



Instituto  
Nacional de  
Investigación  
Agropecuaria

URUGUAY

---

---

---

# CONSERVACIÓN DE FRUTA EN ATMÓSFERA CONTROLADA.

## Reunión de divulgación

Serie Actividades de Difusión Nro. 73

PROGRAMA FRUTICULTURA

17 Octubre, 1995

---

LAS BRUJAS 

## ALMACENAMIENTO EN ATMOSFERA CONTROLADA

### Introducción

El principal proceso metabólico a nivel celular de un tejido vegetal vivo, es la respiración. Mediante un proceso oxidativo se rompen estructuras complejas como el almidón, azúcares y ácidos orgánicos en moléculas simples, tales como anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) y agua, a su vez con un desprendimiento de energía. Este proceso de respiración se lleva a cabo en presencia de oxígeno (respiración aeróbica) o en ausencia de oxígeno (respiración anaeróbica o fermentación).

El coeficiente respiratorio, definido como la relación entre el CO<sub>2</sub> producido y el O<sub>2</sub> consumido por unidad de peso, es un indicador de la actividad metabólica de la fruta y es un buen instrumento para definir el potencial de almacenamiento. Es así que la tasa de deterioro o grado de perecibilidad de los productos hortifrutícolas cosechados, es generalmente proporcional a su coeficiente respiratorio.

El etileno es un compuesto orgánico y natural del metabolismo, el cual es producido por todos los tejidos vegetales. Es considerado la hormona natural de la senescencia y de la maduración, siendo fisiológicamente activo en concentraciones de menos de 0.1 ppm.

Si se mide el coeficiente respiratorio del fruto durante la etapa de desarrollo, crecimiento, maduración y senescencia se obtienen patrones respiratorios. En base a éstos parámetros respiratorios y a la producción de etileno durante la maduración, los frutos son clasificados en : climatéricos y no climatéricos.

En los frutos clasificados como climatéricos, el pico de máxima respiración (máximo climatérico, que coincide con la madurez de consumo) va acompañado de una producción autocatalítica de etileno que lleva a la máxima producción de etileno.

En los frutos no climatéricos, no se da el máximo climatérico y a pesar de que producen etileno, éste no llega a ser suficiente como para desencadenar la reacción autocatalítica.

El objetivo de almacenar la fruta en ambientes con baja temperatura y alta humedad relativa, es enlentecer los procesos metabólicos que conducen a la maduración y senescencia. Desde éste punto de vista se pueden distinguir tres grandes sistemas de conservación:

- a.- Atmósfera Regular (A.R)
- b.- Atmósfera Modificada (A.M)
- c.- Atmósfera Controlada (A.C)

Partiendo de la base que el aire tiene una composición aproximada de 78.9 % de Nitrógeno, 21 % de Oxígeno, 0.03 % de Anhídrido Carbónico y pequeñas cantidades de otros gases, la característica de cada sistema es que :

La A.R tiene mas o menos la composición del aire atmosférico.

la A.M tiene una composición atmosférica distinta a la del aire, pero la misma no se controla, sino que es la propia fruta que a través de su metabolismo llega a crear ambientes pobres en oxígeno y ricos en CO<sub>2</sub>.

La A.C también tiene una concentración de gases diferente, pero sus porcentajes en el ambiente que rodea a la fruta, es controlado, existiendo una diversidad de posibles mezclas a ser utilizadas.

### Atmósfera Controlada

El sistema comercial de Atmósfera Controlada (A.C) fue desarrollado alrededor de 1918 en Inglaterra, como resultado de las experiencias de Franklin Kidd y Cyril West. Pero su gran expansión en Europa y U.S.A recién se realizó en las décadas del 50 y 60, como mejor alternativa de conservación prolongada, principalmente de manzanas.

### Efectos de la Atmósfera Controlada en la conservación de productos hortifrutícolas

#### **Ventajas**

El almacenamiento refrigerado de productos hortofrutícolas en condiciones de Atmósfera Controlada debe ser considerado como un complemento del adecuado manejo de la temperatura y humedad relativa, resultando en una reducción global de las pérdidas cualitativas y cuantitativas durante el manejo de postcosecha:

1.- Retarda la senescencia al frenar el proceso de maduración. Al descender el nivel de oxígeno y aumentar el nivel de anhídrido carbónico en la atmósfera alrededor de la fruta, la tasa de respiración disminuye considerablemente. Los sustratos (azúcares, almidón y ácidos orgánicos) que constituyen la reserva de la fruta no son oxidados manteniéndose la calidad nutricional de la fruta.

2.- Retarda el ablandamiento de la pulpa. El ablandamiento de la fruta es el resultado de la degradación enzimática de las protopectinas a nivel celular durante el proceso de maduración y senescencia de la fruta.

Los altos niveles de CO<sub>2</sub> tienden a enlentecer la actividad de ciertas enzimas que intervienen en éste proceso.

3.- El período de almacenamiento y comercialización puede ser extendido, principalmente en aquellos productos que en condiciones de Atmósfera Regular presentan corta vida.

4.- Disminuye la producción de etileno por parte de la fruta y disminuye a su vez la sensibilidad al etileno. El CO<sub>2</sub> en altas concentraciones bloquea el metabolismo y acción del etileno.

5.- Reduce la incidencia de ciertos desórdenes fisiológicos como Escaldadura superficial, Jonathan Spot, Decaimiento Interno.

6.- Puede tener un efecto directo sobre la incidencia y severidad de patógenos en postcosecha.

7.-Puede ser un método eficaz en controlar insectos en algunos productos.

### **Desventajas**

En la mayoría de los casos, las combinaciones óptimas de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> de una A.C varían muy poco con las combinaciones que producen daño al producto almacenado.

1.- Iniciación y/o intensificación de ciertos desórdenes fisiológicos, como por ejemplo corazón marrón en peras y manzanas, corazón negro en papas.

2.- Con niveles por debajo del 2% de O<sub>2</sub> y por encima de 5% de CO<sub>2</sub>, puede ocurrir una maduración irregular post almacenamiento (pera, tomate).

3.- En condiciones de muy bajo nivel de O<sub>2</sub>, los productos pueden desarrollar sabores y aromas extraños como resultado de la respiración anaeróbica (producción de etanol).

En el caso de control control de patógenos, los niveles de gases pueden ser eficaces, pero incompatibles con la preservación de la calidad gustativa y textural de la fruta.

4.- Si bien la incidencia de ciertos desórdenes fisiológicos que se dan en Atmósfera Regular disminuyen, surge la posibilidad que en condiciones de A.C la fruta sufra otros distintos como lo son los daños por concentraciones de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> incompatibles con el producto.

### Principios básicos de Atmósfera Controlada (A.C)

#### - Pulldown

Es el tiempo necesario para bajar el oxígeno de 21 % a 4-5 %.

#### - Absorbedores de CO<sub>2</sub>

Para descender el nivel de CO<sub>2</sub> producido por la respiración, evitando así su acumulación por encima del nivel deseado.

#### - Sistema de inyección de O<sub>2</sub>

El poco O<sub>2</sub> que hay en la atmósfera es utilizado en la respiración, por lo que la cámara debe contar con un medio reposición tratando de conservar la concentración estable.

#### - Analizador de gases (O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>)

Los niveles de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> deben ser analizados como mínimo una vez al día .

### **Criterios a tener en cuenta al instalar una Atmósfera Controlada.**

**1.- Uniformizar** el standard de calidad y madurez de los productos a ser almacenados.

\* no se puede almacenar fruta con distintos grados de madurez.

\*\* no se puede almacenar fruta con daños mecánicos, golpes y enfermedades.

\*\*\* no almacenar fruta sobremadura, ya que la A.C no tiene casi efecto.

**2.- Realizar el pulldown en el menor tiempo posible.**

Dependiendo del equipo y volumen de la cámara, los tiempos recomendados son de 8 a 48 horas.

**3.- La temperatura y humedad relativa a ser utilizadas durante el almacenamiento deben estar en sus niveles adecuados antes de iniciar el pulldown.**

**4.- Máxima capacidad de cámara utilizada a los efectos de facilitar el pulldown.**

#### **INVESTIGACION EN ATMOSFERA CONTROLADA**

La primera cámara de Atmósfera Controlada para la conservación de frutas, fué instalada en el año 1991 por la Cooperativa de Productores de Melilla (JUMECAL). Las experiencias en pera y manzana han dado muy buenos resultados.

La investigación nacional no puede quedar al margen de una tecnología, que en muchos países se viene utilizando a escala comercial desde hace mas de 50 años.

Frente a ésta situación INIA adquirió la infraestructura necesaria en A.C, a los efectos de dar respuesta a las necesidades productivas del medio.

Para ello se definieron proyectos de investigación prioritarios dentro del área de postcosecha, con el objetivo de estudiar las condiciones mas favorables de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> en el almacenamiento de frutas en A.C, así como el estudio de las posibilidades de otras especies.

#### **CONSERVACION DE PERA WILLIAM'S EN ATMOSFERA CONTROLADA**

**Período de investigación:** 1995

**Responsable:** Ing. Agr. Alicia Feippe

**Colaboradore:** Técn. Granj. Pablo Rodriguez

**Objetivo:** Determinar niveles óptimos de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> para la conservación de pera William's en condiciones de A.C

**Antecedentes:** La pera William's (Bartlett) ha sido tradicionalmente un rubro de exportación hacia el mercado regional. Procurando obtener buenos precios se ha tratado de conservarla hasta el mes de junio en almacenamiento refrigerado de Atmósfera Regular o Convencional. En éstas condiciones la fruta no puede permanecer, si se pretende mantener una calidad eceptable, mas allá de los 2.5 a 3 meses.

## **Métodos:**

Para éste ensayo se utilizó fruta de la variedad William's de un predio particular de la zona de Peñarol Viejo (Montevideo). La cosecha fue realizada por el productor el 7 de febrero, ingresando inmediatamente a cámara de frío para su preenfriado. A las 20 - 22 horas de frío se retiró de cámara, se clasificó por tamaño uniforme y calidad externa (libre de daños mecánicos y de patógenos).

Una parte de la fruta fue conservada en condiciones de A.R y el resto en A.C con tres concentraciones diferentes de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> durante 4 meses (cuadro 1).

Las condiciones de Temperatura y Humedad Relativa fueron de -1°C a 0°C y 85 - 90 % de humedad tanto para A.R como para A.C.

Las evaluaciones de fruta se realizaron al momento de cosecha, al finalizar el almacenamiento y post almacenamiento.

En el momento de cosecha se midió: firmeza de pulpa, contenido de sólidos solubles, jugosidad, acidez, color y peso.

A salida de cámara se evaluó, además de los anteriores parámetros, el porcentaje de deshidratación e incidencia de desórdenes patológicos y fisiológicos externos.

Luego de cinco días de retirada la fruta de cámara se evaluaron los mismos parámetros y además los desórdenes fisiológicos internos.

## **Resultados:**

### 1.- En almacenamiento (figura 1)

1.1.- Atmósfera Regular - La fruta que fue mantenida en condiciones de A.R desarrolló Escaldadura Senescente, desorden fisiológico propio de un almacenamiento prolongado.

La fruta presentó aspecto deshidratado, el cual afectó la textura de pulpa y jugosidad.

1.2.- Atmósfera Controlada - La fruta almacenada en condiciones de A.C se mantuvo turgente, debido al bajo porcentaje de deshidratación.

En los tres tratamientos, la fruta presentó buena textura de pulpa, sabor y aroma.

Las diferencias mas importantes entre tratamientos fueron el color de piel de la fruta y la incidencia de Corazón Marrón, desorden fisiológico asociado a altas concentraciones de CO<sub>2</sub>.

### 2.- Post-almacenamiento

1.1.- Atmósfera Regular - La fruta presentó un aspecto general de senescencia y pérdida total de las características normales de consumo, como lo son el aroma y sabor.

1.2.- Atmósfera Controlada - Lo mas importante a destacar es que la fruta proveniente de los tratamientos en A.C 1 Y A.C 2 no superaron los 5 días luego de ser retiradas de cámara, debido a su aspecto general de senescencia (mayor incidencia de Corazón Marrón).

En cambio, la fruta mantenida en condiciones de A.C 3, no sólo presentó una incidencia significativamente menor de Corazón Marrón, sino que fue capaz de desarrollar el color amarillo de piel.

## **CONSERVACION DE DURAZNO EN ATMOSFERA CONTROLADA**

**Período de investigación:** 1994/1995

**Responsable:** Ing. Agr. Alicia Feippe

**Colaborador:** Técn. Granj. Pablo Rodríguez

**Objetivo:** Estudiar la factibilidad de aplicación de A.C en variedades de Durazno para la conservación/transporte.

**Métodos:** Para éste experimento se utilizó la variedad Junegold proveniente de un predio particular.

La cosecha se realizó el 9-12-95, ingresando inmediatamente a cámara. Luego de 20 horas de frío convencional, se acondicionó en chatas de 60 frutos las que fueron distribuídas en tres containers de Atmósfera Controlada.

Esta fruta fue afectada por condiciones climáticas adversas, y al ser clasificada por tamaño y madurez uniforme, no se obtuvo la cantidad necesaria por lo que no se pudo instalar los tratamientos de: a igual concentración de gases distintos períodos de almacenamiento.

Pero a los efectos de no perder un año en obtener datos, se trató de realizar un ejercicio de manejo de durazno en condiciones de A.C.

Las condiciones de trabajo en A.C se resumen en el cuadro 2.

**Resultados:** Los resultados obtenidos no pueden ser comparados entre sí, pero dan una idea de la factibilidad del uso de A.C en la variedad Junegold.

**A salida de cámara:** Lo mas destacado es que la fruta mantuvo en cámara, prácticamente el mismo estado de madurez que a la cosecha (Cuadro 3).

**A temperatura ambiente:** La fruta logró las condiciones de madurez de consumo.

En los tres casos, independiente de la concentración de gases, no se observaron desórdenes fisiológicos (decaimiento interno) ni sabores y aromas extraños.



CUADRO 1 .- CONSERVACION EN ATMOSFERA CONTROLADA  
PERA BARTLETT O WILLIAM'S

OBJETIVO:

1. DETERMINAR NIVELES OPTIMOS DE O<sub>2</sub> Y CO<sub>2</sub> PARA LA CONSERVACION DE PERA WILLIAM'S  
EN CONDICIONES DE A.C

2. TRATAMIENTOS:

- ATMOSFERA REGULAR ( A.R )

- ATMOSFERA CONTROLADA ( A.C ):

A.C1- 1.9-2.2 O<sub>2</sub>/ 1.0-1.1 CO<sub>2</sub>

A.C2- 1.0-1.2 O<sub>2</sub>/ 0.1-0.3 CO<sub>2</sub>

A.C3- 0.6-0.7 O<sub>2</sub>/ 0.4-0.5 CO<sub>2</sub>

3. PERIODO DE ALMACENAMIENTO : 8/2/95 AL 8/6/95 ( 4 meses)

4. CONDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

-1°C a 0°C / 85 a 90 % H.R

**CUADRO 2.- CONSERVACION EN ATMOSFERA CONTROLADA  
DURAZNO JUNEGOLD**

- **OBJETIVO: ESTUDIAR LA FACTIBILIDAD DE APLICACION DE A.C EN VARIEDADES DE DURAZNO  
PARA CONSERVACION/TRANSPORTE**
- **TRATAMIENTOS: ATMOSFERA REGULAR (A.R)  
ATMOSFERA CONTROLADA (A.C)**
- **CONDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA  
1° a 0°C y 90 a 95% de H.R**

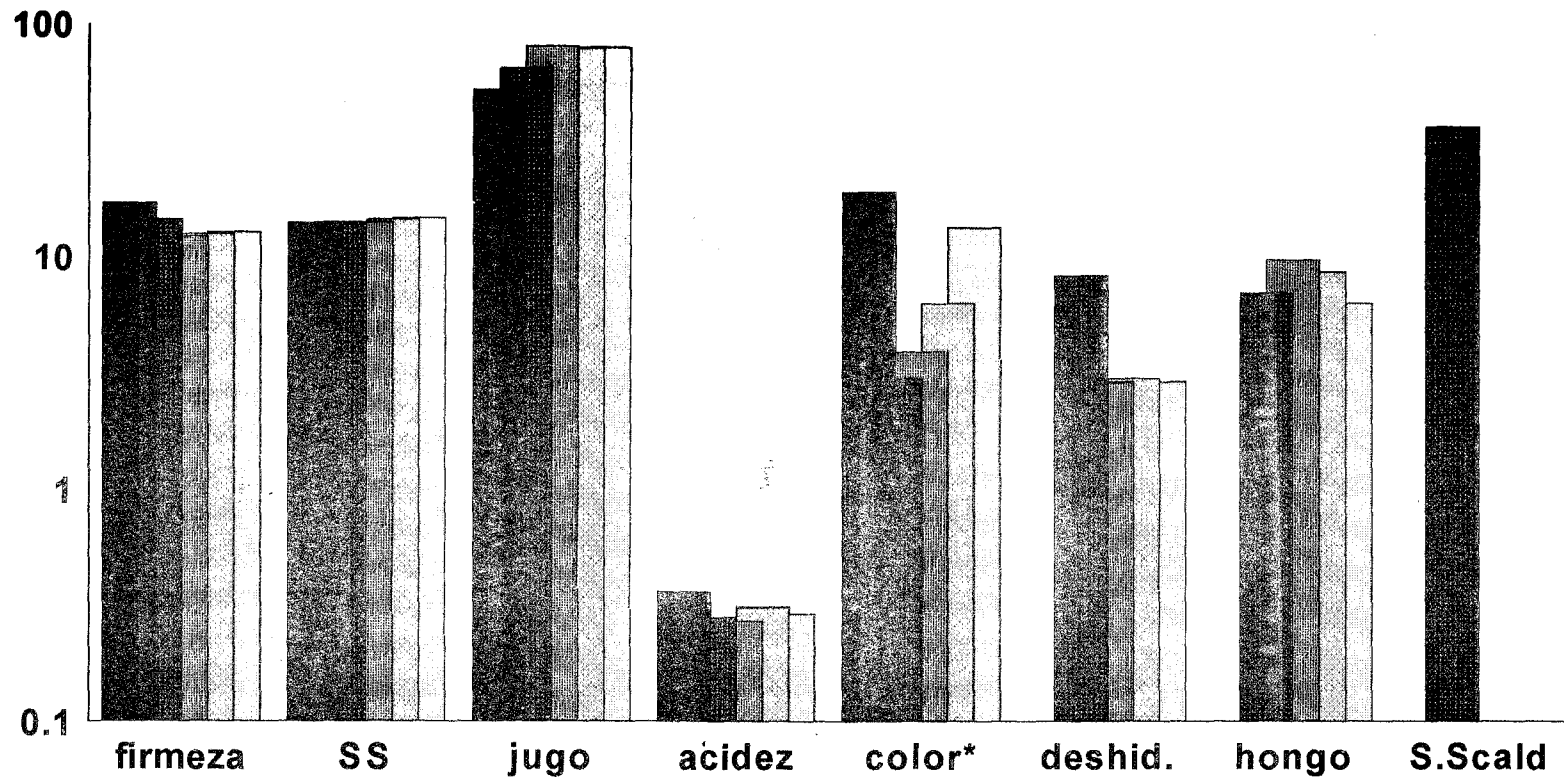
**Cuadro 3. – Resultados obtenidos durante el almacenamiento de Durazno Junegold en condiciones de Atmósfera Controlada 1994/1995**

Trat.	Días en A.C	Firmeza de pulpa	Sólidos Solubles	Acidez (%)	Jugo (%)	Color de fondo	Deshid. (%)	Hongos (%)	Desórdenes Fisiológicos	Sabor y Aroma
	0	11.2	11.3	1.13	43.3	amarillo				
A.C 1	32	9.6	10.2	0.85	44.6	amarillo	2.8	16.5	0	normal
A.C 2	22	8.7	10.8	0.78	44.1	amarillo	2.5	2.1	0	normal
A.C 3	20	11.0	10.6	0.85	44.5	amarillo	0.7	2.5	0	normal

**Cuadro 4. – Resultados obtenidos en condiciones de temperatura ambiente en durazno Junegold, luego del almacenamiento en A.C. 1994/1995**

Trat.	Días a temp.amb.	Firmeza de pulpa	Sólidos Solubles	Acidez (%)	Jugo (%)	Color de fondo	Sabor aroma
A.C 1	4	4.6	10.8	0.61	57	amarillo rojizo	normal
A.C 2	4	2.6	10.5	0.58	51	amarillo rojizo	normal
A.C 3	4	2.0	10.7	0.65	70	amarillo rojizo	normal

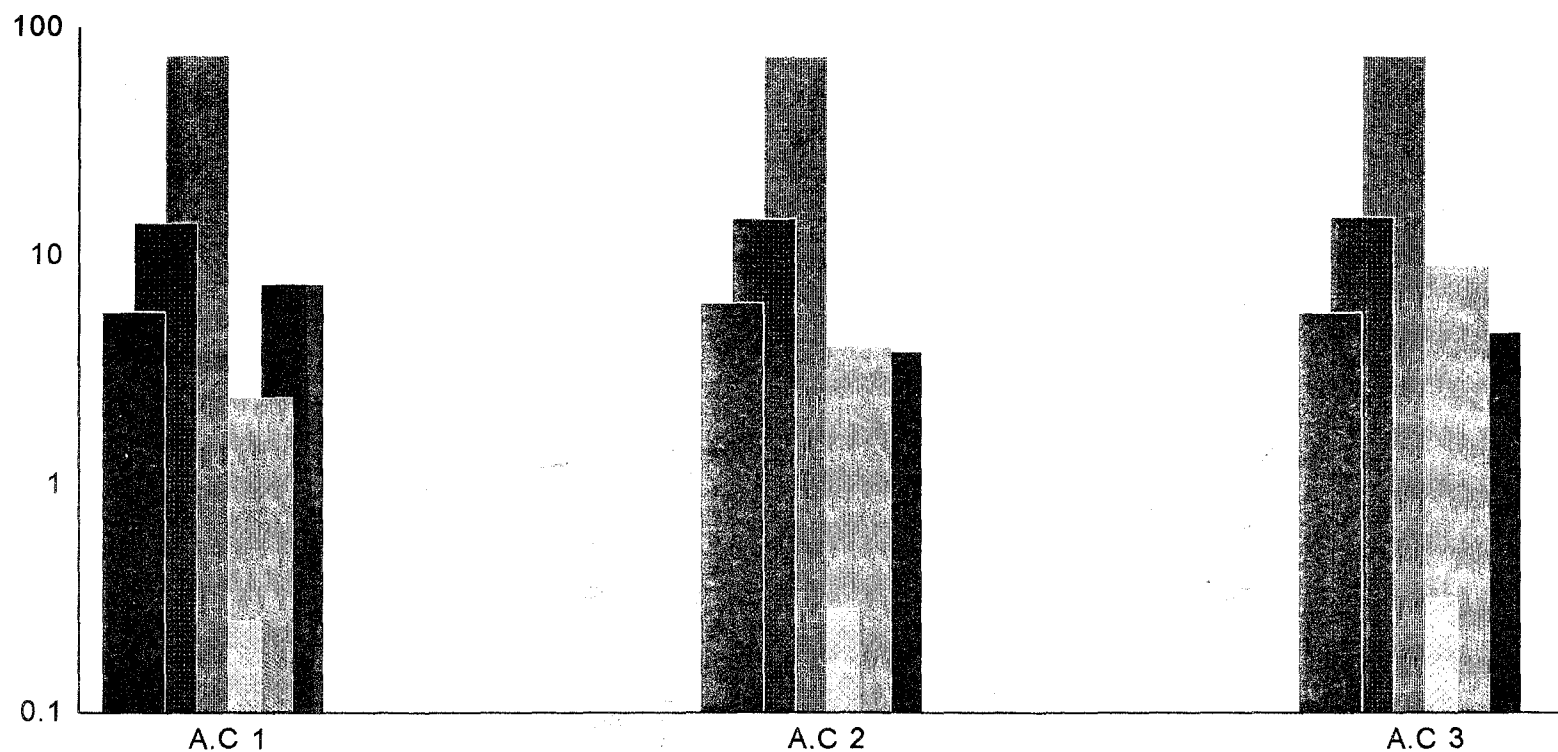
FIGURA 1.- RESULTADOS OBTENIDOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE PERA WILLIAM'S EN ATMOSFERA CONTROLADA



cosecha	17	14	52	0.36	19			
A.R	14.5 a	14.1 b	64.5 b	0.28 bc	3 a	8.3 a	7 b	36 a
A.C 1	12.2 b	14.1 b	80.1 a	0.27 c	3.9 a	2.9 b	9.7 a	0 b
A.C 2	12.5 b	14.5 ab	78.1 a	0.31 a	6.3 b	3 b	8.6 a	0 b
A.C 3	12.7 b	14.7 a	78.8 a	0.29 ab	13.3 c	2.9 b	6.3 b	0 b

\* el color fue determinado por Colorimetría de Coordenadas ( sistema L\*a\*b)  
A.R, A.C 1 y 2 color de piel amarilla- A.C 3 color verde

FIGURA 2 .- RESULTADOS OBTENIDOS POST ALMACENAMIENTO EN  
ATMOSFERA CONTROLADA  
PERA WILLIAM'S



firmeza	5.7	a		6.2	a		5.6	a
SS	14	b		14.5	a		14.6	a
jugo	75.7	a		74.4	b		74	b
acidez	0.25	a		0.28	b		0.31	c
color	2.4	a		4	b		9	c
hongo	7.6	a		3.8	b		4.6	b
c.marrón	67	a		29	b		6	c

\* el color de A.C 1 y A.C 2 corresponde al amarillo  
el valor del color de A.C corresponde al amarillo verdoso