

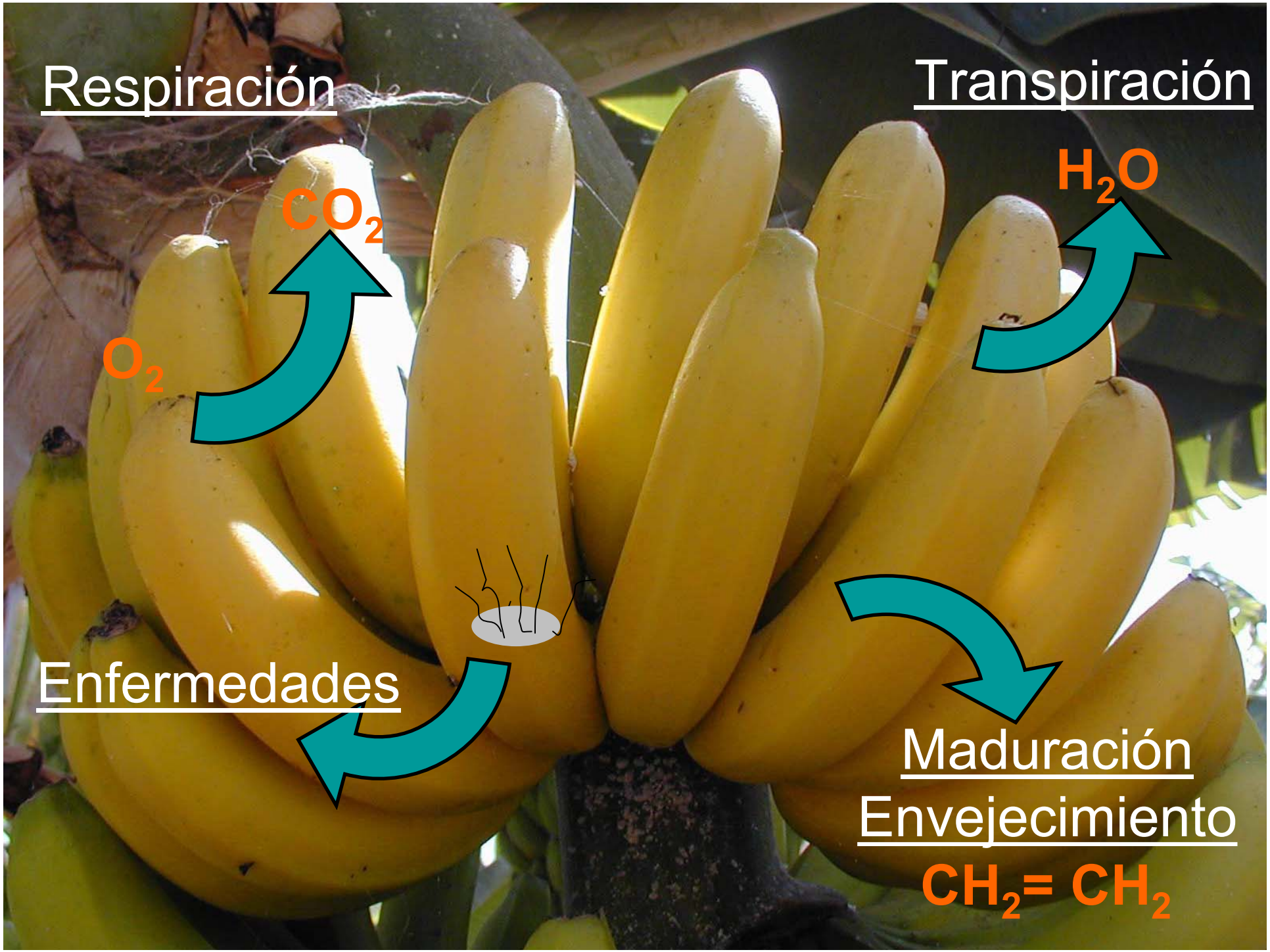




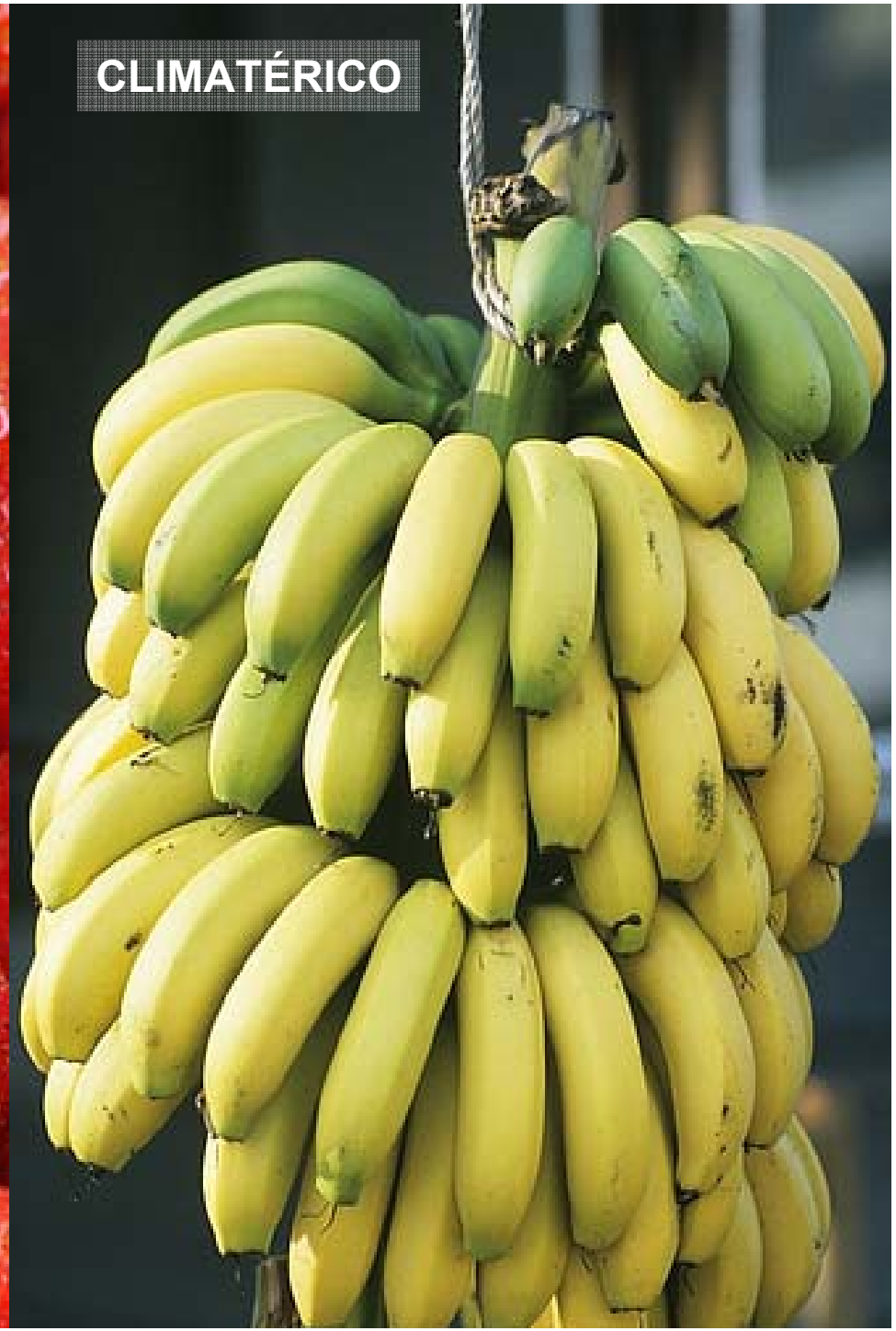


“Maduración artificial: Una herramienta clave en la vida comercial del plátano”

Dra. Mª Gloria Lobo Rodrigo (ICIA)
Dr. Antonio Marrero Domínguez (ULL)
Dra. Mónica González González (ICIA)


Respiración
CO_2
O_2
Transpiración
H_2O
Enfermedades
Maduración
Envejecimiento
$CH_2 = CH_2$


NO
CLIMATÉRICO


CLIMATÉRICO



DESARROLLO DEL FRUTO (NO COMESTIBLE)

MADUREZ COMERCIAL

SOBREMADURO

MADUREZ FISIOLÓGICA





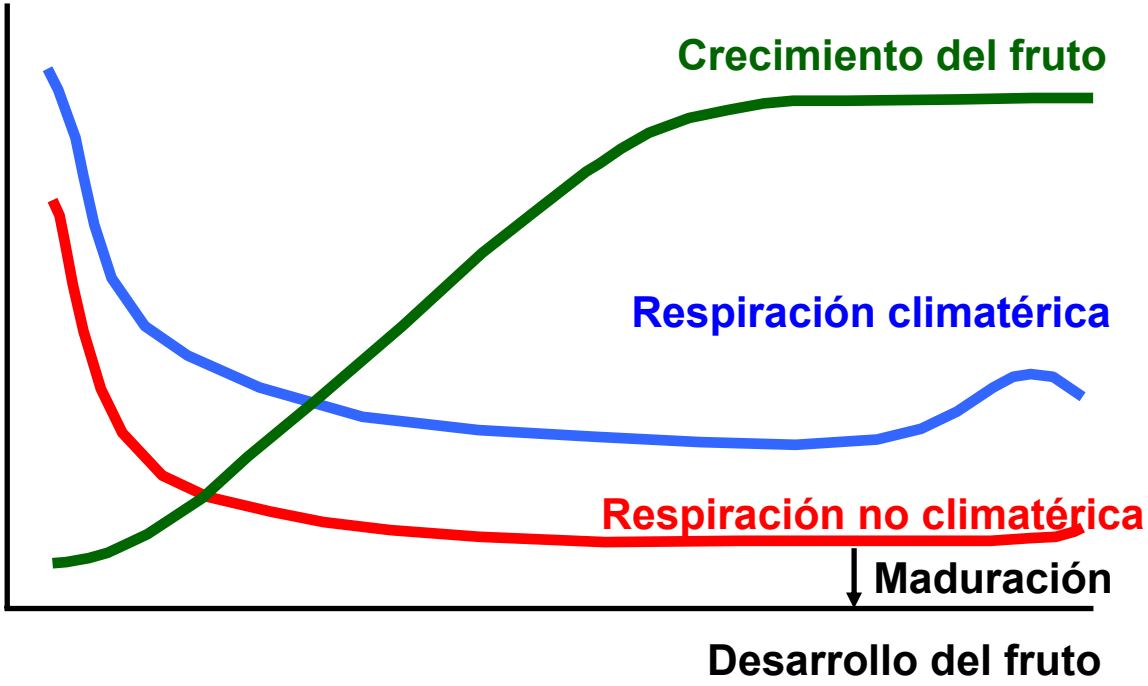
DESARROLLO DEL FRUTO

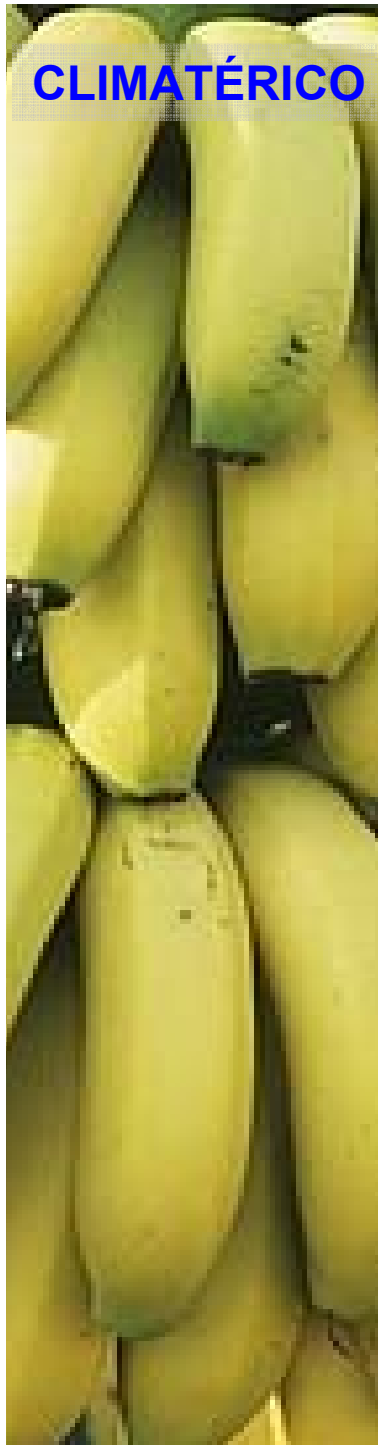
MADUREZ COMERCIAL

SOBREMADURO



PATRÓN RESPIRATORIO DE FRUTOS





Recolección

- Tiempo desde la floración
- Acumulación de unidades de calor
- Calibre
- Índice de respiración y concentración de etileno
- Color de la piel
- Coloración de semillas
- Firmeza de la pulpa
- Índice refractométrico (ºBrix)
- Reconversión de almidón
- Concentración de ácidos orgánicos
- Aroma





Cadena comercial

Recolección



Transporte a Cooperativa



Recepción



Desmanillado

Selección/Pesado





Lavado



Fungicida

Empaquetado

Paletizado

Cadena comercial



Recolección

Transporte a Cooperativa

Recepción



Desmanillado



Lavado

Selección/Pesado

Fungicida

Empaquetado

Paletizado

Cadena comercial

MERCADO LOCAL

Maduración artificial



Cadena comercial

MERCADO LOCAL

Maduración artificial

Distribución minoristas





Cadena comercial

MERCADO LOCAL

MERCADO NACIONAL O INTERNACIONAL

Maduración artificial

Transporte en reefer

Distribución minoristas



Cadena comercial

MERCADO LOCAL

Maduración artificial

Distribución minoristas

MERCADO NACIONAL O INTERNACIONAL

Transporte en reefer

Embarque y Llegada a destino

Maduración artificial



Cadena comercial

MERCADO LOCAL

Maduración artificial

Distribución minoristas

MERCADO NACIONAL O INTERNACIONAL

Transporte en reefer

Embarque y Llegada a destino

Maduración artificial

Distribución minoristas





Cadena comercial





Maduración artificial



Etileno (Azethyl)



Etefon



Generador catalítico de etileno



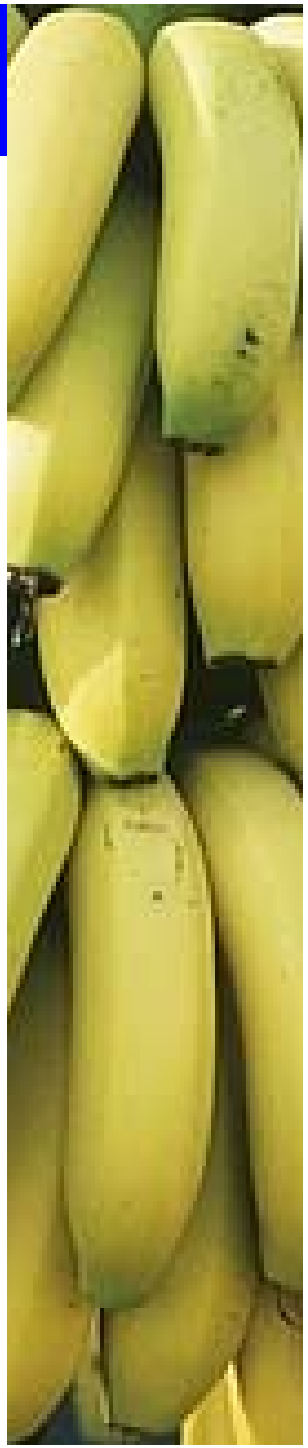
Carburo cálcico



Maduración artificial

ETILENO

- Inducción más etileno
- Modifica actividad respiratoria
- Degradación clorofilas y almidón
- Síntesis pigmentos
- Degradación pared celular
- Modificación permeabilidad membranas
- Generación aromas



Maduración artificial

Concentración de etileno

Tiempo de exposición

Tª a la que tiene lugar el tratamiento

Concentración de dióxido de carbono y oxígeno

Humedad relativa

Tª de almacenamiento

Calidad en el punto de consumo

Vida comercial

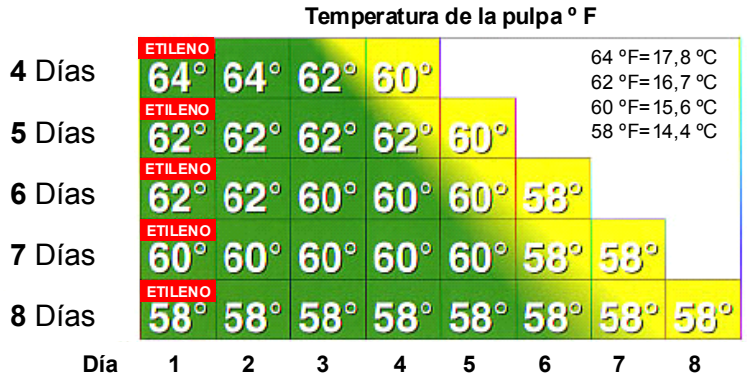


Maduración artificial

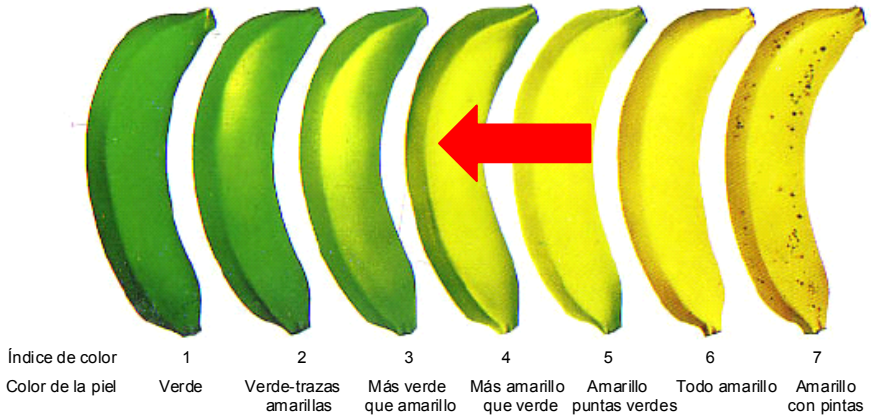
Concentración de etileno

- 1 ppm – 1000 ppm
- Importante la hermeticidad de la cámara

Tª de aplicación del etileno y Tª almacenamiento



Para alcanzar grado de madurez 4



↑ Tª aplicación aumenta caída de dedos (<20ºC)



Maduración artificial

Tiempo de exposición al etileno

- 16 h a 48 h (normalmente 24 h)
- Interacción

Concentración etileno * Tª aplicación * Tiempo exposición

Si ↑ Tª aplicación ↓ Concentración de etileno

↓ Tiempo exposición



Daños por



Guisado



Maduración artificial

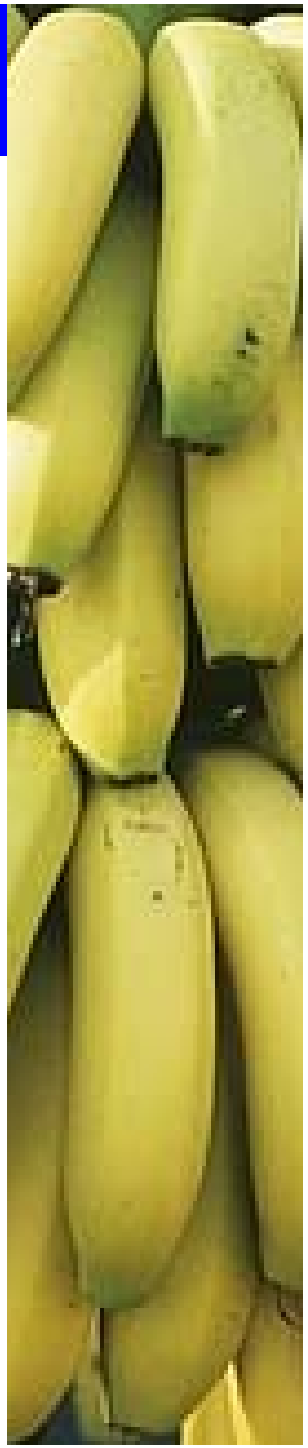
Concentración de dióxido de carbono y oxígeno

- Durante la maduración la respiración aumenta;
  ↓ la concentración de O_2 ↑ la de CO_2
- La concentración del CO_2 inferior al 1% para evitar interferencias con el efecto del etileno
- Importante ventilar 20 min cada 12 h

Humedad relativa de la cámara

- Inicialmente 90-95% para evitar deshidratación
- Posteriormente reducir al 70% para controlar mejor crown rot y caída de dedos





Maduración artificial

Factores
VIDA COMERCIAL

Cultivar

16 h 100 ppm

- Grande Naine (AAA)
  FHIA-23 (AAAA)
- Williams (AAA)
  FHIA-17 (AA A A)



Grado de madurez



Mantener vida en verde

- absorbedores de etileno (permanganato potásico, médula de coco…)
- Atmósfera modificada (MAP) (2% O_2; 3% O_2 + 5% CO_2; N_2O…)
- Tratamientos térmicos
- 1-MCP
- Ác. salicílico



Maduración artificial

Factores
VIDA COMERCIAL

Cultivar

16 h 100 ppm

- Grande Naine (AAA)
  FHIA-23 (AAAA)
- Williams (AAA)
  FHIA-17 (AAAA)

Grado de madurez

Mantener vida en verde

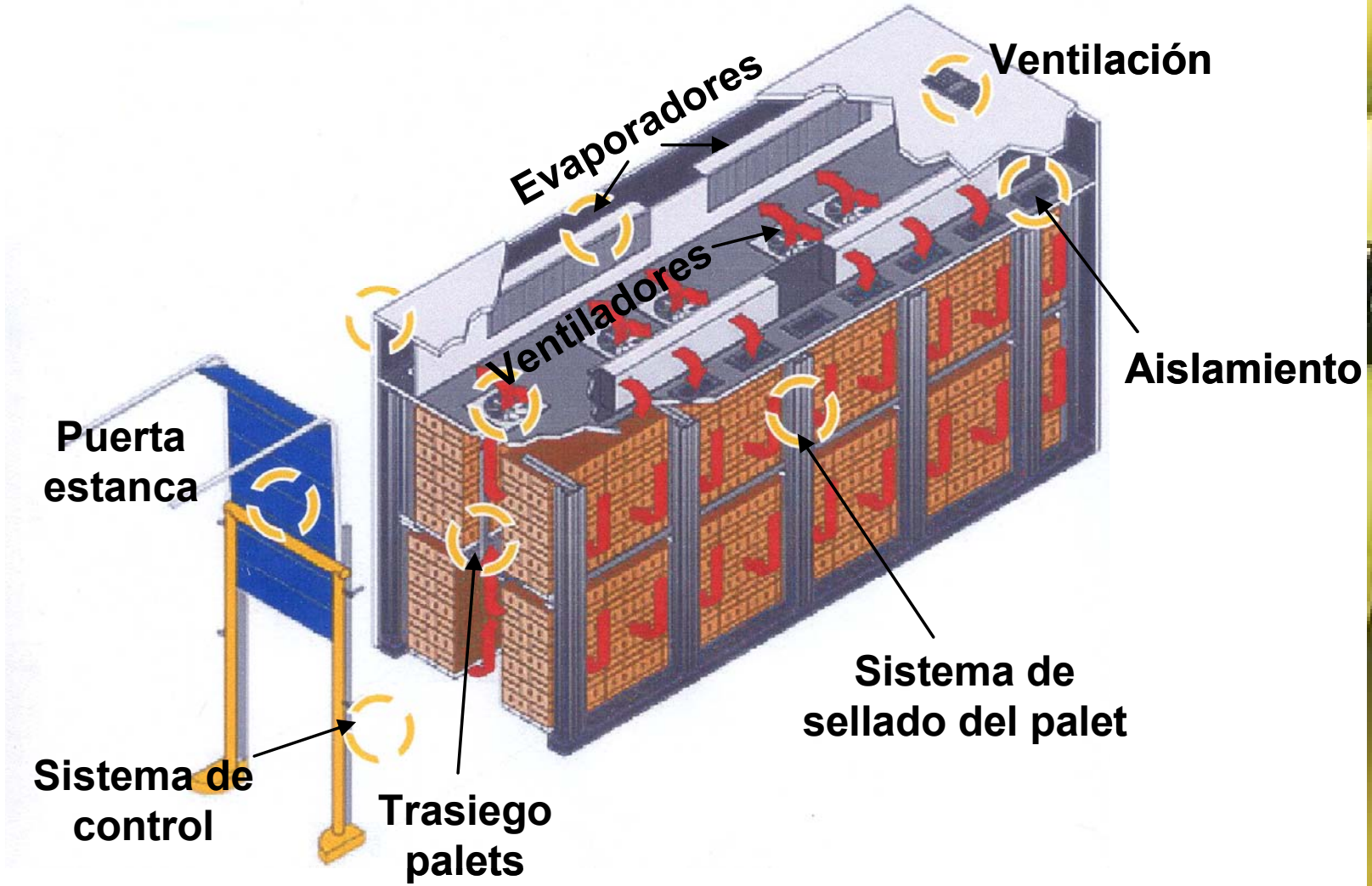
Tratamiento posterior a Maduración artificial

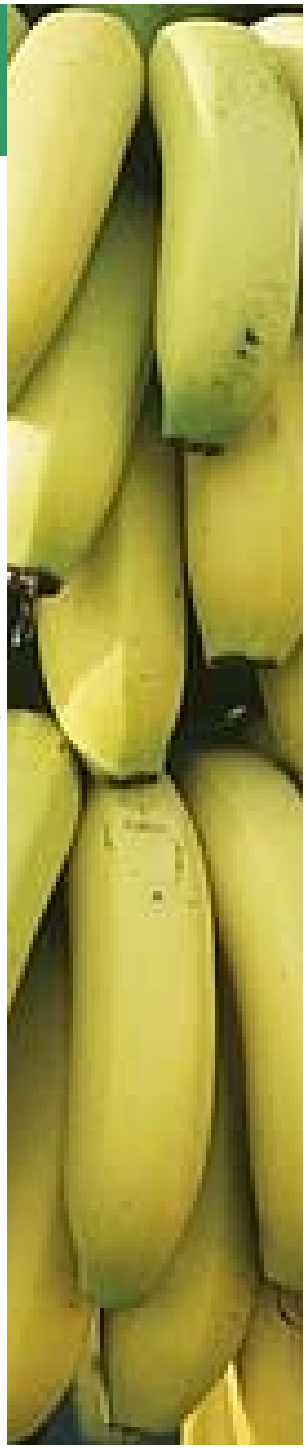
- Baja Tª alm.
- 1-MCP
- 1-MCP + Quitosano
- MAP





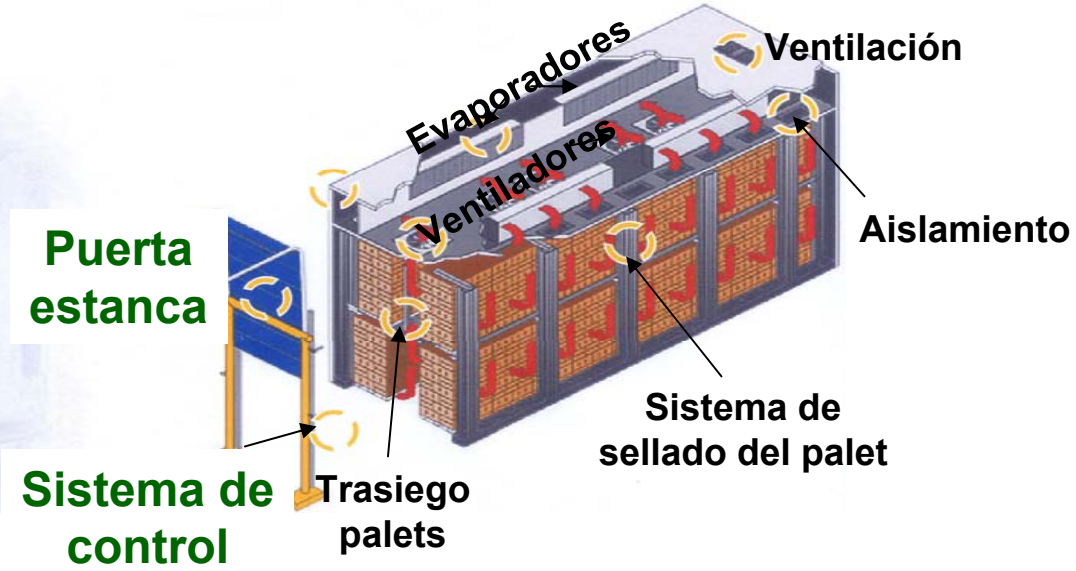
Cámara de maduración artificial



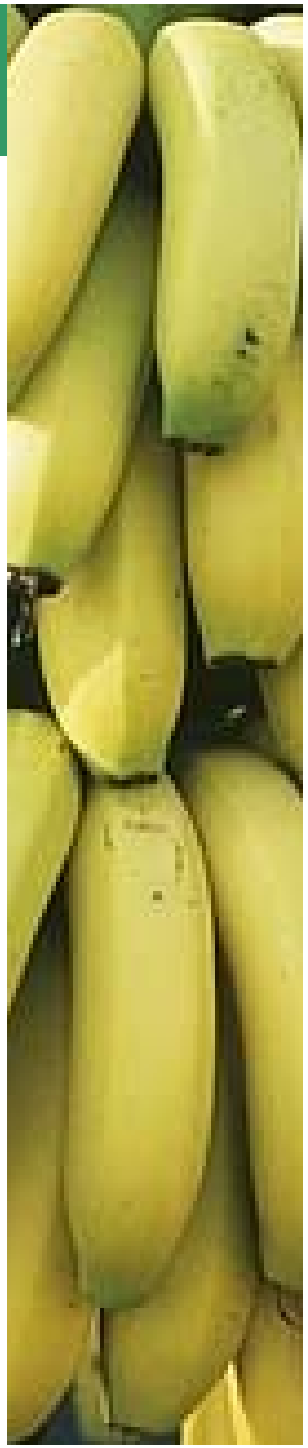


Cámara de maduración artificial

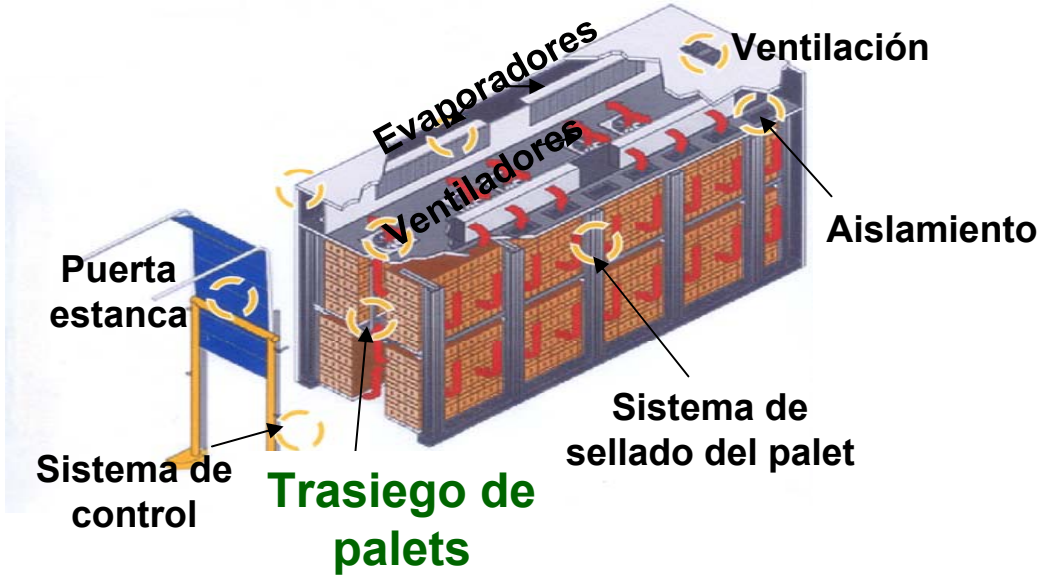


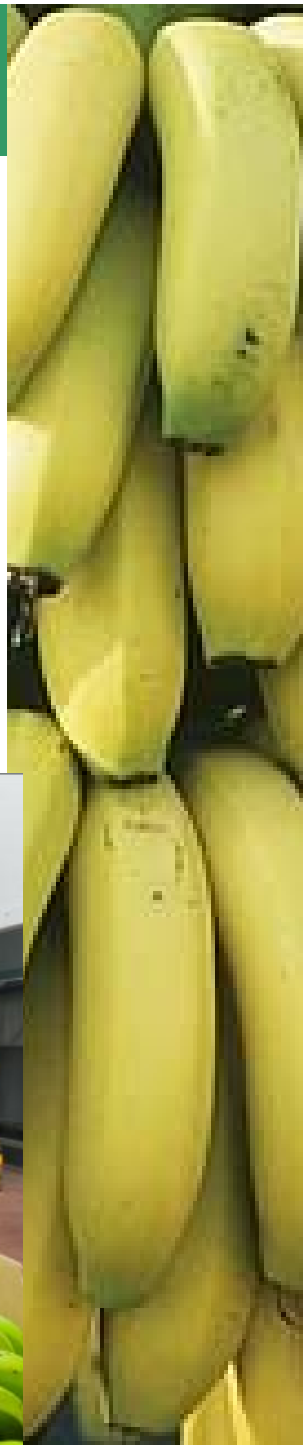




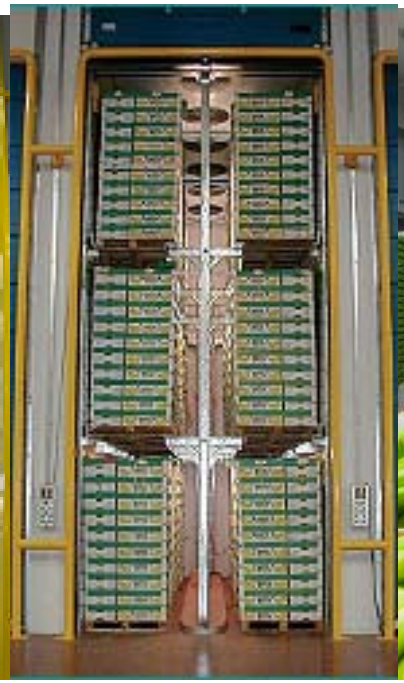


Cámara de maduración artificial



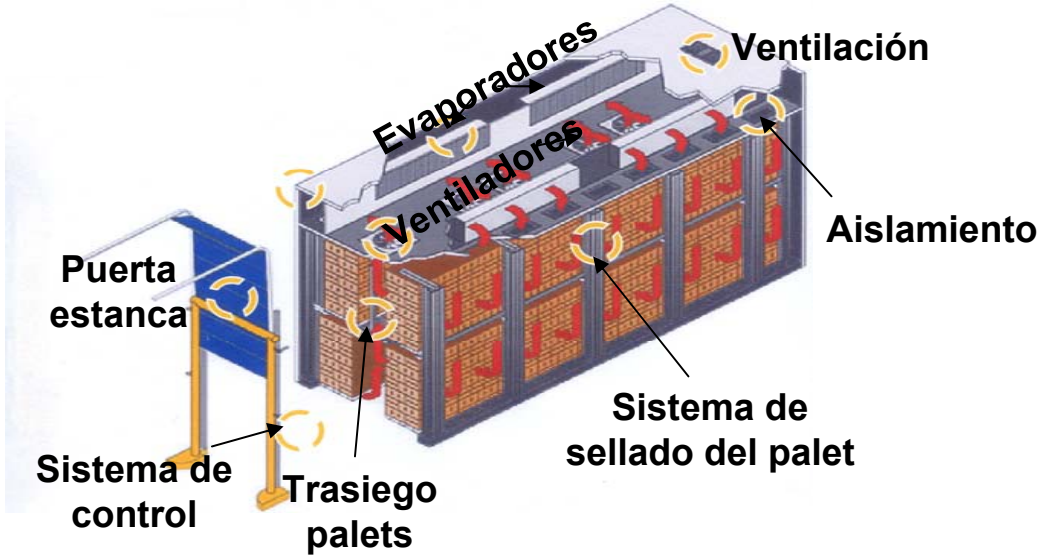


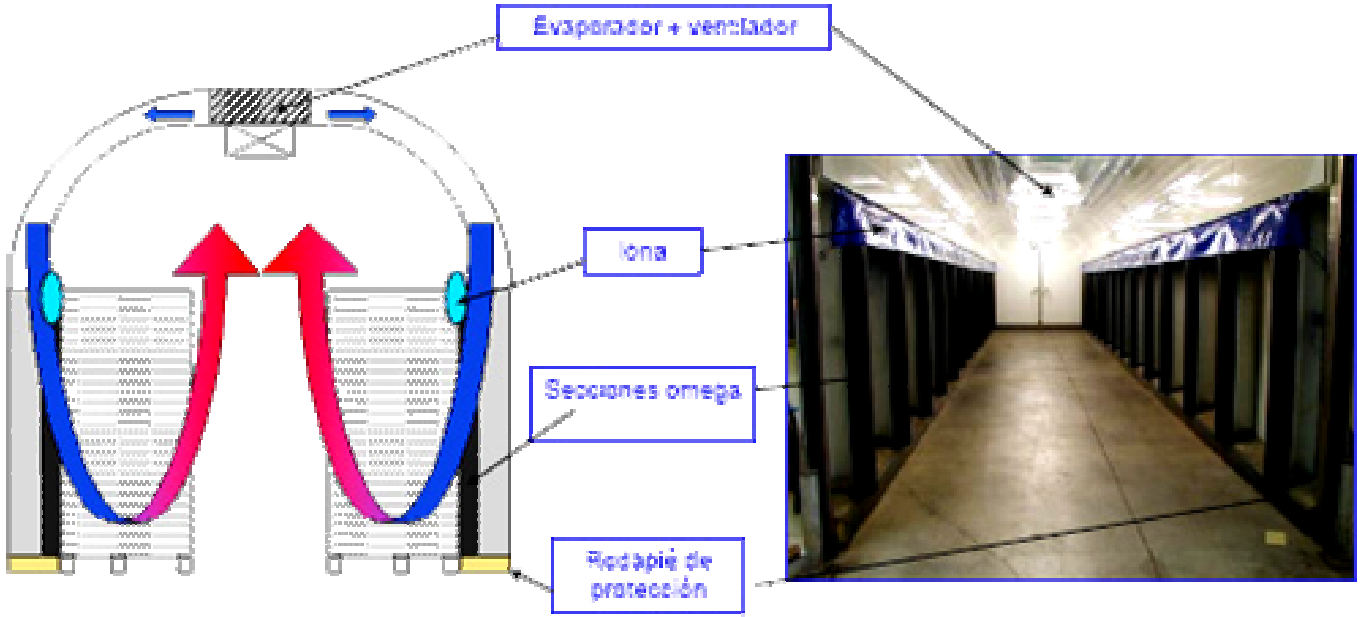


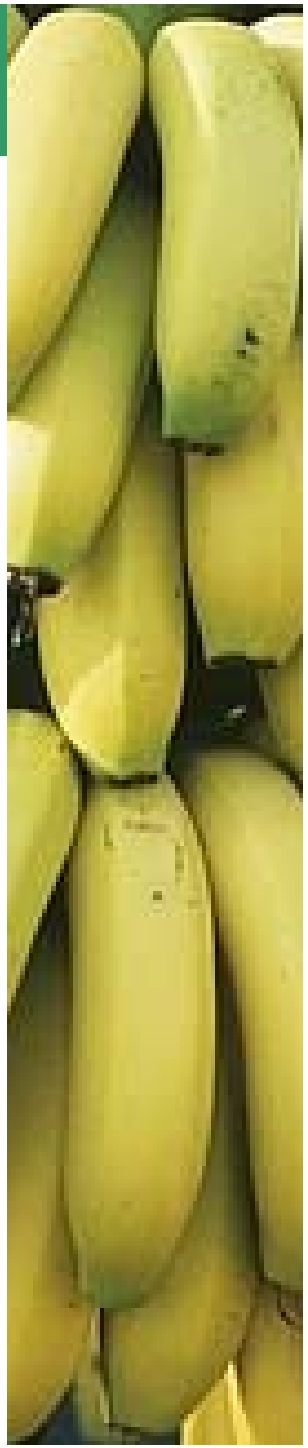




Cámara de maduración artificial



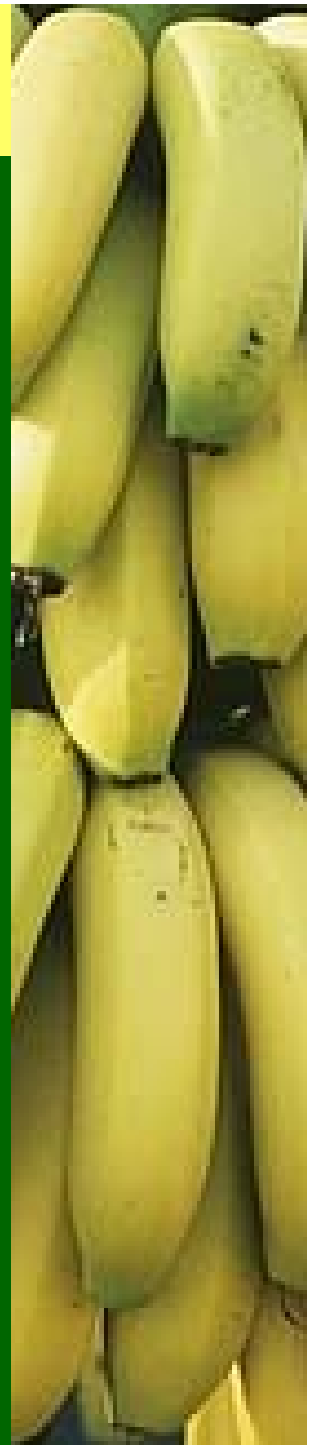




RESULTADOS ICIA

1. INCREMENTO DE LA VIDA COMERCIAL DEL PLÁTANO CANARIO EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE MADURACIÓN ARTIFICIAL

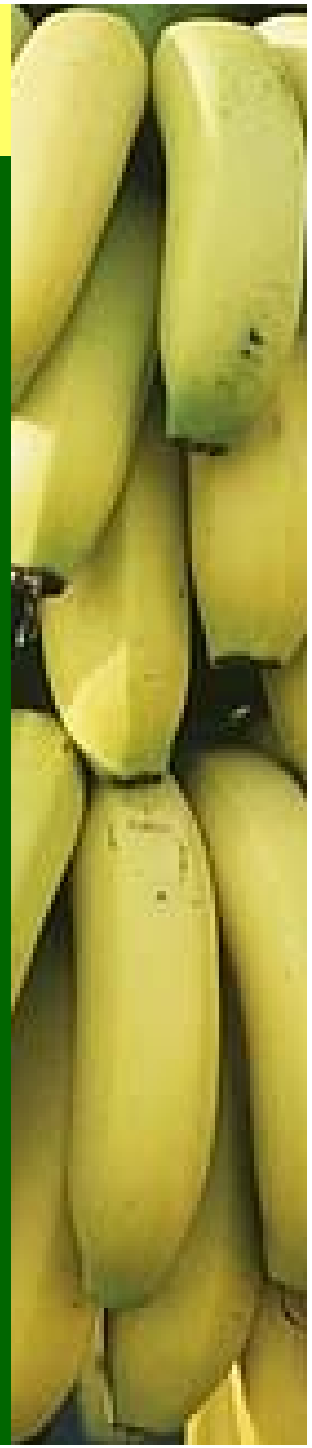
2. EFECTO DEL EMBOLSADO EN MANOS DE PLÁTANO MADURADAS O NO ARTIFICIALMENTE CON ETHREL



RESULTADOS ICIA

1. INCREMENTO DE LA VIDA COMERCIAL DEL PLÁTANO CANARIO EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE MADURACIÓN ARTIFICIAL

2. EFECTO DEL EMBOLSADO EN MANOS DE PLÁTANO MADURADAS O NO ARTIFICIALMENTE CON ETHREL



RESULTADOS ICIA (1)

Objetivo

Incrementar la vida comercial del plátano canario

Material vegetal

Dedos de plátanos verdes cuidadosamente seleccionados proporcionados por la Cooperativa de Tejina, Tenerife.

Tratamientos de maduración

- Concentraciones de Etileno: 5, 50, 500, 5000 ppm
- Tiempo de tratamiento: 24 h en recipientes herméticos de 2L
- Tª de aplicación del Etileno: 12, 15 y 20 ºC
- Tª de almacenamiento: 15 y 20 ºC
- Número de repeticiones: 6 plátanos por tratamiento

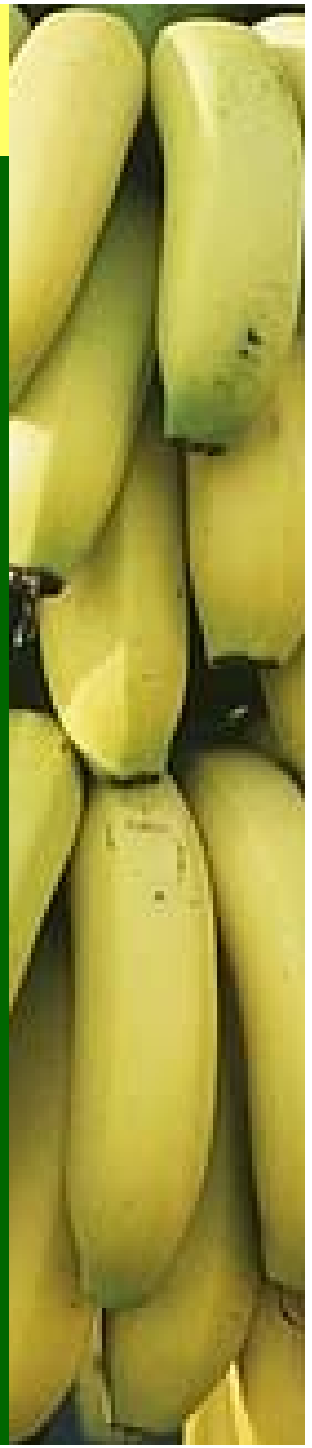


RESULTADOS ICIA (1)

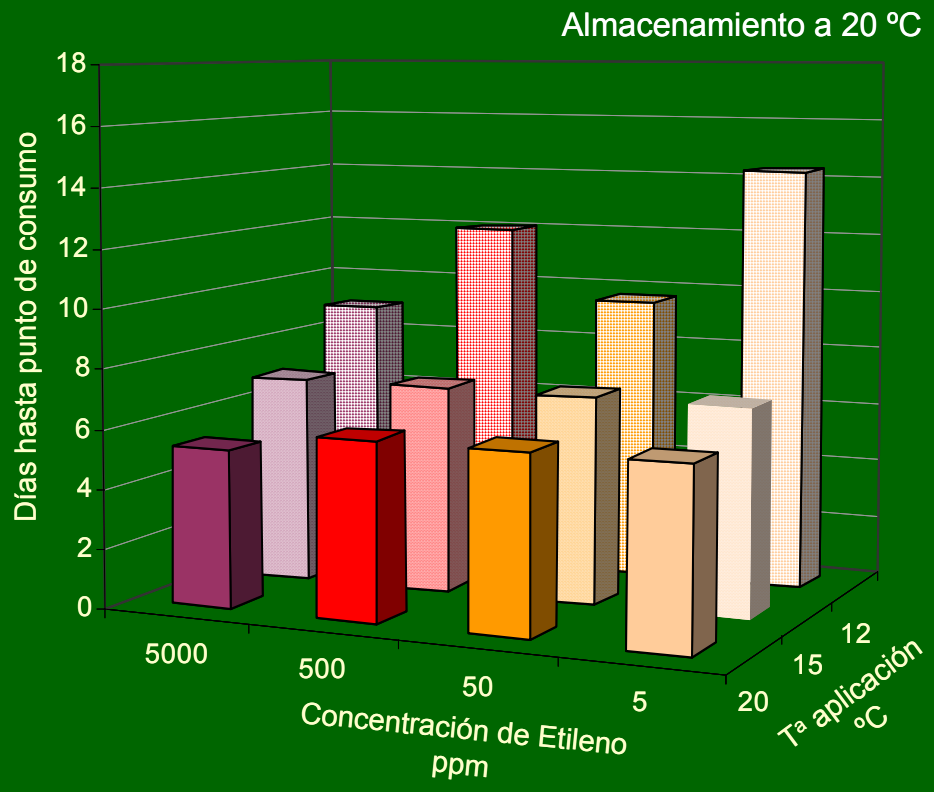
Parámetros de calidad

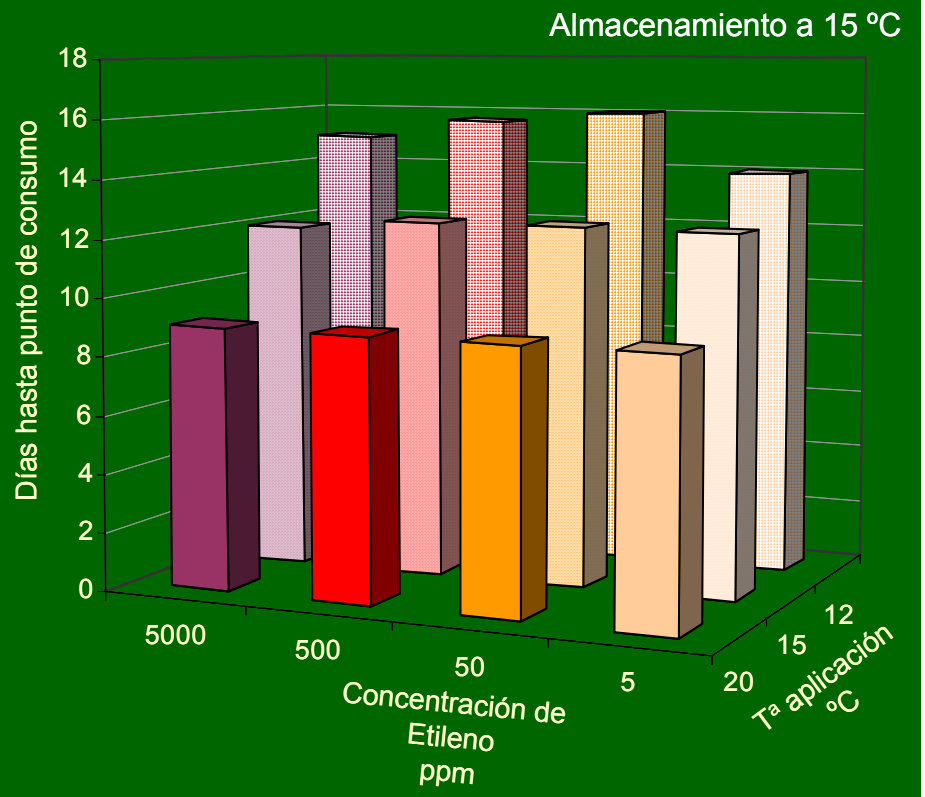
- Evolución durante la maduración
  - No destructivos: Días hasta estado 6, escala comercial visual, color (L, a, b) y respiración

- En el punto de consumo (estado 6)
  - No destructivos: Pérdida de peso, escala comercial, color de la piel
  - Destructivos: Firmeza de la piel, firmeza de la pulpa, sólidos solubles totales, pH, acidez titulable, relación piel/pulpa, % de almidón



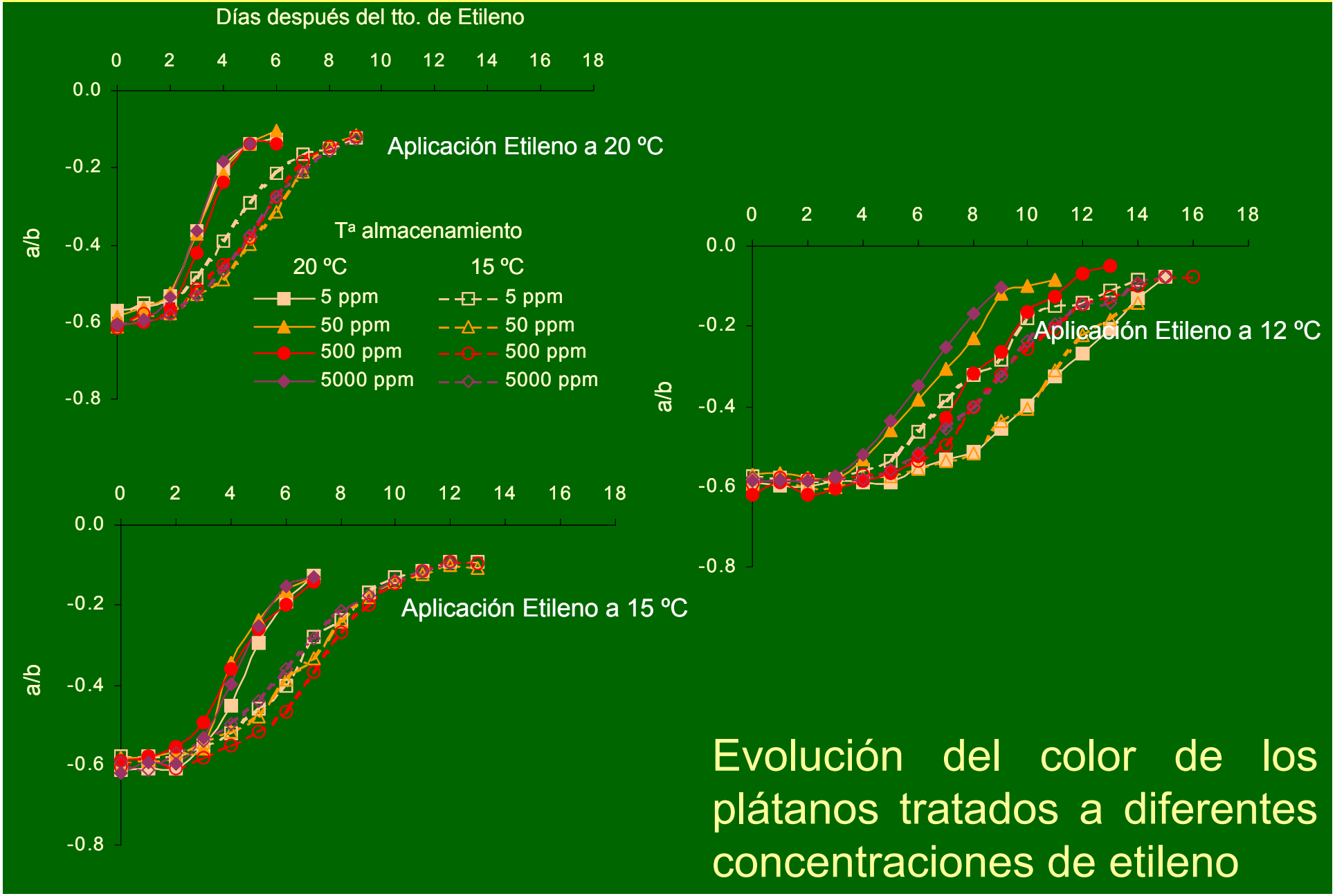
RESULTADOS ICIA (1)





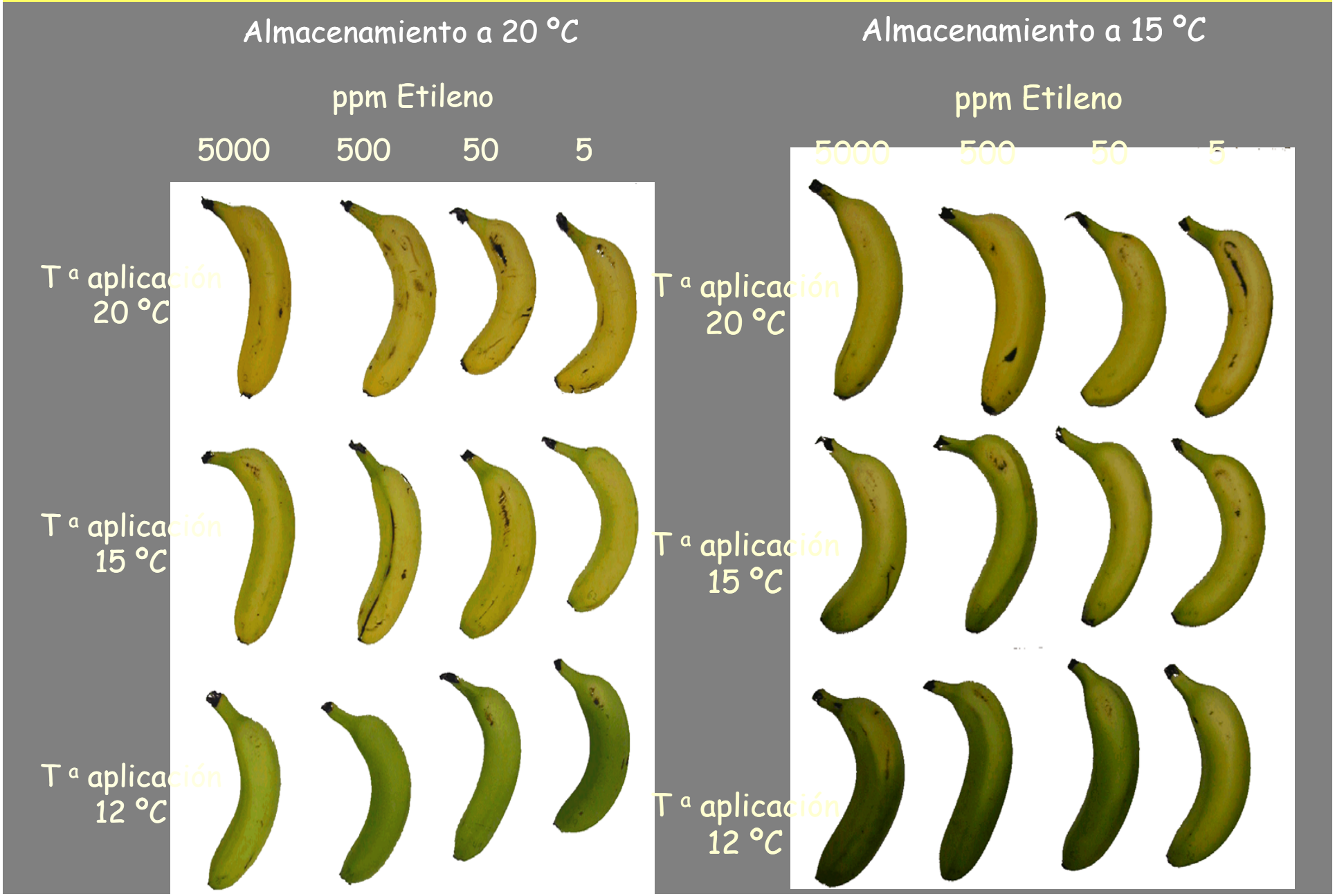
Efecto de la concentración de etileno, Tª de aplicación de etileno y Tª de almacenamiento en la vida comercial

RESULTADOS ICIA (1)



Evolución del color de los plátanos tratados a diferentes concentraciones de etileno

RESULTADOS ICIA (1)



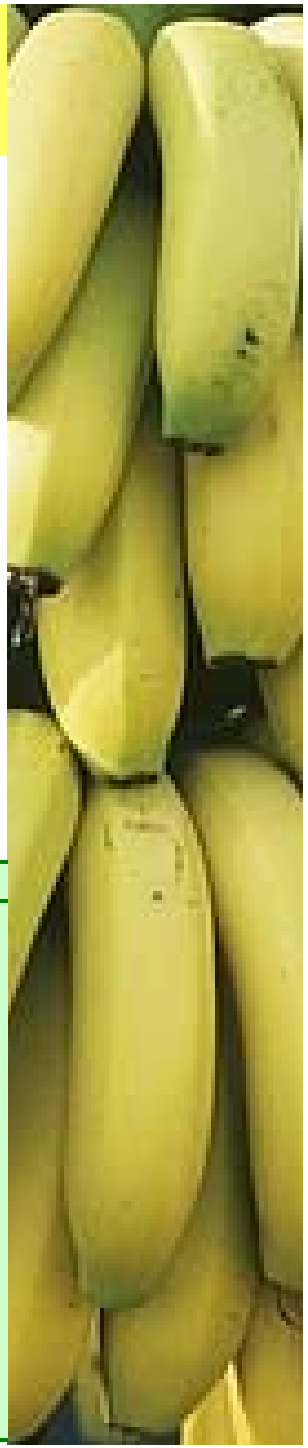
RESULTADOS ICIA (1)

$T_{Almacenamiento}$	Concentración Etileno (ppm)	Días hasta punto de consumo (Estado 6) $T_{Exposición\ al\ etileno}$ 20 ºC	15 ºC	12 ºC
20 ºC	5.000	5,3 ± 0,6 a/C*	7 ± 0 a/B	9 ± 0 b/A
	500	6 ± 0 a/B	7 ± 0 a/B	12 ± 2 a/A
	50	6 ± 0 a/B	7 ± 0 a/B	10 ± 1 ab/A
	5	6 ± 0 a/B	7 ± 0 a/B	14 ± 1 a/A
15 ºC	5.000	9 ± 0 a/C	12 ± 0 a/B	15 ± 0 b/A
	500	9 ± 0 a/C	12 ± 1 a/B	16 ± 1 ab/A
	50	9 ± 0 a/C	12 ± 1 a/B	16 ± 0 a/A
	5	9 ± 0 a/C	12 ± 1 a/B	14 ± 0 c/A

* Valores en la misma columna y misma Talmacenamiento seguidos de letras minúsculas diferentes (abc) son significativamente distintos (según test de Tukey 5%).
Valores en la misma fila y misma Talmacenamiento seguidos de letras mayúsculas (ABC) son significativamente distintos (según test de Tukey 5%).

6 días → **12 días**

Destino	Kilómetros
Lisboa	644
París	1.260
Bruselas	1.556
Luxemburgo	1.592
Zurich	1.696
Ámsterdam	1.735
Roma	2.066
Praga	2.284
Berlín	2.360
Viena	2.444
Varsovia	2.950
Oslo	3.133
Estocolmo	3.163
Helsinki	3.523
Moscú	4.616



RESULTADOS ICIA (1)

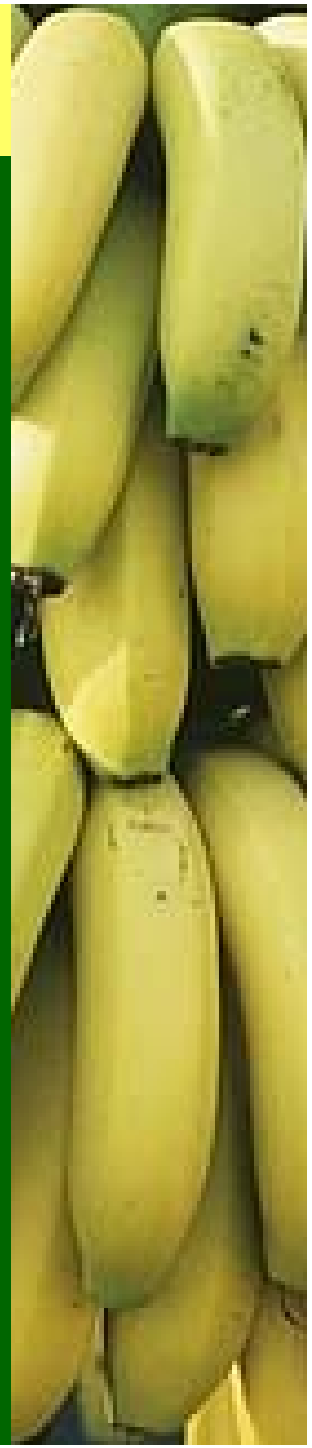
- Los resultados permiten una mayor logística del plátano de Canarias ya que modificando las t^{as} de aplicación de etileno y almacenamiento se puede extender la vida comercial entre 6 y 12 días sin que se afecte su calidad final.
- Los plátanos tratados con etileno a 15 ºC y almacenados a 15ºC mostraron una durabilidad mayor (12 días) manteniéndose en el punto de consumo durante 3 días.
- La T^{a} de aplicación de 12 ºC no es recomendable porque produce una maduración irregular.
- El empleo de distintas concentraciones de etileno no mostró diferencias significativas en la maduración de los plátanos.



RESULTADOS ICIA

1. INCREMENTO DE LA VIDA COMERCIAL DEL PLÁTANO CANARIO EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE MADURACIÓN ARTIFICIAL

2. **EFECTO DEL EMBOLSADO EN MANOS DE PLÁTANO MADURADAS O NO ARTIFICIALMENTE CON ETHREL**



RESULTADOS ICIA (2)

Objetivo

Efecto del embolsado en la vida comercial del plátano canario madurado o no artificialmente con ethrel

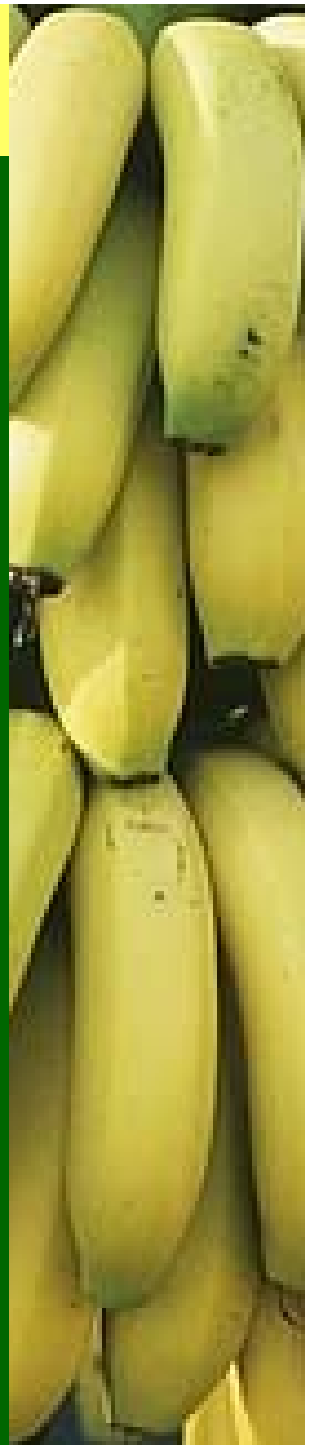
Material vegetal

Material vegetal: Extra-grade banana (“Dwarf Cavendish” cv.)

Parámetros a analizar

No Destructivos: % O_2 and % CO_2, Color comercial, L, a*, b* (Piel, pulpa y tejido subepidérmico)

Destructivos: Firmeza de la piel y de la pulpa, ºBrix, pH, acidez titulable



RESULTADOS ICIA (2)

Maduración

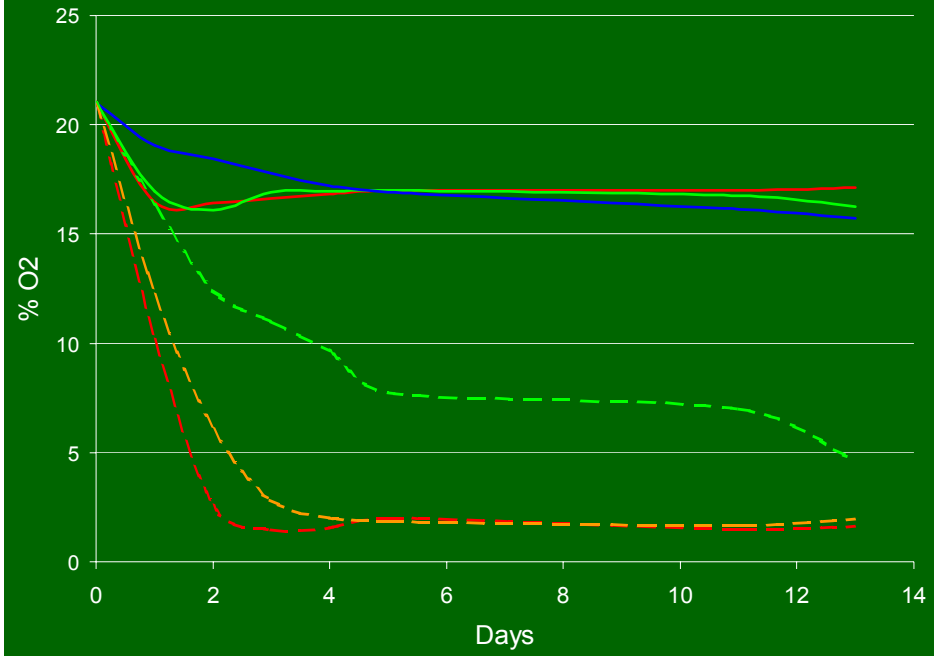
- Conservación a 6,12,18°C durante 13 días al aire o embolsadas. Posteriormente apertura de las bolsas y todo el material fue tratado con Ethrel y almacenado a 18ºC hasta su completa maduración.
- Las manos fueron tratadas con Ethrel posteriormente almacenadas durante 7 días al aire o embolsadas a 12,15,18°C. Posteriormente apertura de las bolsas y almacenamiento a 18ºC hasta su completa maduración.



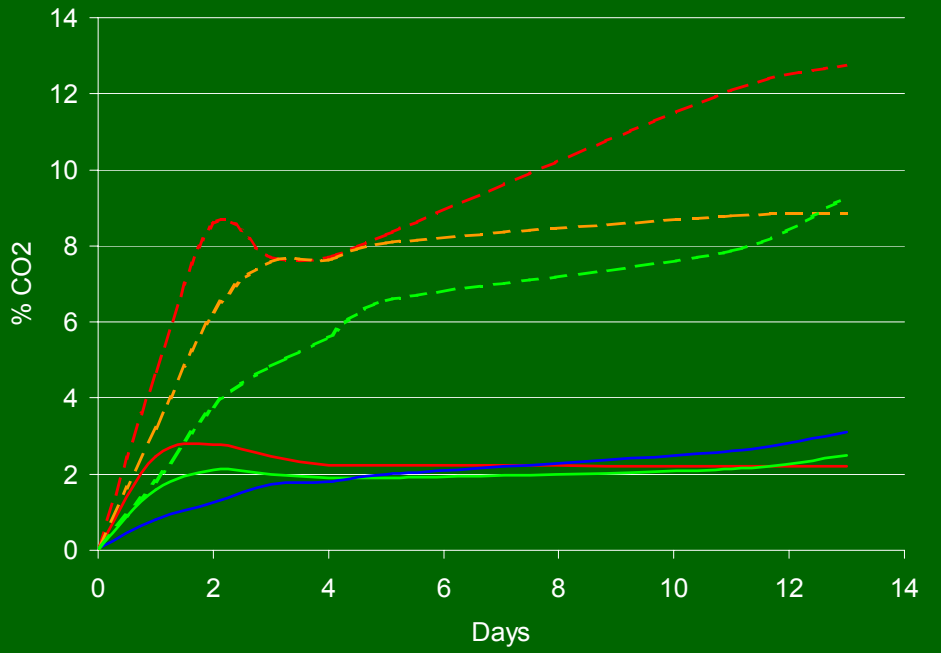
RESULTADOS ICIA (2)

18°C 12°C 6°C **Maduración natural**

18°C 15°C 12°C **Maduración artificial**

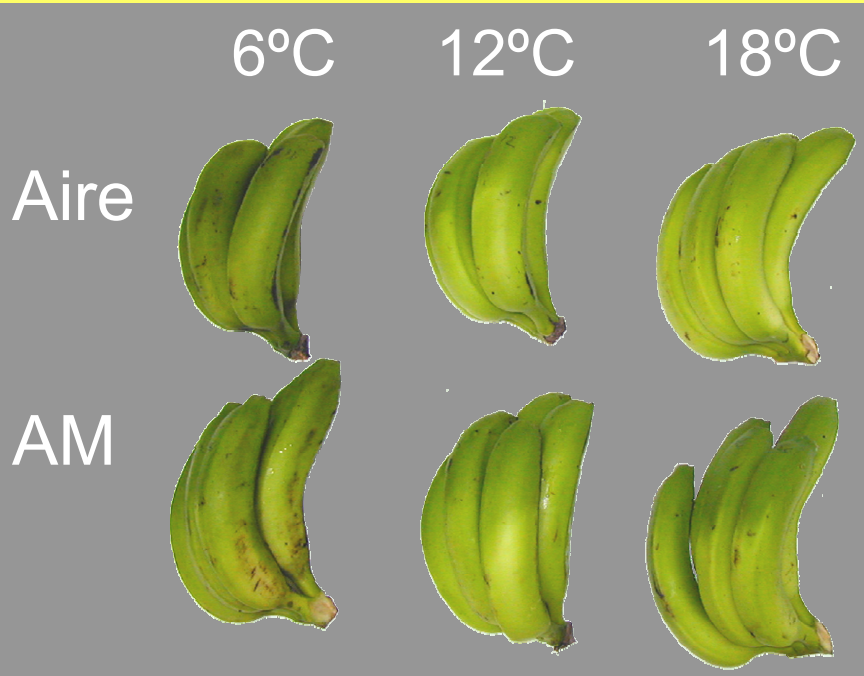


Evolución del contenido de O_2 en las bolsas.



Evolución del contenido de CO_2 en las bolsas.

RESULTADOS ICIA (2)



13 días de conservación

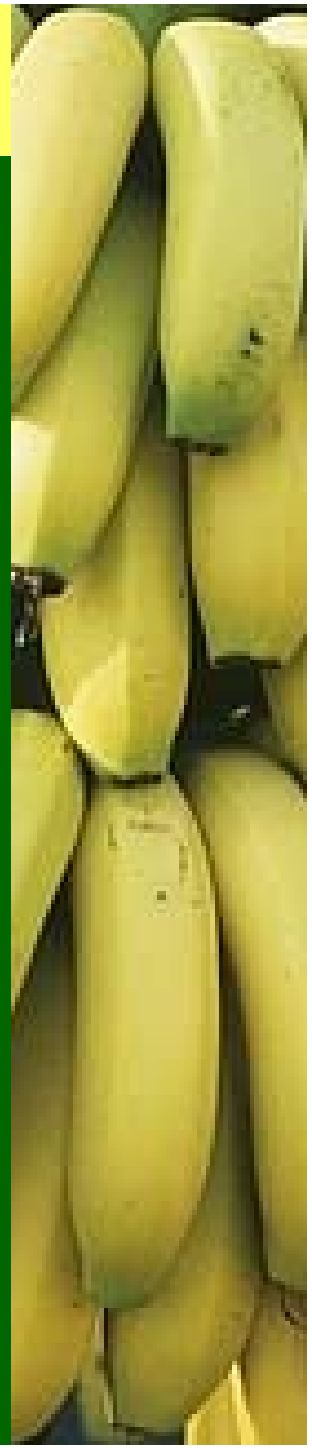


13 días de conservación, Tto con Ethrel y 7 días a 18ºC

RESULTADOS ICIA (2)

- El tratamiento a 6ºC produjo daños por frío incluso en las manos embolsadas.
- Las manos embolsadas conservadas a 12 y a 18ºC, 13 días y posteriormente tratadas con ethrel alcanzaron el estado 6, 2 días después que las no embolsadas.
- La calidad de los plátanos no se afectó por el embolsado.

13 días conservación + 6-9 días hasta estado 6



RESULTADOS ICIA (2)

Maduración

- Conservación a 6,12,18°C durante 13 días al aire o embolsadas. Posteriormente apertura de las bolsas y todo el material fue tratado con Ethrel y almacenado a 18ºC hasta su completa maduración.
- Las manos fueron tratadas con Ethrel posteriormente almacenadas durante 7 días al aire o embolsadas a 12,15,18°C. Posteriormente apertura de las bolsas y almacenamiento a 18ºC hasta su completa maduración.



RESULTADOS ICIA (2)



Tto con ethrel, 7 días conservación y 1 día a 18ºC



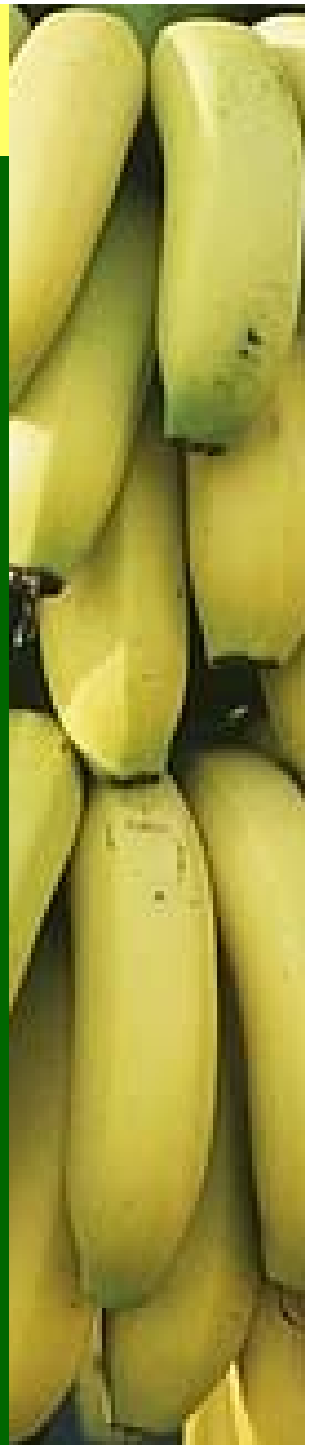
Tto con ethrel, 7 días conservación y 6 días a 18ºC

RESULTADOS ICIA (2)

- Las manos tratadas con ethrel y embolsadas presentaron menor maduración que las no embolsadas tras 7 días de almacenamiento y 1 día a 18ºC.

- Después de 6 días a 18ºC, las manos tratadas con ethrel y embolsadas que habían sido conservadas a 12 y 15ºC estaban en estado 4-5 mientras que las no embolsadas ya habían alcanzado el estado 6.

7 días conservación + 6-9 días hasta estado 6



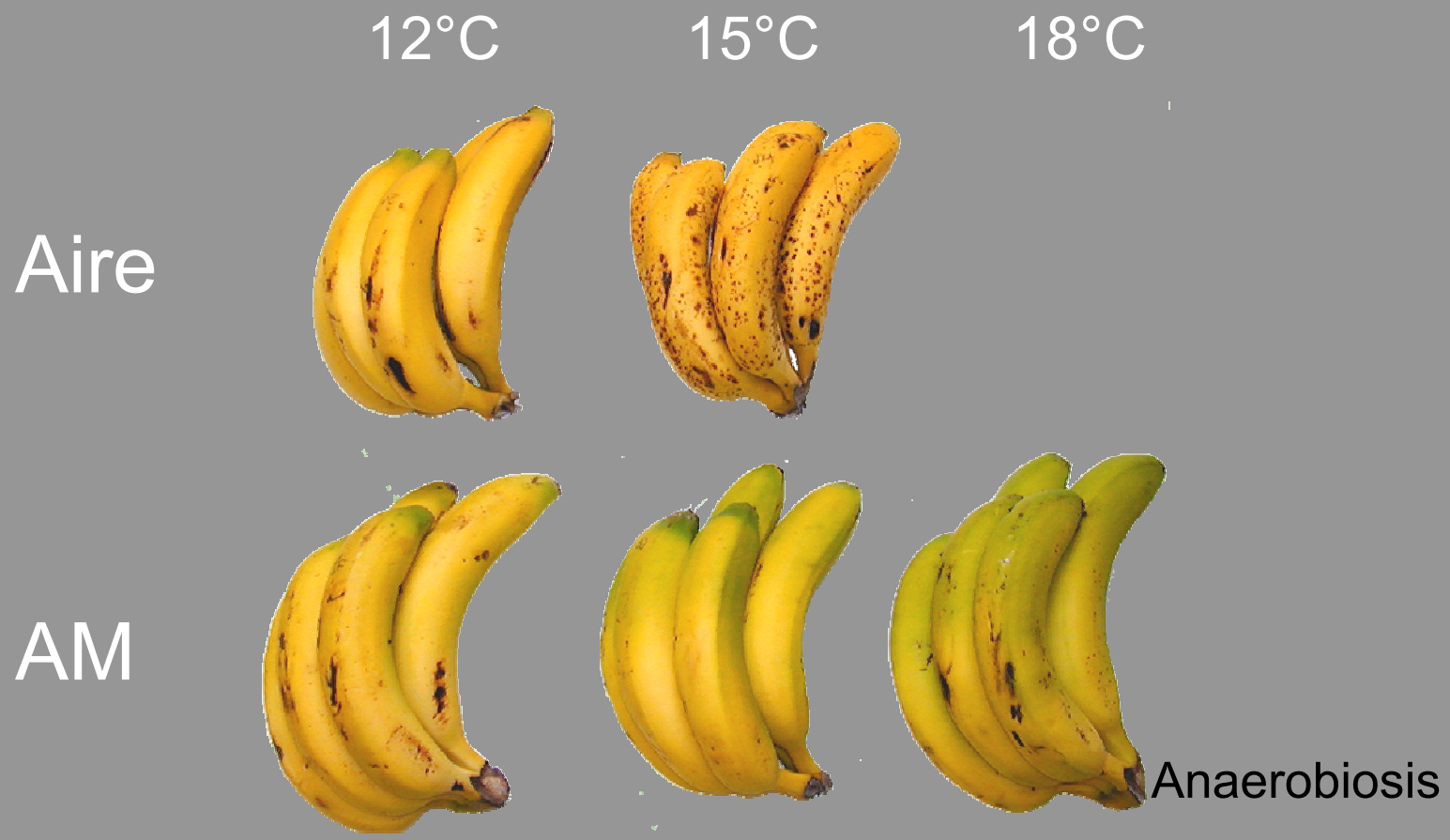
RESULTADOS ICIA (2)

Maduración

- Las manos fueron tratadas con Ethrel posteriormente almacenadas durante 13 días al aire o embolsadas a 12,15,18°C. Posteriormente apertura de las bolsas y almacenamiento a 18ºC hasta su completa maduración.



RESULTADOS ICIA (2)



Tto con ethrel, 13 días conservación y 6 días a 18ºC

RESULTADOS ICIA (2)

- Los plátanos embolsados una vez tratados con ethrel y almacenados a 18ºC mostraron signos claros de anaerobiosis mientras que este hecho no se observó en los conservados a 12 y 15ºC y posteriormente almacenados a 18ºC.

- Los plátanos embolsados una vez tratados con ethrel y almacenados a 12 y 15ºC maduraron más lentamente que los que no estaban embolsados, extendiéndose su vida comercial en 2-3 días.

13 días conservación + 6-9 días hasta estado 6



CONCLUSIÓN

El **manejo apropiado del proceso de maduración artificial** de los plátanos, en el que intervienen numerosos factores (cultivar, grado de madurez, concentración de etileno, temperaturas de aplicación y almacenamiento de la fruta, atmósfera durante el tratamiento y su conservación), se convierte en una **herramienta clave a la hora de cubrir las demandas de mercado y cumplir con las exigencias de calidad de los consumidores**











“Maduración artificial: Una herramienta clave en la vida comercial del plátano”

Dra. Mª Gloria Lobo Rodrigo (ICIA)
Dr. Antonio Marrero Domínguez (ULL)
Dra. Mónica González González (ICIA)