhams Triumph - 9 meses + 7 días a 20ºC





Fuente: Candan, Calvo, Stahl, 2010

Control de escaldado superficial en manzanas

3 meses a 0ºC + 14 días a

7 meses a 0ºC + 14 días a 20ºC

Granny Smith

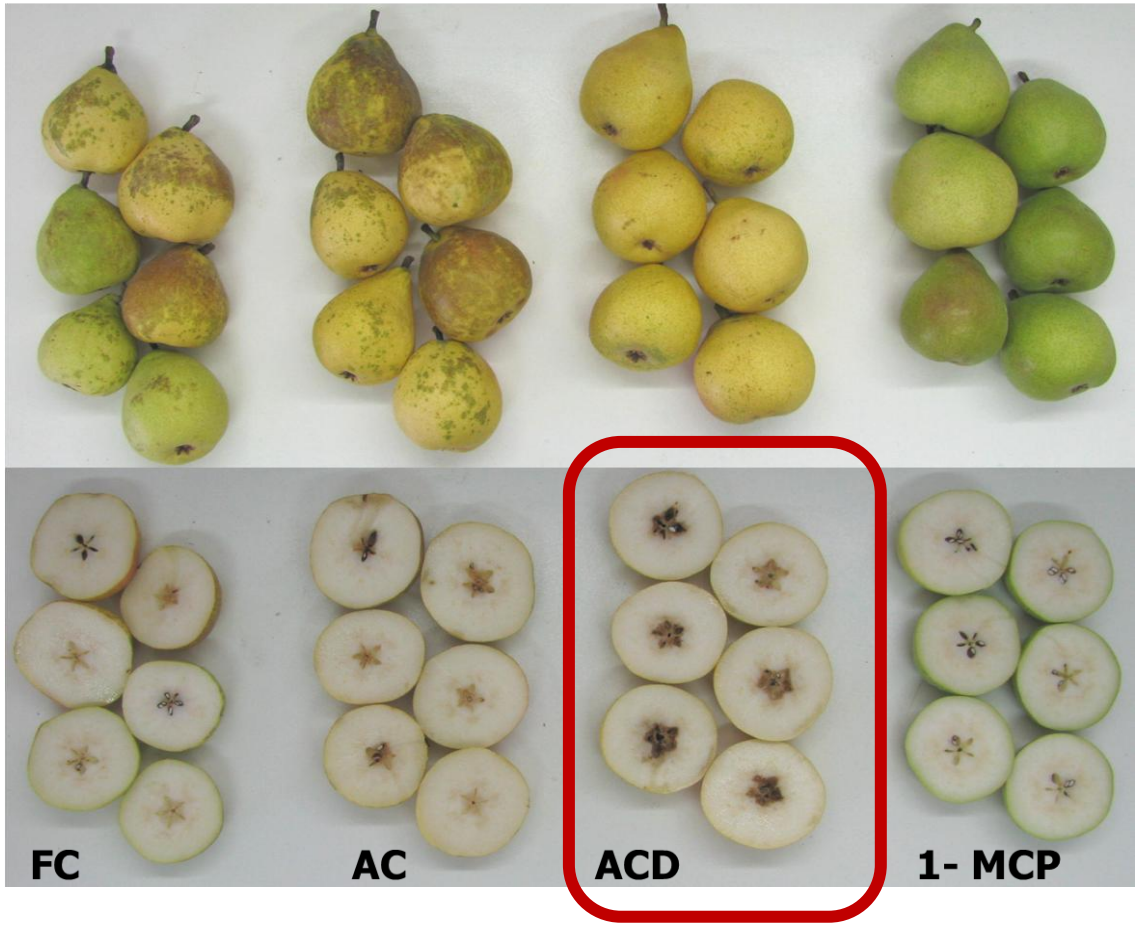
3 meses a 0ºC + 21 días a 20ºC

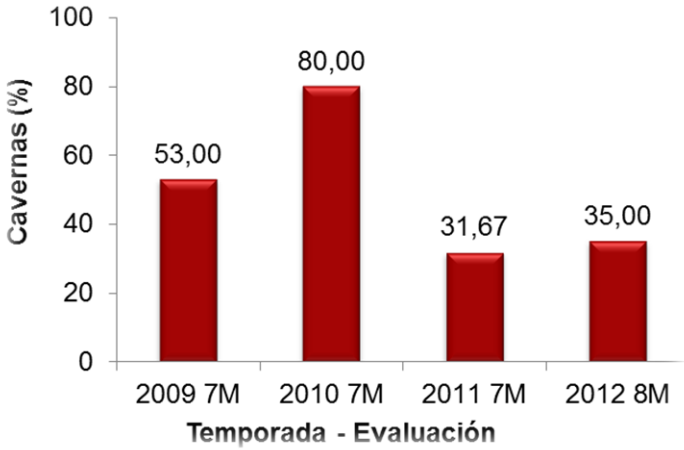
7 meses a 0ºC + 7 días a 20ºC

Cripps Pink

Fuente: Candan y Calvo, 2008

Desarrollo de cavernas en peras 'Beurre D' Anjou'





Peras Beurrè D' Anjou luego de 195 días a 0ºC+21 días

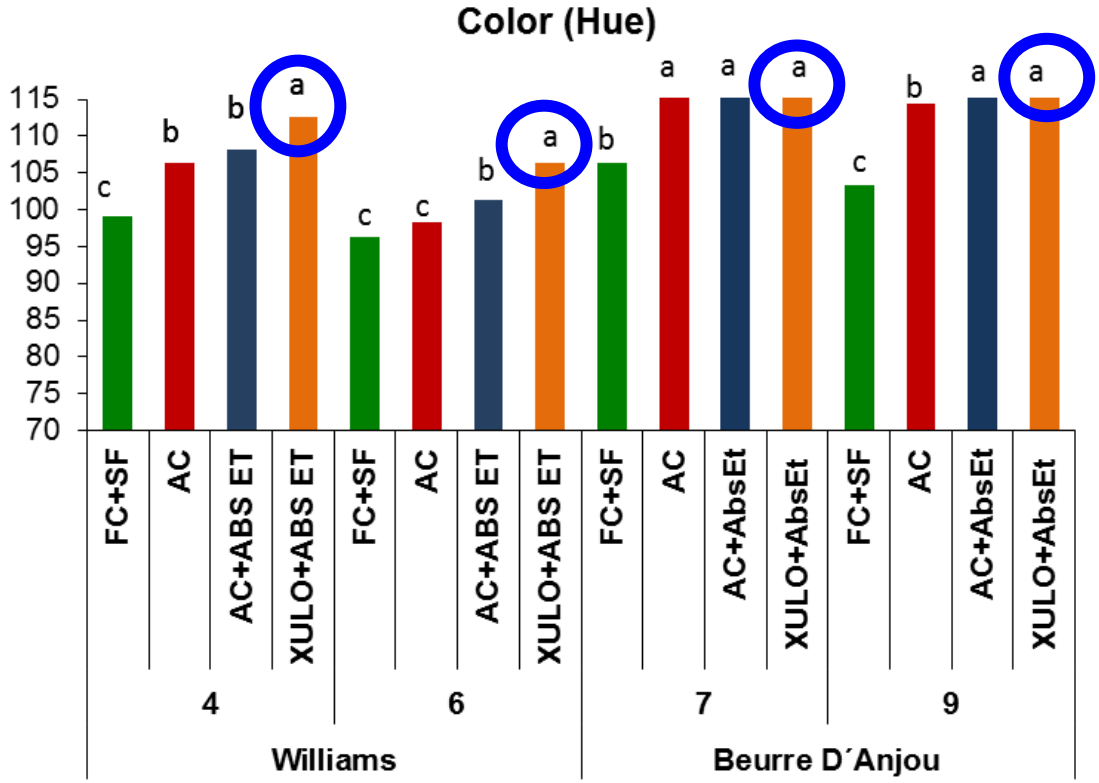
2009: Sin pico de estrés
2010: 1 pico: 19 días, 0,2%
2012: Sin pico de estrés. 0,7%O_2+<0,4%CO_2 (llego a 3,5%)

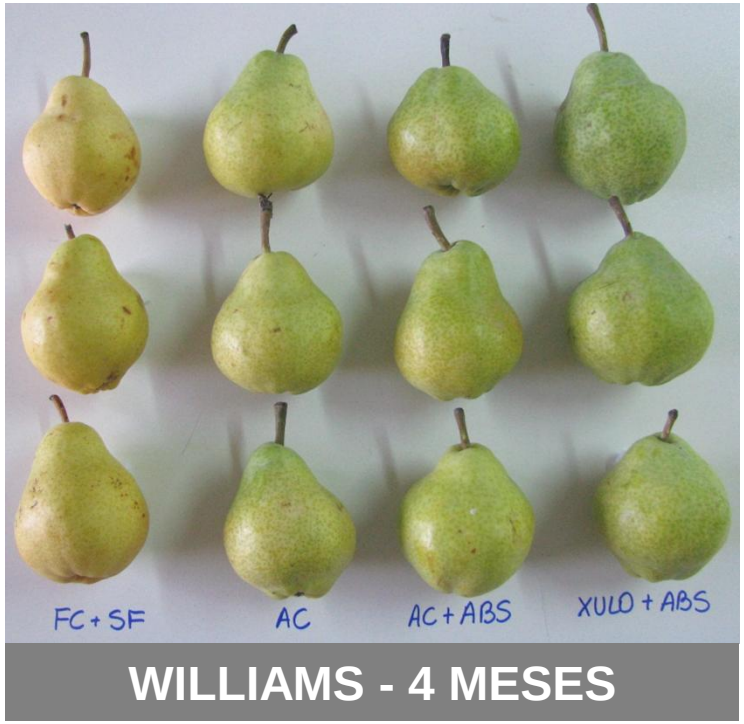
Ultra bajo oxigeno (X- ULO) + absorción de etileno y CO_2 en peras

2012	2013
SF 300 ppb	**X-ULO:** 0,8%O_2+0,8% CO_2
AC: 1,7-1,9% O_2 + 1,3% CO_2	**X-ULO+Abs ETCO₂:** 0,8%O_2+0,8% CO_2
AC+Abs.ET CO_2: 1,7-1,9% O_2 +<0,8% CO_2 ET<5ppm	**AC+SF150:** 1,8%O_2+1,3%CO_2
X-ULO+Abs ETCO₂: 0,8%O_2+<0,8%CO_2 ET<5ppm	

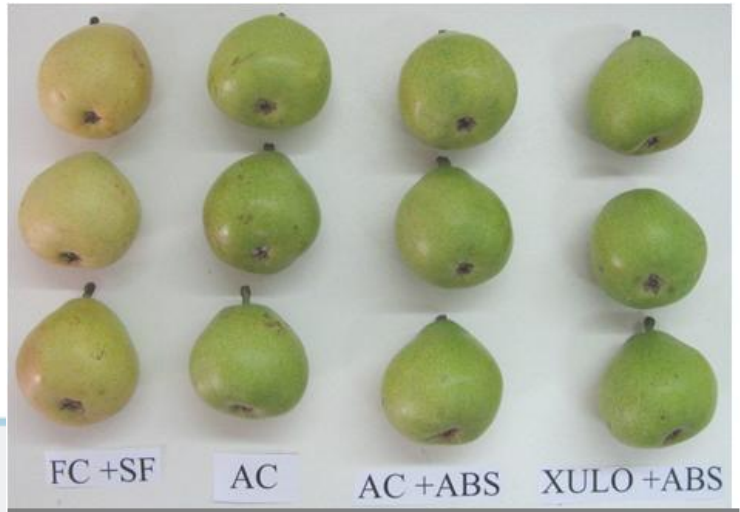
2012: 7 d WILL y 14 d PT y BA sin frio
2013: 10,5 días sin regulación gases & 3,5 días sin frio para D'Anjou & Packhams

Mejor mantenimiento del color verde que la AC





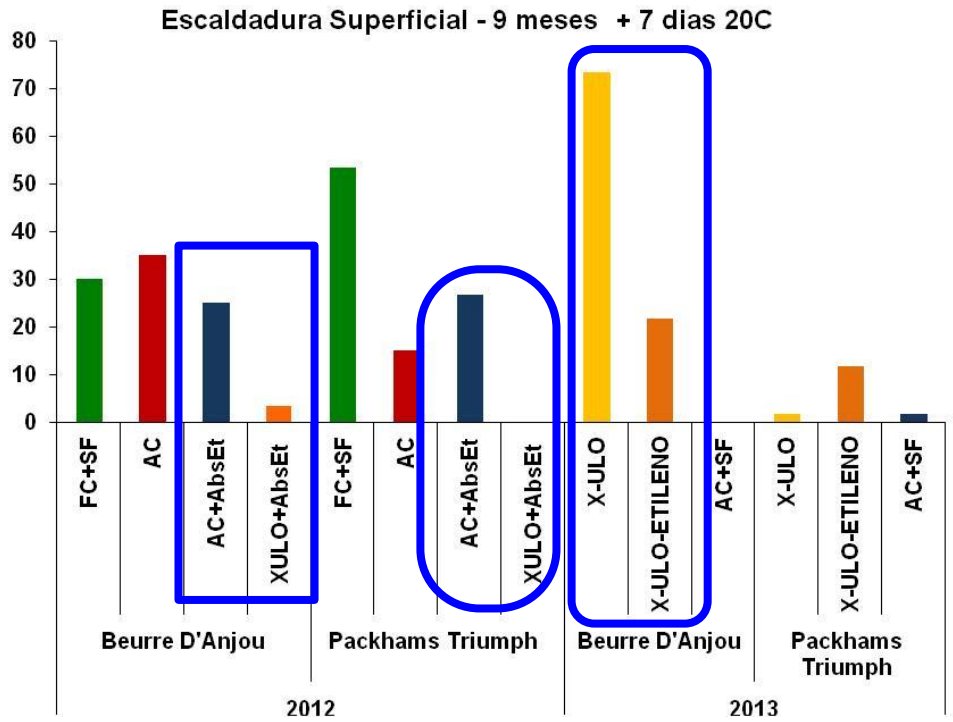
WILLIAMS - 4 MESES



BEURRE D´ANJOU - 9 MESES

Fuente: Calvo y Candan, 2012

Mayor efectividad en reducir desarrollo de escaldadura superficial que AC



BEURRE D'ANJOU- 9 MESES

Efecto de:

- **menor nivel de O_2**
- **absorción de etileno**

BEURRE D'ANJOU- 9 MESES

Consideraciones AC con bajo O_2

Ventajas:

- Los menores niveles de O_2 son más efectivos que AC en mantener la acidez, el color verde y la firmeza de los frutos
- **Escaldado Superficial:** Control mas efectivo que AC. La absorción de etileno podría mejorar el control
- **Maduración de los frutos:** Permite su normal maduración
- **Tecnología apropiada para productos orgánicos**

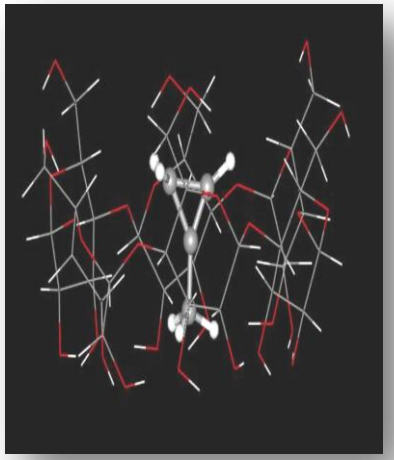
Desventajas:

- Las mismas que AC: Mayor costo de instalación y supervisión; mayor costo de instrumental; limitaciones de apertura de cámara
- **Cavernas:** El desarrollo de cavernas y pardeamiento limita su uso en peras Beurre D´Anjou

1-metilciclopropeno

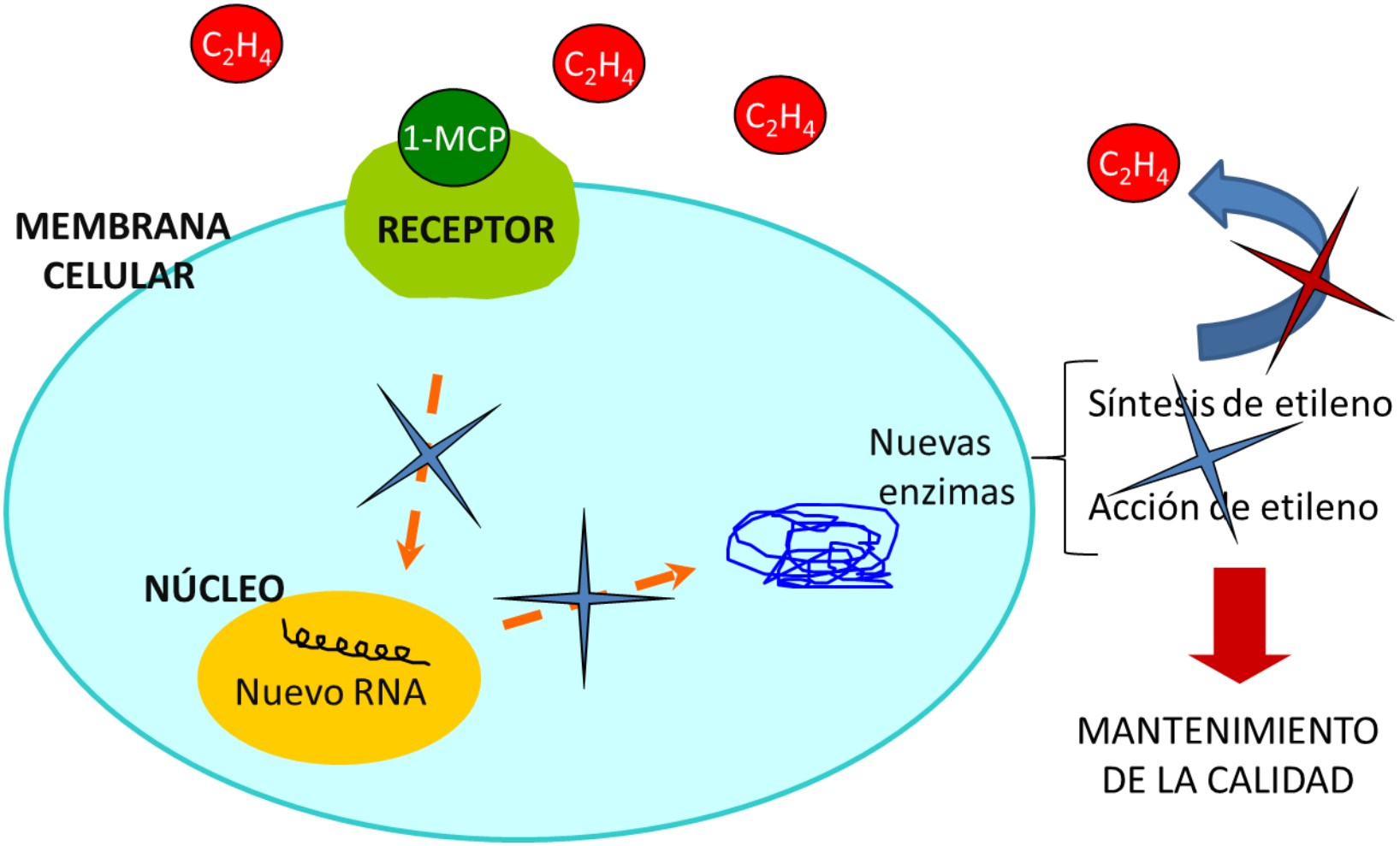
Convenio Agrofresh desde 2001

- Estrategias de aplicación en principales variedades.
- Efectos sobre la madurez y las fisiopatías
- Estudio de limitantes: demora, madurez, método de enfriamiento, materiales, condiciones de aplicación
- Alternativa antiescaldante
- Protocolos de reversión en peras
- Aplicación en precosecha: Harvista®



Utilización Comercial desde 2002- Utilizado por la mayoría de las empresas:20% de pera y 80% de manzana

Modo de acción del 1-MCP



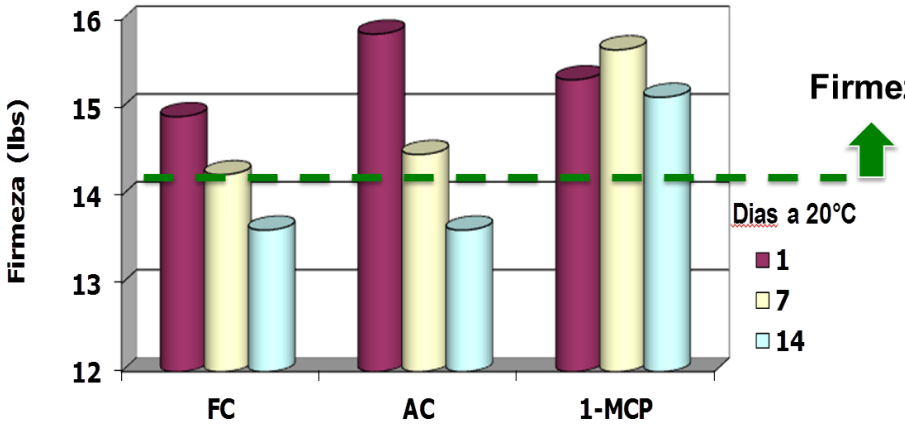
Efectos en los frutos

- Reduce de la producción de etileno y la tasa de respiración
- Retención del color verde, la firmeza y la acidez
- Reducción de la producción de volátiles
- Mantenimiento de la calidad nutricional
- Reduce fisiopatías relacionadas con etileno, como escaldado superficial, el decaimiento interno

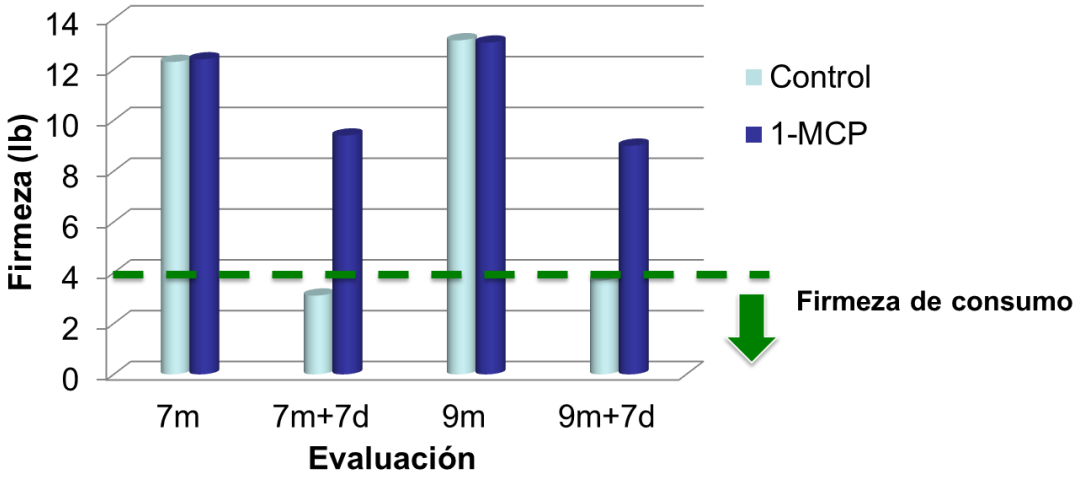
Factores que afectan la respuesta al 1-MCP

- Cultivar
- Madurez a cosecha
- Concentración aplicada
- Duración de la aplicación (6 a 24 hs f t°)
- Tiempo entre la cosecha y aplicación (f t°)
- Material de los bins y humedad
- Sistema de Conservación: FC, AC
- Duración del almacenamiento

Reduce la perdida de firmeza en conservación y vida en estante



Manzanas Red Delicious
+ 4 meses

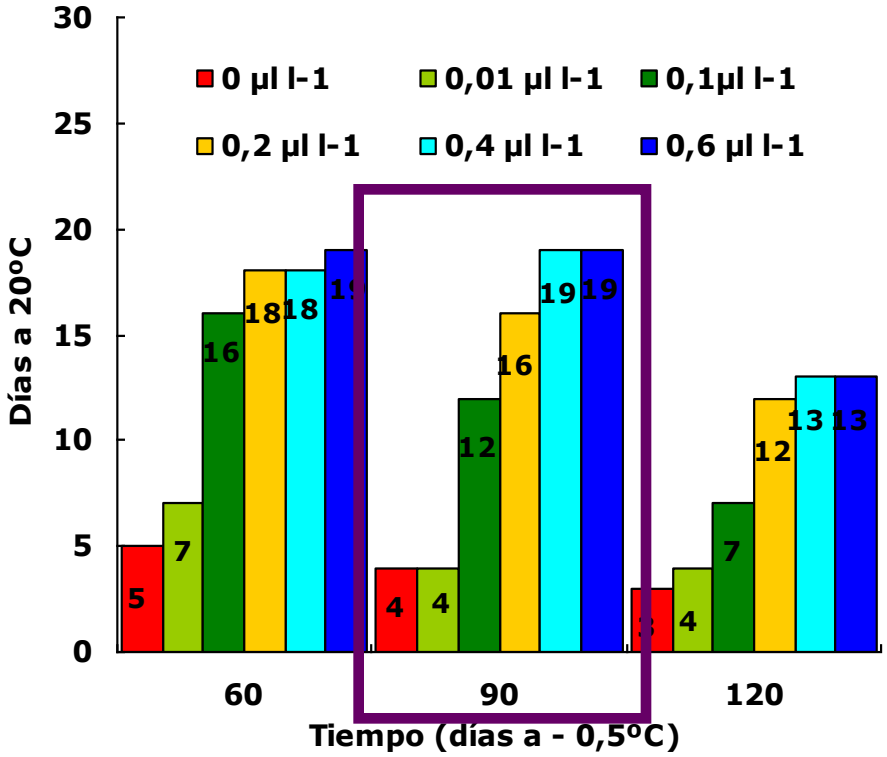


Peras Packham's Triumph
+ 7 o 9 meses

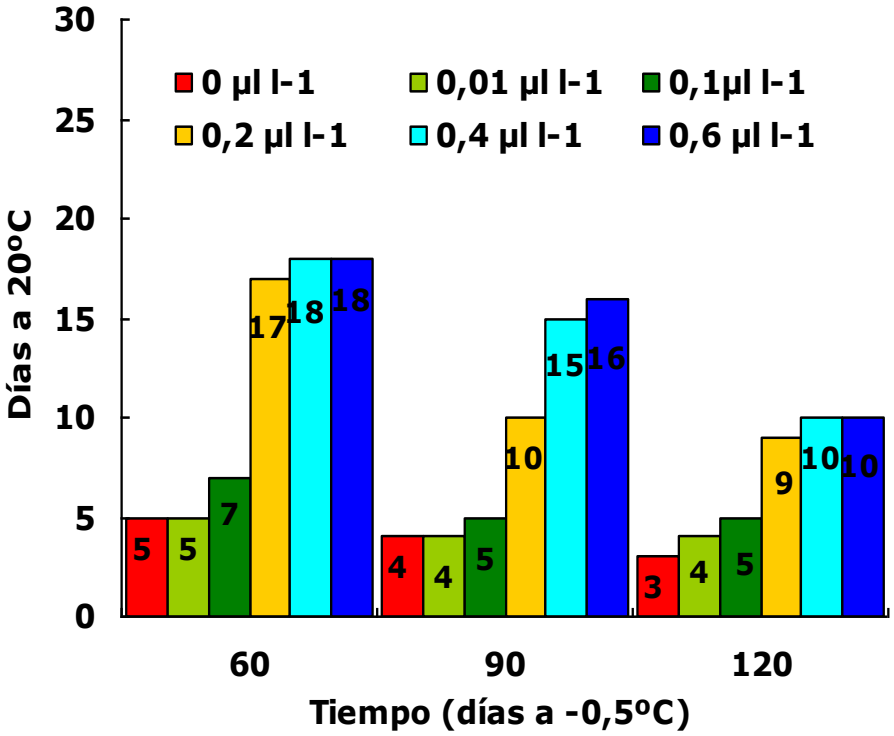
Fuente: Calvo, 2001; Fuentes y Candan, 2012

Prolonga la vida en estante de peras

1er Cosecha: 18/01



2da Cosecha: 05/02



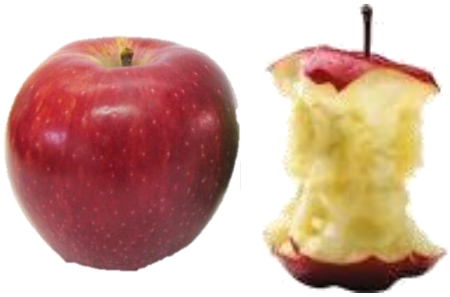
Peras Williams

Efecto de:

- **Dosis**
- **Longitud almacenamiento**
- **Madurez de los frutos**

Fuente: Calvo, 2001

Implicancias sobre el consumo



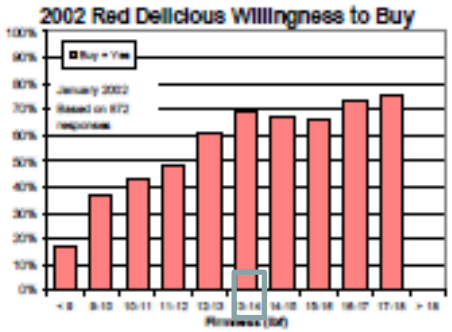
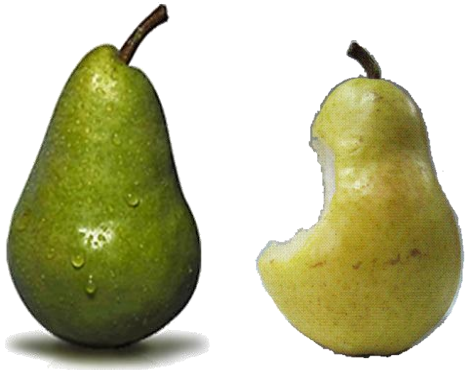


Figure 9. Consumer willingness to buy Red Deliciou apples at different firmness levels.

Fuente: Kupferman, 2005
872 encuestados
Firmeza <9 a >18 lb

- **Mantiene los componentes críticos del sabor: Incrementa la aceptabilidad de los consumidores, podría provocar un aumento del consumo**



- **En los casos en que dificulta el ablandamiento y la perdida de color, podría reducir la aceptabilidad de los consumidores**

Consideraciones 1-MCP

Ventajas

- No requiere inversión inicial y no tiene limitaciones de apertura de cámara
- Es la tecnología mas efectiva para retrasar la maduración y control de fisiopatías relacionadas con etileno
- Podría reemplazar la AC o combinarse con mayores beneficios
- Alternativa efectiva para el control de escaldadura superficial
- Permite mantener la calidad de frutos de cosechas tardías (beneficio un incremento en el tamaño y color rojo en manzanas)
- Posibilita exportaciones a ultramar de variedades de corta conservación, imposibles de realizar en frutos sin tratar Ej. Red Clapps

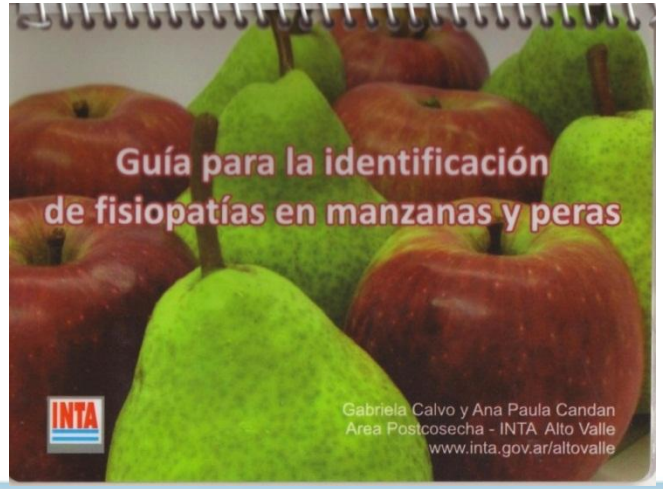
Desventajas

- En peras en algunos casos requiere modulación para alcanzar madurez de consumo
- Puede incrementar fisiopatias: bitter pit/plara, podredumbres relacionadas con heridas; lenticelosis en manzanas; retrasa desaparición de corazón acuoso en manzanas; susceptibilidad a daños en AC

2-Limitantes para el almacenamiento

Daños originados en precosecha que se manifiestan en conservacion

- Rajaduras
- Bitter Pit
- Plara
- Corazón Acuoso
- Asoleado
- Lenticelosis



Daños causados por bajas temperaturas

- Congelamiento
- Core flush
- Enfermedad común del frío
- Escaldadura blanda
- Escaldadura Superficial

Daños por condiciones inadecuadas de almacenamiento

- Decaimiento Interno y del corazón
- Deshidratación
- Escaldadura de Senescencia
- Harinosidad
- Daños en AC

Fisiología del desarrollo de escaldadura

Precursor α-farnasenos

Etileno

α-farnasenos

O_2

Trienos Conjugados

MHO

Daño Celular

Muerte de células epidérmicas

Altamente reactivos: reaccionan con lípidos y proteínas alterando la integridad de las membranas celulares, permitiendo el contacto con enzimas oxidativas y sus sustratos, causando el amarronamiento característico e incluso la muerte celular

Factores que influyen en la susceptibilidad de los frutos a la escaldadura

CARACTERISTICAS FISIOLOGICAS

- **Susceptibilidad del cultivar**
- **Estado de madurez de la fruta**
- Coloración de la fruta
- Cantidad de antioxidantes naturales

CARACTERISTICAS ECOLOGICAS Y AMBIENTALES

- Temperaturas de precosecha
- Región/ temporada

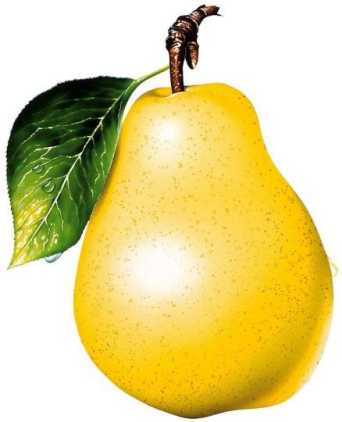
CARACTERISTICAS DEL MANEJO DE LA FRUTA

- Etileno en almacenamiento
- Temperatura de almacenamiento
- Tratamientos de acondicionado
- Calentamiento intermitente
- Conservación en atmósfera controlada
- Humedad relativa
- Ventilación y movimiento de aire en el almacenamiento

Relación madurez con escaldado superficial en manzanas y peras

MADUREZ

MENOR INCIDENCIA ESCALDADURA



¿?

+ ANTIOXIDANTES

+ ETILENO

Relación madurez con escaldado superficial en peras 'Beurre D´Anjou'

Índices de madurez a cosecha

Cosecha	Firmeza (lb)	SST (%)	AT (g/l)	Color (Hue)	Degr. Almidón (%)	DA
1 (24/1)	**16,03 a**	**10,38 b**	**4,84 a**	**118,47 a**	**12,50 b**	**1,19**
2 (07/02)	**14,19 b**	**11,04 a**	**3,44 b**	**118,16 a**	**35,60 a**	**1,03**
3 (21/02)	**12,29 c**	**11,22 a**	**2,88 c**	**116,87 b**	**47,00 a**	**0,92**
p-valor	*<0,0001*	*0,0003*	*<0,0001*	*0,0289*	*0,0003*	

Cantidad de horas acumuladas con t<10ºC : 8hs hasta la 1º cosecha,18 hs hasta la 2º cosecha y 40 hs hasta la 3º cosecha

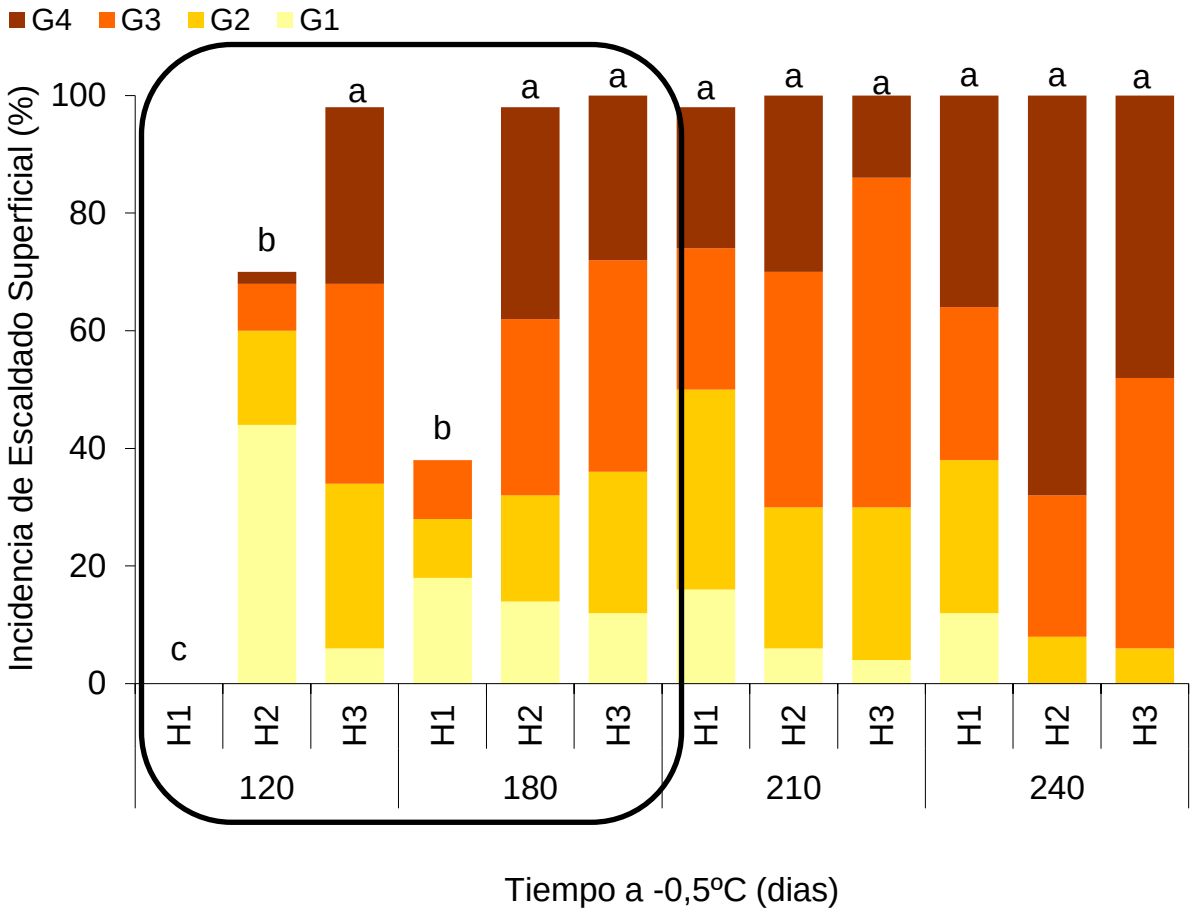
Fuente: Calvo y Candan, 2013

PRODUCCION DE ETILENO

Etileno	Cosecha	Tiempo de almacenamiento (días)				
		90	120	180	210	240
Demora (días)	1	-	28 a	5 a	0	0
	2	15 a	6 b	2 b	0	0
	3	10 a	6 b	2 b	0	0
	p-valor	*0,1083*	*0,0018*	*0,0004*		
Climaterio (días)	1	-	-	11 a	9 a	8 b
	2	23	14 a	9 b	8 a	7 b
	3	17	12 a	9 b	10 a	9 a
	p-valor	*0,1242*	*0,0096*	*<0,0001*	*0,5364*	*0,0138*

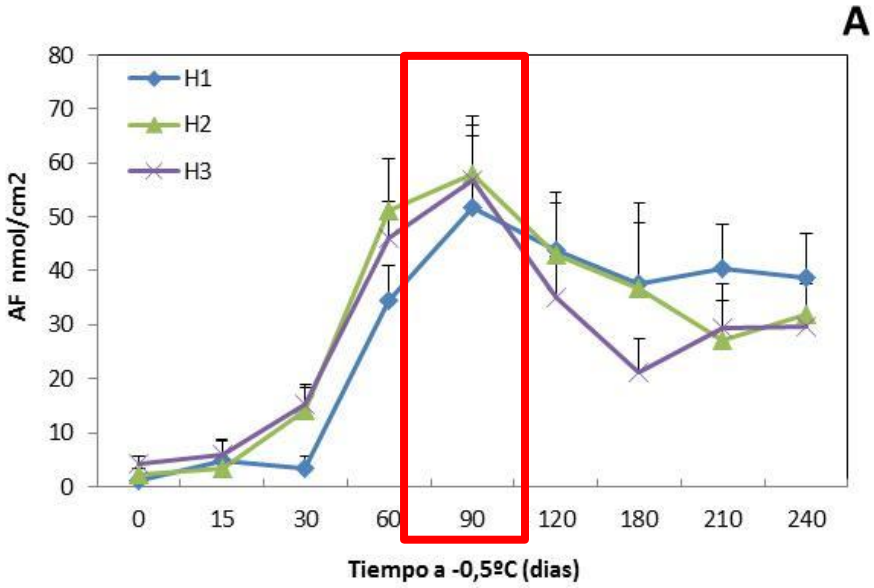
Fuente: Calvo y Candan, 2013

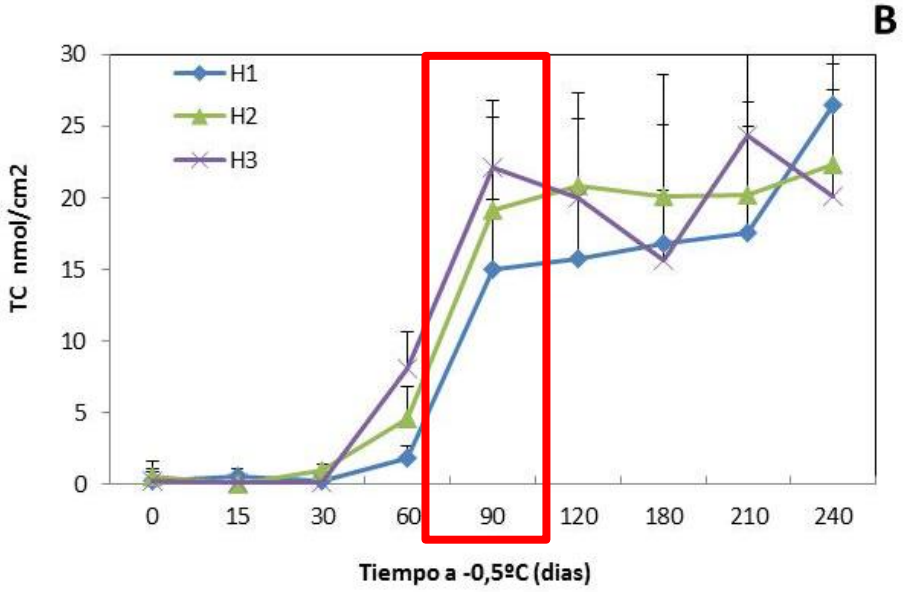
ESCALDADO SUPERFICIAL



Fuente: Calvo y Candan, 2013

ALFA-FARNASENOS Y TRIENOS CONJUGADOS





Fuente: Calvo y Candan, 2013

ANTIOXIDANTES TOTALES (DPPH)

Días a -0,5ºC	H1	H2	H3
0	19,4 ± 1,9 b	18,2 ± 2,2 b	30,0 ± 1,9 a
15	24,0 ± 1,4	27,5 ± 2,1	24,6 ± 0,9
30	30,1 ± 1,8	24,8 ± 2,9	30,2 ± 2,2
60	38,6 ± 1,8	29,7 ± 1,6	27,4 ± 2,3
90	32,3 ± 2,8	34,3 ± 2,5	34,0 ± 2,3
120	39,0 ± 1,8	37,4 ± 1,7	39,0 ± 1,5
180	36,7 ± 1,8	33,5 ± 2,1	25,0 ± 1,2
210	36,0 ± 1,1	30,2 ± 0,6	27,5 ±2 ,9
240	37,3 ± 1,3	34,6 ± 3,3	28,1 ±1,9
Promedio	32,22	30,04	29,57

Fuente: Calvo y Candan, 2013

Las peras se ubican en un nivel bajo del ranking de acuerdo a su actividad antioxidante y concentración de fenoles

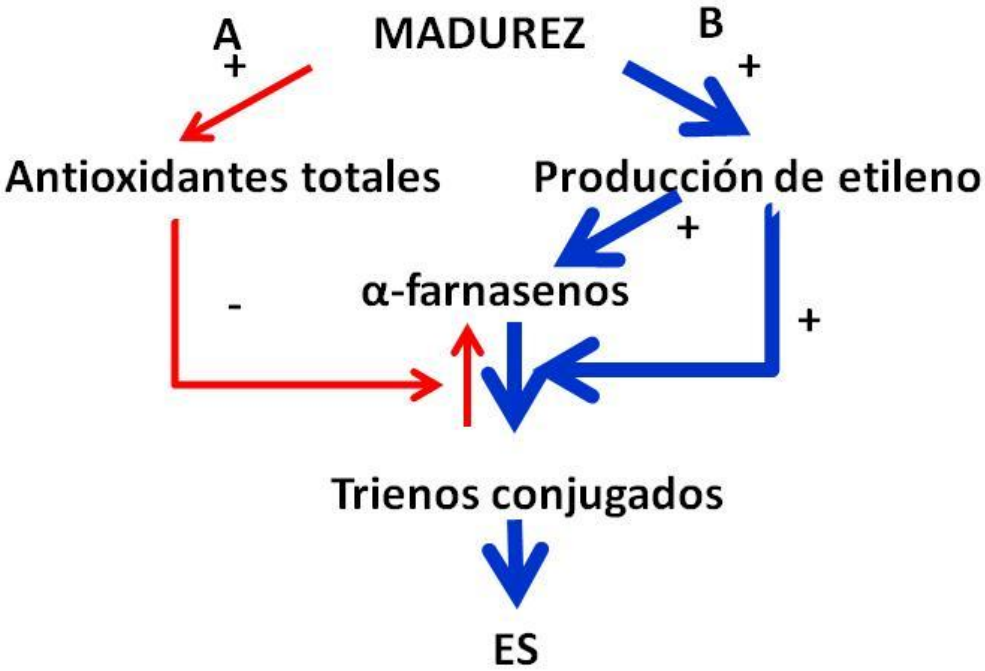
DPPH 80-90%

DPPH 50%

DPPH 40%

INTA

Efecto de la madurez sobre la susceptibilidad de peras 'Beurre D´Anjou' a la escaldadura superficial

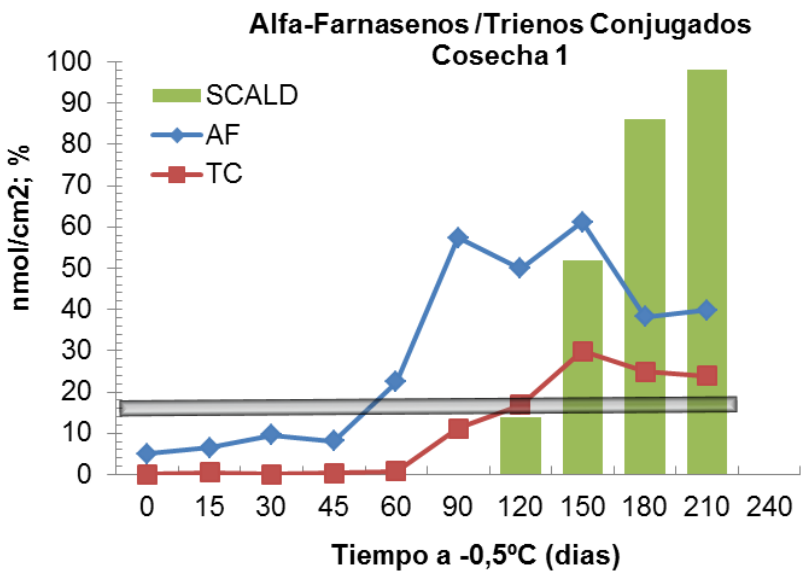


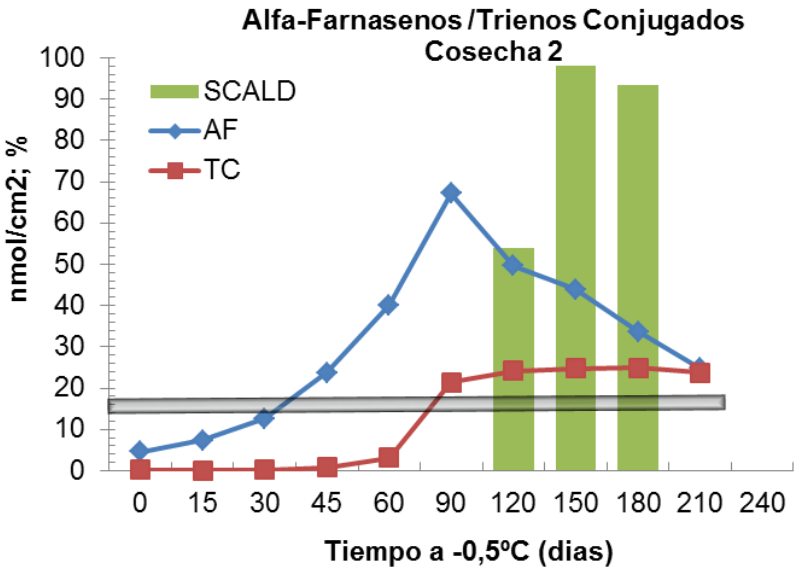
(A) incremento de la capacidad antioxidante total debido al avance de la madurez y la reducción de la oxidación de los α-farnasenos

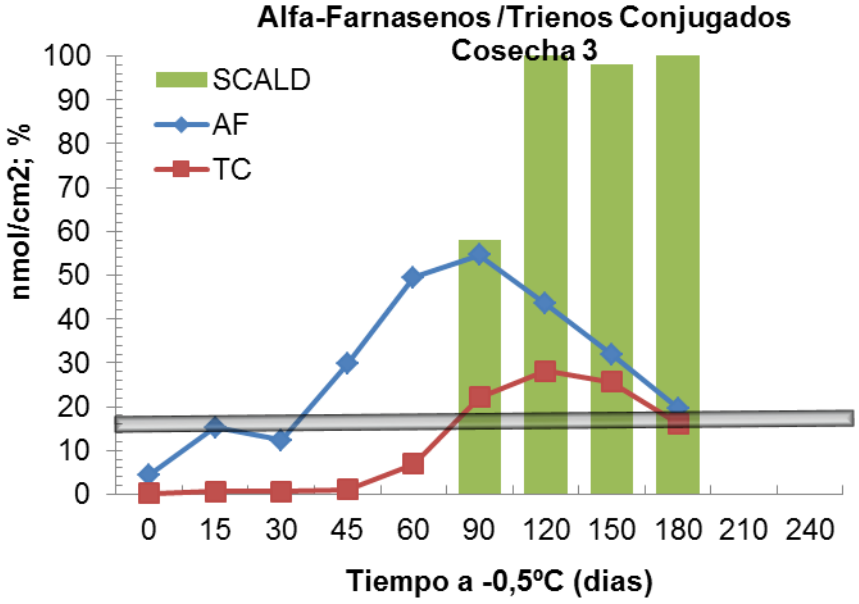
(B) incremento de la capacidad de producir etileno y consecuentemente AF y TC

Beurre D Anjou: el efecto de la madurez a cosecha sobre **A** sería significativamente menor que sobre **B,** por lo cual los frutos de cosechas tardías presentan mayor incidencia de ES

Trienos Conjugados y escaldado







Fuente: Calvo y Candan, 2014

3- Alternativas de Control Escaldado Superficial

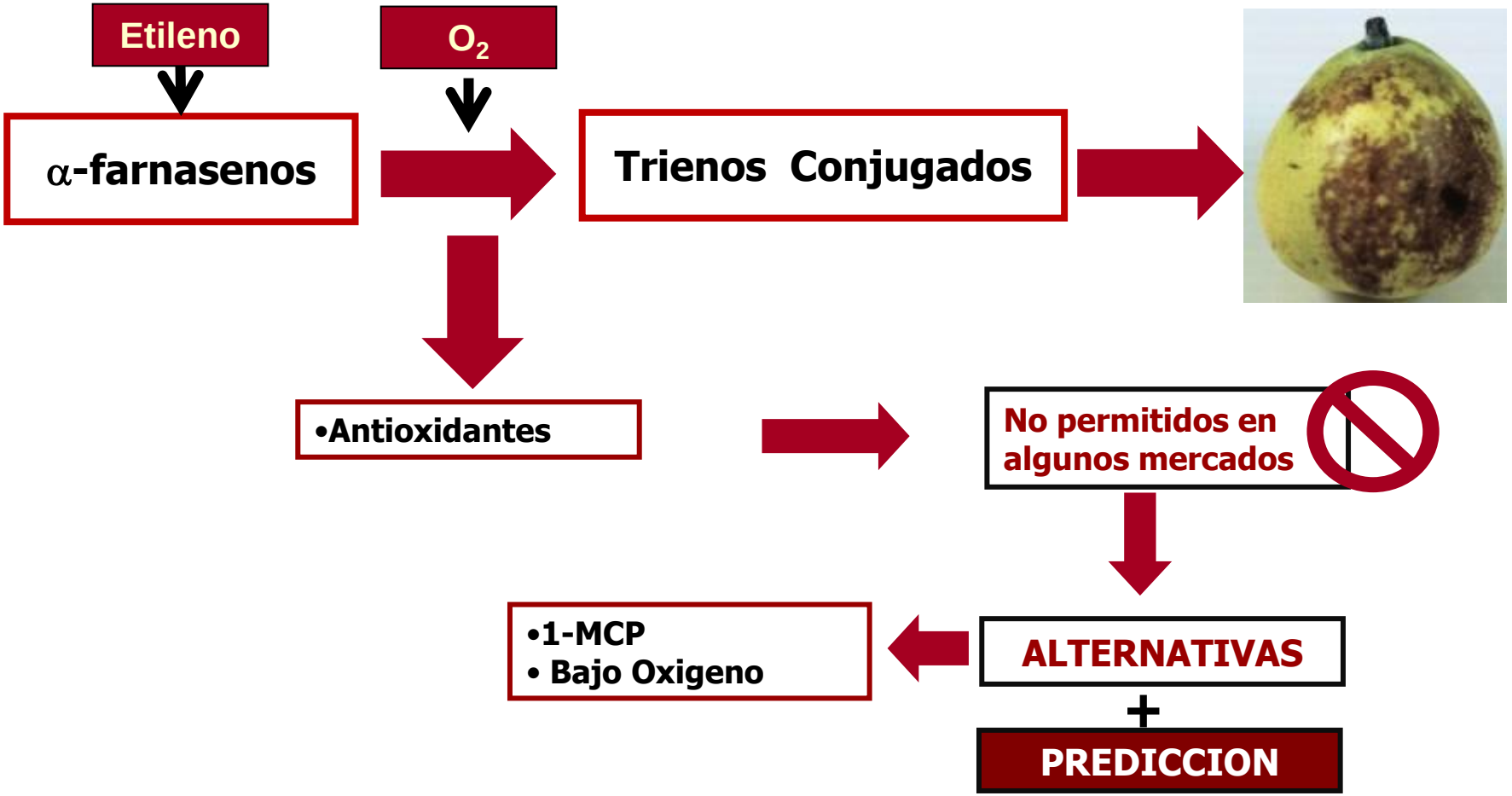
Químico:

- Antioxidantes: DPA, etoxiquina
- Antioxidantes alternativos (Vit E, C, BHT, alfa-tocoferol,Squalene)
- Semperfresh + DPA
- Aceite mineral: líquido - papeles
- Reguladores de crecimiento (ethephon, giberelinas)
- Aminoetoxyvinilglicina (AVG)
- 1-MCP

Físico

- Atmósferas con bajo O_2 (ULO, ILOS)
- Atmósferas con alto CO_2
- Tratamientos térmicos previos al almacenamiento (aire caliente)
- Inmersión en agua caliente
- Tratamientos térmicos durante el almacenamiento
- Etileno (niveles menores a 1 ppm)

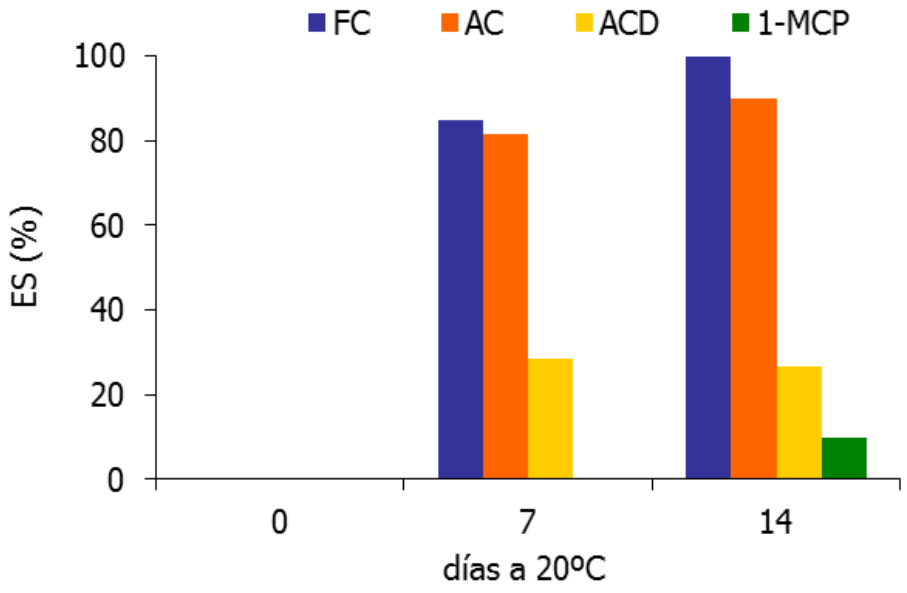
Alternativas factibles de usar a nivel comercial



1-MCP y ACD en manzanas

- Ambas tecnologías son efectivas para controlar escaldadura
- Beneficios adicionales de la combinación 1-MCP+ACD
- Todos los factores que reduzcan el potencial de almacenamiento (madurez, calidad de los frutos, etc), reducen su eficacia
- La demora en la aplicación de ambas tecnologías reduce su efectividad
- Al prolongarse el almacenamiento, se puede reducir su efectividad

1-MCP y ACD en peras



Escaldadura superficial en peras 'Beurré D'Anjou' después de 200 días de almacenamiento

Frío Convencional

Atmósfera Controlada

Atmósfera Controlada Dinámica

1-MCP

Fuente: Candan y Calvo, 2009

Optimizar métodos de control

1-MCP

Inhibe ablandamiento

ESTRATEGIAS DE MODULACION

Formación de nuevos receptores /competición

- **Aplicación de etileno exógeno**
- **Manejo de la temperatura**
- **Aplicaciones simultaneas**
- **Demora aplicación 1-MCP**

ACD

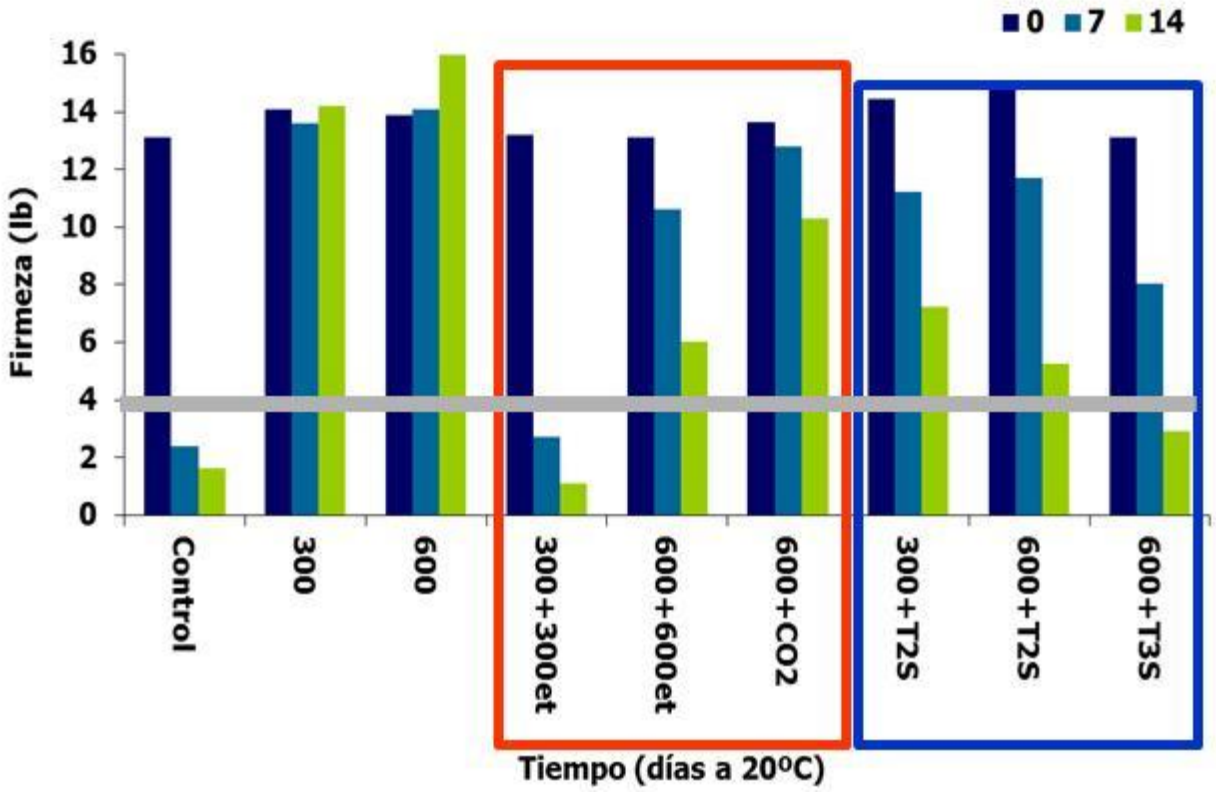
Toxicidad por O_2/CO_2 en cv susceptibles

FACTORES QUE AFECTAN SUSCEPTIBILIDAD AL $O_2/CO2$

Reducir susceptibilidad de los frutos al O_2/CO_2

- **Mayores niveles de O_2**
- **Madurez a cosecha**

Modulación de los efectos del 1-MCP



Peras 'Packham´s Triumph' luego de 160 días de conservación y 0, 7 y 14 días a 20 ºC.

Fuente: Calvo y Candan, 2009

Modulación de los efectos del 1-MCP

- Las diversas estrategias evaluadas lograron de alguna manera revertir los efectos del 1-MCP aplicado en cosecha: incremento de la producción de etileno, la tasa de ablandamiento y la pérdida de color verde.
- **Temperatura:** Su efectividad depende del tiempo de permanencia a 17-21ºC (1,2,3 semanas) y duración del almacenamiento. Ventaja: se podría realizar a medida que se necesita comercializar la fruta. Desventaja: en algunos caso la escaldadura es mayor que en los controles
- **Aplicaciones simultaneas:** dependiente de la concentración de 1-MCP y etileno/CO_2 (proporción). Etileno:1:1 y 1:0,5. CO_2:5% fue efectivo y 10% no. Desventaja: decidir antes de la conservación y en toda la fruta

4- Situación de registro de los antioxidantes

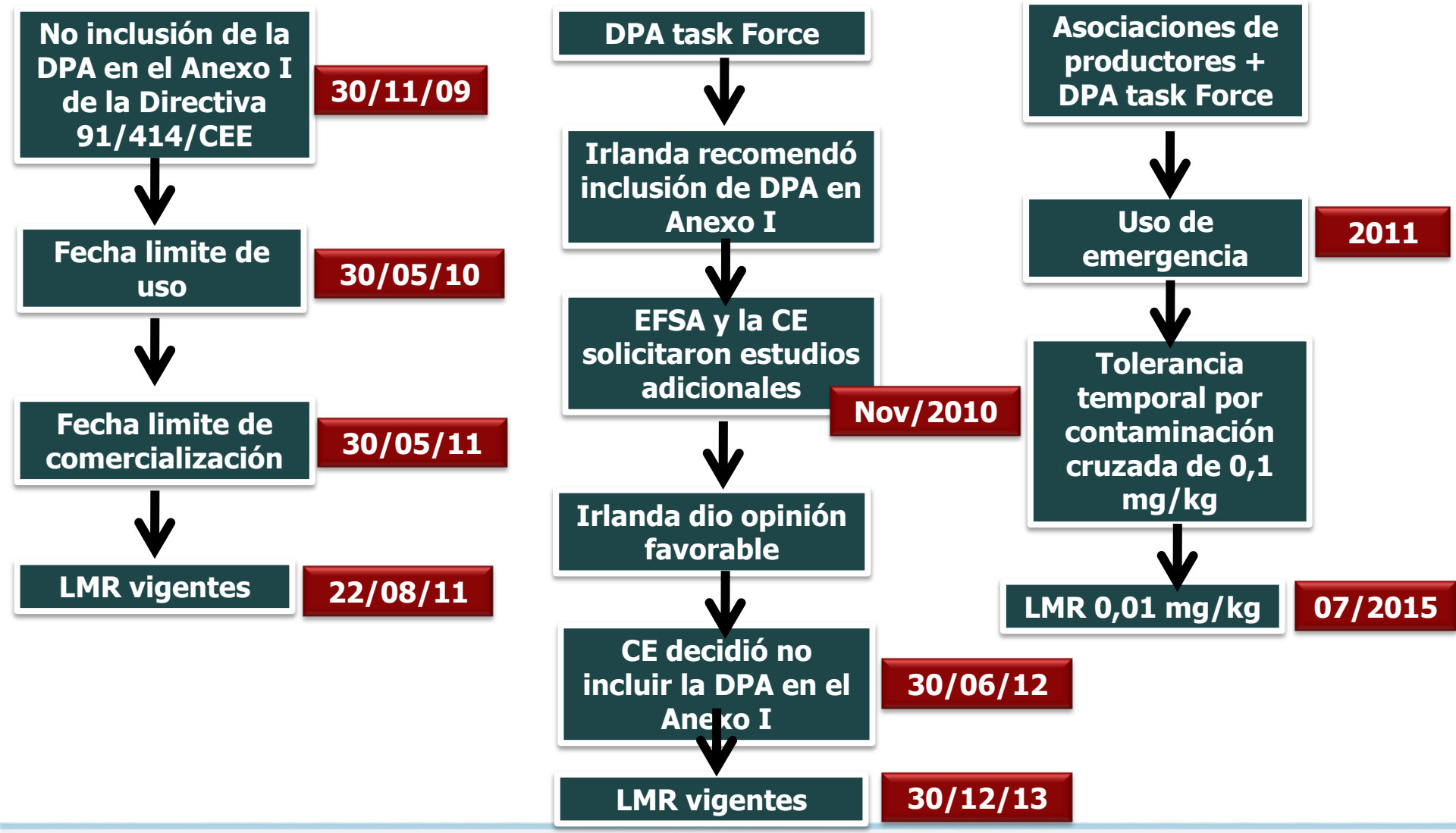
Límites máximos de residuos en diferentes países (mg/kg)

DPA	Codex	UE	Rusia	Brasil	USA	CANADÁ	JAPÓN	ARGENTINA
Manzana	10 (po)	5 (ni)	NR	NR	10 (pr-po)	5	10	3
Pera	5 (po)	10 (ni)	NR	NR	5 (po)	RST	5	3

Etoxiquina	Codex	UE	Rusia	Brasil	USA	CANADÁ	JAPÓN	ARGENTINA
Manzana	-----	0.05* (ni)	NR	NR	RST	RST	3	------
Pera	3	3 (ni)	NR	NR	3	3	3	-----

NR: no registrado // RST: registrado sin tolerancia .
(po): uso pos cosecha / (pr) uso pre cosecha.
* Límite de determinación analítica.
(ni) no aprobado bajo Reglamento (CE) 1107/2009. No incluido en reglamento 540/2011

Situación de registro de la DPA en la UE



Sigue siendo legal en EEUU, Canadá, Australia, Chile, Argentina, Uruguay, Sudáfrica y los países que se rigen por el Codex (Venezuela, Colombia, Perú, Costa Rica, Panamá, Nicaragua, Guatemala y Honduras)

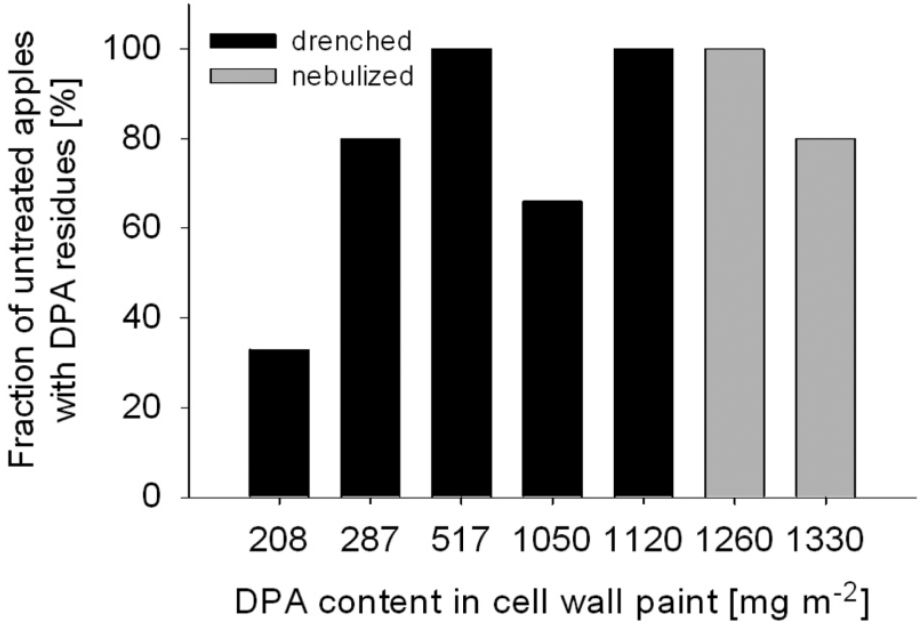
Contaminación cruzada

- Frecuente encontrar residuos de DPA en frutos no tratados. Antecedentes de varias regiones productoras: Estados Unidos, Canadá, Argentina, Italia e Israel.

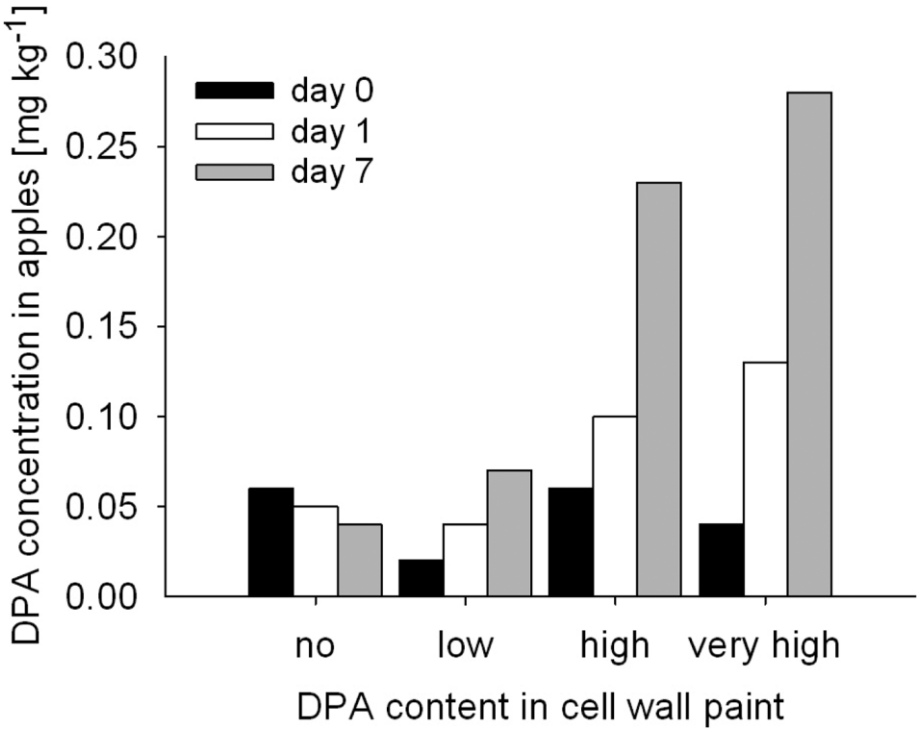
- **Posibles fuentes contaminación DPA:**
  - Volatilización de paredes (pintura) de cámaras de almacenamiento
  - Cámaras que comparten suministro de aire
  - Bines de madera y el plástico
  - Protectores de los bins
  - Línea de empaque
  - Espuma de aislamiento
  - Fruta tratada en la misma cámara
  - Absorbedores de CO_2 (no es significativa)

Fuente: Forney et al.,2004; Robatscher et al., 2012

Contaminación cruzada



Fracción de manzanas no tratadas con residuos detectables luego de 7 meses de conservación



Adsorción de DPA en manzanas 'Golden Delicious' conservadas por 7 días en cámaras contaminadas con DPA. Muy alto=1330 mg m-2

Fuente: Robatscher et al., 2012

Contaminación cruzada

- Hasta el momento, ninguno de los métodos que se han evaluado para eliminar los residuos de DPA resultó efectivo, y se observó una persistencia ambiental de este principio activo en todo tipo de superficies y suelos.
  - Ozono
  - Bines expuestos al sol

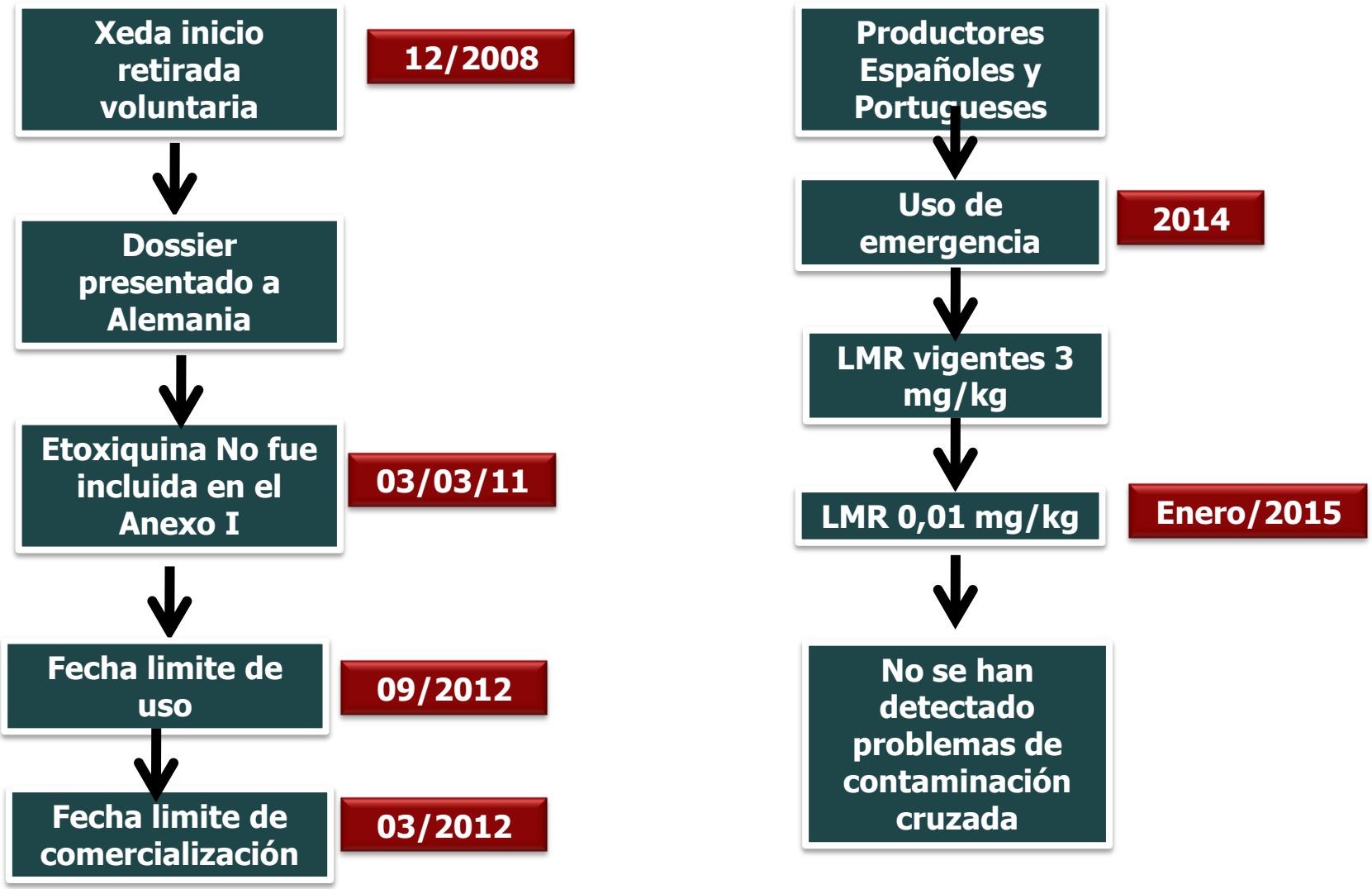
RECOMENDACIÓN:

- Bines nuevos
- Almacenar frutos en cámaras que no han sido previamente utilizadas para las manzanas tratadas con DPA.

SITUACION REGIONAL

- Persistencia ambiental DPA en todo tipo de superficies y suelos.
- Se han detectado residuos de DPA en bines de madera, en empaques que hace varias temporadas (+5) que no tratan su fruta.
- Los residuos detectados están en el rango de 0,10 mg/kg y 0,65 mg/kg.

Situación de registro de la etoxiquina en la UE



Fechas relevantes

DPA

- En Junio 2012 la CE decidió no incluir la DPA en el Anexo I.
- El actual LMR de 5 mg/kg para manzanas y 10 mg/kg para peras permanecio vigente en UE hasta finales de 2013.
- Se estableció una tolerancia temporal por contaminación cruzada de 0,1 mg/kg de DPA para peras y manzanas, válida hasta Julio 2015

Etoxiquina

- En Marzo 2011 la CE decidió no incluir la etoxiquina en el Anexo I.
- El actual LMR para peras de 3 mg/kg permanecerá vigente hasta enero 2015, ya que se autorizó el uso de emergencia

AREA POSTCOSECHA INTA ALTO VALLE

GRACIAS POR SU ATENCION!!