

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE KIWIS ALMACENADOS EN
REFRIGERACIÓN ENVASADOS EN DISTINTAS ATMÓSFERAS
MODIFICADAS Y EL USO DE 1-MCP.**

Luis Osés Martínez de Zúñiga

Trabajo de tesis para ser presentado como requisito
parcial para optar al Título de

INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA- INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA**

Unidad Integrada Balcarce: Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP
Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, INTA

Balcarce, Argentina

Junio de 2011

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE KIWIS ALMACENADOS EN REFRIGERACIÓN ENVASADOS EN DISTINTAS ATMÓSFERAS MODIFICADAS Y EL USO DE 1-MCP.

Luis Osés Martínez de Zúñiga

Comité Consejero:

.....

Directora de Tesis. Ing. Agr. Alejandra Yommi

.....

Asesora. Ing. Agr. Victoria Quillehauquy

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE KIWIS ALMACENADOS EN
REFRIGERACIÓN ENVASADOS EN DISTINTAS ATMÓSFERAS
MODIFICADAS Y EL USO DE 1-MCP.**

Luis Osés Martínez de Zúñiga

Aprobada por:

.....

Directora de Tesis. Ing. Agr. Alejandra Yommi

.....

Asesora. Ing. Agr. Victoria Quillehauquy

.....

Delegada del Decano Ing. Agr. Cristina Monti

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi directora de Tesis Alejandra Yommi, por su constancia y tiempo entregado, sus conocimientos transmitidos y su apoyo constante durante el desarrollo de esta Tesis.

A Victoria Quilleauquy por su ayuda y enseñanzas, Natalia Di Geronimo, Rubén Bustos y Carlos Pereyra por la colaboración prestada y los buenos momentos pasados.

A mi familia y amigos, especialmente a mis padres que me han dado las facilidades para estudiar durante la carrera y que desde la distancia me ha apoyado en todo momento.

A Izaskun y todos los buenos amigos que he hecho aquí, a mi segunda familia que ha estado siempre para acogerme y que me ha hecho sentir como en casa.

A todas ellos agradezco la experiencia brindada durante este año lejos de mi gente.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la evolución de los parámetros físico-químicos y sensoriales de kiwis 'Hayward' envasados en tres films específicos para atmósfera modificada ('A', 'B' y 'C') y uno de polietileno de alta densidad (PAD). En el envase PAD, se contó con la mitad de los envases en los que la fruta fue tratada con 1000 ppb de 1-MCP y la otra mitad sin tratar fue considerada control. El almacenamiento se realizó a 0 °C y alta humedad relativa (95%), en ambiente libre de etileno por un máximo de 7 meses. En el momento de la cosecha y a los 5, 6 y 7 meses a 0 °C se midió el color (L^* , a^* y b^*), firmeza (kg), SST (sólidos solubles totales en °Brix o %), AT (acidez total en % de ácido cítrico) y se calculó el ratio como (SST/AT). También se midieron los cambios en la concentración de CO_2 y O_2 en el interior de los envases durante el estudio. Frutos conservados por 5, 6 y 7 meses fueron mantenidos 3 días a 20 °C, para evaluar la evolución de la calidad en términos de las variables mencionadas. En frutos conservados por 5, 6 y 7 meses, tanto a la salida de cámara como a los 3 y 9 días de postcámara se midió la producción de etileno y se evaluó la textura, la acidez y el sabor característico mediante un análisis sensorial. Los films específicos modificaron la atmósfera e influyeron sobre la producción de etileno y sobre la calidad; las condiciones gaseosas creadas fueron muy variables e inadecuadas, provocando el desarrollo de desórdenes en la fruta. Las bolsas PAD no modificaron la atmósfera; combinadas con el 1-MCP lograron deprimir la producción de etileno, mejoraron la calidad físico-química y sensorial, prolongando así la vida en postcámara.

Palabras claves: *Actinidia deliciosa*, "Hayward", atmósfera modificada, almacenamiento, 1-MCP.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURA.....	ix
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1. Producción mundial y nacional. Características del mercado argentino.....	4
2. Características y maduración del kiwi.....	4
2.1. Origen y características del kiwi.....	4
2.2. Maduración del kiwi.....	5
2.2.1. Factores de maduración.....	6
3. Tecnologías postcosecha y causas de deterioro.....	7
3.1. Tecnología postcosecha.....	7
3.1.1. Cámara en atmósfera normal.....	7
3.1.2. Modificación de la atmósfera.....	8
3.1.2.1. Atmósfera controlada.....	8
3.1.2.2. Atmósfera modificada.....	9
3.1.3. Elementos de control.....	10
3.2. Causas de deterioro del kiwi.....	11
4. El 1-MCP (1-metilciclopropeno).....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
1. Material vegetal y medición de la calidad inicial.....	15
2. Pre-acondicionado para almacenamiento.....	15
3. Materiales y métodos utilizados en el almacenamiento.....	16
3.1. Atmósferas modificadas.....	16
3.2. Tratamiento con 1-MCP.....	16
3.3. Almacenamiento.....	17
3.4. Metodología utilizada para medir la calidad y deterioro de la fruta almacenada.....	17
3.5. Determinación de la calidad sensorial.....	18
4. Determinación de la producción de etileno.....	19
5. Diseño estadístico.....	20

RESULTADOS.....	21
1. Composición generada en el interior de los envases.....	21
1.1. Comportamiento de PAD respecto de los envases específicos.....	21
1.2. Comportamiento de PAD respecto PAD-MCP.....	24
2. Producción de etileno.....	24
2.1. Comportamiento de PAD respecto de los envases específicos.....	24
2.2. Comportamiento de PAD respecto PAD-MCP.....	27
3. Efectos de la duración del almacenamiento y tipo de envase sobre la calidad de los frutos de kiwi.....	29
3.1. Comportamiento de PAD respecto de los envases específicos.....	29
3.1.1. Calidad físico-química de los frutos a la salida del almacenamiento en frío.....	29
3.1.2. Calidad físico-química de los frutos almacenados luego de 3 días a 20 °C.....	32
3.1.3. Análisis sensorial de los frutos a la salida de frío y en postcámara.....	33
3.2. Efecto del 1-MCP en los frutos envasados en PAD.....	36
3.2.1. Calidad de los frutos a la salida del almacenamiento en frío.....	36
3.2.2. Calidad de los frutos almacenados luego de 3 días a 20 °C.....	38
3.2.3. Análisis sensorial de los frutos a la salida de frío y en post-cámara.....	40
DISCUSIÓN.....	43
CONCLUSIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49
APÉNDICE.....	54
Figura I. Frutos con incrustaciones blancas en la columela.....	54
Figura II. Frutos parcialmente dañados por excesiva concentración de CO ₂ ...	54
Figura III. Frutos totalmente dañados por exceso de CO ₂	55
Figura IV. Frutos con depresiones y manchas, signos de toxicidad al exceso de CO ₂	55
Figura V. Incubación de los frutos y extracción de muestras para la medición de etileno.....	56
Tabla I. SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b* para cada tipo de envase de atmósfera modificada, a los 0, 5, 6 y 7 meses a 0 °C.....	57
Tabla II. SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b* para cada tipo de envase de atmósfera modificada, a los 5, 6 y 7 meses de almacenamiento a 0 °C y 3 días a 20 °C.....	58

Tabla III. SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b* de frutos tratados y no tratados con 1-MCP, a los 0, 5, 6 y 7 meses a 0 °C.....	59
Tabla IV. SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b* de frutos tratados y no tratados con 1-MCP, a los 5, 6 y 7 meses de almacenamiento a 0 °C y 3 días a 20 °C....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tabla 1. Valores p para cada uno de los factores del modelo para SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b*. Las mediciones se realizaron a la salida de frío, en frutos de kiwi almacenados en distintos tipos de envase, por 5, 6 o 7 meses a 0°C.....	29
Tabla 2.	Tabla 2. Valores p para cada uno de los factores del modelo para SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b*. Las mediciones se realizaron en kiwis almacenados en distintos tipos de envase, por 5, 6 o 7 meses a 0°C, luego de ser transferidos por 3 días a 20 °C	33
Tabla 3.	Tabla 3. Valores p para cada uno de los factores del modelo para los atributos textura, acidez y sabor característico, resultado de una evaluación sensorial de kiwis almacenados en distintos tipos de envase, a 0 °C por 5, 6 o 7 meses y luego de 0, 3 y 9 días a 20°C.	34
Tabla 4.	Tabla 4. Textura, acidez y sabor característico de kiwis almacenados en distintos tipos de envase por 5, 6 o 7 meses a 0° y luego de 0, 3 y 9 días a 20°C.....	36
Tabla 5.	Tabla 5. Valores p para cada uno de los factores del modelo para SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b*. Las mediciones se realizaron a la salida de frío, en kiwis tratados y sin tratar con 1-MCP, envasados en PAD por 5, 6 o 7 meses a 0°C.....	37
Tabla 6.	Tabla 6. Valores p para cada uno de los factores del modelo para SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b*. Las mediciones se realizaron en kiwis tratados y sin tratar con 1-MCP, envasados en PAD por 5, 6 o 7 meses a 0°C y luego de ser transferidos por 3 días a 20 °C.....	39
Tabla 7.	Tabla 7. Valores p para cada uno de los factores del modelo para los atributos textura, acidez y sabor característico, resultado de una evaluación sensorial de kiwis tratados y no tratados con 1-MCP, envasados en PAD a 0 °C por 5, 6 o 7 meses y luego de 0, 3 y 9 días a 20°C.....	41
Tabla 8.	Tabla 8. Textura, acidez y sabor característico de kiwis tratados y no tratados con 1-MCP, envasados en PAD a 0 °C por 5, 6 o 7 meses y luego de 0, 3 y 9 días a 20°C.....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Cambios en la concentración de O ₂ y CO ₂ en los envases PAD durante el almacenamiento a 0°C. Los símbolos vacíos corresponden a los datos obtenidos de cada envase y momento de medición; símbolos llenos corresponden al promedio obtenido para cada momento de medición.....	22
Figura 2.	Figura 2. Cambios en la concentración de O ₂ y CO ₂ en los envases A durante el almacenamiento a 0°C. Los símbolos vacíos corresponden a los datos obtenidos de cada envase y momento de medición; símbolos llenos corresponden al promedio obtenido para cada momento de medición.....	22
Figura 3.	Figura 3. Cambios en la concentración de O ₂ y CO ₂ en los envases B durante el almacenamiento a 0°C. Los símbolos vacíos corresponden a los datos obtenidos de cada envase y momento de medición; símbolos llenos corresponden al promedio obtenido para cada momento de medición.....	23
Figura 4.	Figura 4. Cambios en la concentración de O ₂ y CO ₂ en los envases C durante el almacenamiento a 0°C. Los símbolos vacíos corresponden a los datos obtenidos de cada envase y momento de medición; símbolos llenos corresponden al promedio obtenido para cada momento de medición.....	23
Figura 5.	Figura 5. Cambios en la concentración de O ₂ y CO ₂ en los envases PAD-MCP durante el almacenamiento a 0°C. Los símbolos vacíos corresponden a los datos obtenidos de cada envase y momento de medición; símbolos llenos corresponden al promedio obtenido para cada momento de medición.....	24
Figura 6.	Figura 6. Producción de etileno de frutos que fueron conservados en diferentes tipos de envase durante 5 meses y mantenidos a 20°C durante 9 días. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre días postcámara para un mismo tipo de envase, según Tukey-Kramer (5%). Asteriscos indican diferencias entre PAD y envases específicos en cada día de postcámara, según la prueba de Dunnett.....	25

- Figura 7.** Figura 7. Producción de etileno de frutos que fueron conservados en diferentes tipos de envase durante 6 meses y mantenidos a 20°C durante 9 días. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre días postcámara para un mismo tipo de envase, según Tukey-Kramer (5%). Asteriscos indican diferencias entre PAD y envases específicos en cada día de postcámara, según la prueba de Dunnett..... 26
- Figura 8.** Figura 8. Producción de etileno de frutos que fueron conservados en diferentes tipos de envase durante 7 meses y mantenidos a 20°C durante 9 días. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre días postcámara para un mismo tipo de envase, según Tukey-Kramer (5%). Asteriscos indican diferencias entre PAD y envases específicos en cada día de postcámara, según la prueba de Dunnett..... 26
- Figura 9.** Figura 9. Producción de etileno de frutos que fueron tratados y no tratados con 1-MCP, conservados durante 5 meses en PAD y mantenidos posteriormente a 20°C durante 9 días. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre días postcámara; letras mayúsculas corresponden a diferencias entre envases (Tukey-Kramer al 5%)..... 27
- Figura 10.** Figura 10. Producción de etileno de frutos que fueron tratados y no tratados con 1-MCP, conservados durante 6 meses en PAD y mantenidos posteriormente a 20°C durante 9 días. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre días postcámara; letras mayúsculas corresponden a diferencias entre envases (Tukey-Kramer al 5%)..... 28
- Figura 11.** Figura 11. Producción de etileno de frutos que fueron tratados y no tratados con 1-MCP, conservados durante 7 meses en PAD y mantenidos posteriormente a 20°C durante 9 días. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre días postcámara; letras mayúsculas corresponden a diferencias entre envases (Tukey-Kramer al 5%)..... 29

Figura 12.	Figura 12. SST, AT y ratio en kiwis almacenados por 0, 5, 6 y 7 meses a 0°C. Para cada variable y período evaluado, se ha promediado los valores correspondientes a los tipos de envase. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre meses de conservación (Tukey-Kramer al 5%).....	31
Figura 13	Figura 13. Firmeza de kiwis almacenados por 0, 5, 6 y 7 meses a 0°C (promedio de los tipos de envase). Letras minúsculas corresponden a diferencias entre meses de conservación (Tukey-Kramer al 5%).....	31
Figura 14.	Figura 14. Evolución de los parámetros de color a* y b*, determinado en la pulpa de kiwis almacenados por 0, 5, 6 y 7 meses a 0°C, en distintos tipo de envases. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre meses de conservación (Tukey-Kramer al 5%).....	32
Figura 15.	Figura 15. Ratio y AT de kiwis almacenados por 5, 6 y 7 meses a 0°C y luego de una postcámara de 3 días (promedio de los tipos de envase). Letras minúsculas corresponden a diferencias entre meses de almacenamiento. (Tukey-Kramer al 5%).....	33
Figura 16.	Figura 16. Contenido de sólidos solubles totales (% SST), acidez titulable (% AT) y ratio en kiwis almacenados por 0, 5, 6 y 7 meses a 0 °C y evaluados a la salida de frío (promedio de los tratamientos PAD y PAD-MCP). Las letras minúsculas muestran diferencias significativas entre meses de almacenamiento (Tukey-Kramer al 5%).....	38
Figura 17.	Figura 17. Evolución de los parámetros de color L*, a* y b*, determinados en la pulpa de kiwis almacenados por 0, 5, 6 y 7 meses a 0 °C y evaluados a la salida de frío (promedio de los tratamientos PAD y PAD-MCP). Las letras minúsculas muestran diferencias significativas entre meses de almacenamiento (Tukey-Kramer al 5%).....	39
Figura 18.	Figura 18. Ratio y AT determinados en la pulpa de kiwis almacenados por 5, 6 y 7 meses a 0 °C y evaluados a los 3 días de postcámara a 20 °C (promedio de los tratamientos PAD y PAD-MCP). Las letras minúsculas muestran diferencias significativas entre meses de almacenamiento (Tukey-Kramer al 5%).....	40

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la evolución de los parámetros físico-químicos y sensoriales de kiwis `Hayward´ envasados en tres films específicos para atmósfera modificada ('A', 'B' y 'C') y uno de polietileno de alta densidad (PAD). En el envase PAD, se contó con la mitad de los envases en los que la fruta fue tratada con 1000 ppb de 1-MCP y la otra mitad sin tratar fue considerada control. El almacenamiento se realizó a 0 °C y alta humedad relativa (95%), en ambiente libre de etileno por un máximo de 7 meses. En el momento de la cosecha y a los 5, 6 y 7 meses a 0 °C se midió el color (L^* , a^* y b^*), firmeza (kg), SST (sólidos solubles totales en °Brix o %), AT (acidez total en % de ácido cítrico) y se calculó el ratio como (SST/AT). También se midieron los cambios en la concentración de CO₂ y O₂ en el interior de los envases durante el estudio. Frutos conservados por 5, 6 y 7 meses fueron mantenidos 3 días a 20 °C, para evaluar la evolución de la calidad en términos de las variables mencionadas. En frutos conservados por 5, 6 y 7 meses, tanto a la salida de cámara como a los 3 y 9 días de postcámara se midió la producción de etileno y se evaluó la textura, la acidez y el sabor característico mediante un análisis sensorial. Los films específicos modificaron la atmósfera e influyeron sobre la producción de etileno y sobre la calidad; las condiciones gaseosas creadas fueron muy variables e inadecuadas, provocando el desarrollo de desórdenes en la fruta. Las bolsas PAD no modificaron la atmósfera; combinadas con el 1-MCP lograron deprimir la producción de etileno, mejoraron la calidad físico-química y sensorial, prolongando así la vida en postcámara.

Palabras claves: *Actinidia deliciosa*, "Hayward", atmósfera modificada, almacenamiento, 1-MCP.

INTRODUCCIÓN

El consumo de kiwi aumenta en forma sostenida a nivel mundial un 5% por año, gracias a su excepcional sabor y a sus ya conocidas cualidades nutricionales. El consumidor argentino no escapa a esta tendencia. La producción de esta fruta ha cobrado importancia creciente en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. La zona de Mar y Sierras cuenta con 300 has de las 700 has implantadas en el país y se impone como la más apta por las condiciones agroclimáticas propias y los efectos particulares dados por la influencia marítima. Otras regiones de producción se encuentran en los alrededores de la ciudad de La Plata y en la zona de Baradero, San Pedro y Mercedes (Reid, com. pers.). La fruta producida en el norte bonaerense se destina a la exportación y al mercado interno, pero es diferente el esquema que se utiliza para la cosechada en el sudeste de la provincia. Un mínimo volumen de la producción del sudeste bonaerense es exportado a Europa durante los meses de cosecha (abril, mayo), y la mayor proporción de fruta es almacenada en frío para diferir la venta en el mercado interno.

La producción actual no cubre la demanda del mercado interno, lo que implica la posibilidad de aumentar el área en producción en un plazo no muy largo. La escasez de fruta es cubierta mediante la importación desde Italia, Nueva Zelanda y Chile (Reid, com. pers.). El cultivar 'Hayward' perteneciente a la especie *Actinidia deliciosa*, es el de mayor difusión en este país; es de producción tardía, tiene frutos grandes, con altos niveles de azúcares y alto potencial de almacenamiento.

El kiwi es un fruto climatérico (Abeles *et al.*, 1992), es decir que puede completar la maduración organoléptica si es cosechado cuando ha alcanzado la madurez fisiológica. Algunos índices como el contenido de sólidos solubles o el contenido de materia seca son utilizados para decidir el inicio de cosecha (Hopkirk *et al.*, 1986). Durante la maduración, la pulpa de los frutos se ablanda, aumenta el nivel de azúcares y se sintetizan compuestos aromáticos, mientras que la acidez puede o no disminuir. El kiwi tiene la particularidad de presentar un climaterio retardado, ya que puede alcanzar el incremento respiratorio asociado al climaterio a las 2 o 3 semanas de postcosecha (a 20 °C).

El fruto de kiwi 'Hayward' puede almacenarse a 0 °C y 90 a 95% de humedad relativa durante 4 a 6 meses (Rushing, 2004). El ablandamiento de la pulpa es el principal limitante del tiempo o potencial de almacenamiento. Ocurre muy rápidamente durante el primer mes de conservación a 0 °C e involucra procesos enzimáticos que en su mayoría

están separados temporalmente de la ocurrencia del climaterio (Schröder; Atkinson, 2006). El kiwi es un fruto muy sensible a la presencia de etileno; una concentración de 5 a 10 ppb promueve el ablandamiento y la senescencia del fruto, por lo que una práctica recomendable es utilizar absorbedores de etileno en el almacén (Crisosto; Mitcham; Kader, 2009). Las pudriciones y fisiopatías (decaimiento interno, daño por frío, etc.) también reducen la vida de almacenamiento (Hewett *et al.*, 1999). Algunos factores climáticos y de manejo de las plantas (contenido de nitrógeno foliar, contenido de calcio del fruto, iluminación de las plantas, madurez de cosecha) condicionan el potencial de almacenamiento (Antognozzi *et al.*, 1995; Feng *et al.*, 2006).

Es de interés contar con tecnología que permita alargar la vida de almacenamiento de los frutos para diferir la venta en el mercado y lograr mejor precio, aumentado así los beneficios. La misma también podría ser utilizada para el envío del producto a mercados distantes por barco, reduciendo un 95% la emisión de gases de efecto invernadero respecto del transporte aéreo (Department for Transport, 2007). Una tecnología que sumada a la refrigeración puede ser beneficiosa es la modificación de la atmósfera. El empaquetado en atmósfera modificada consiste en el envasado del producto en bolsas o envases semipermeables al O₂, CO₂ y vapor de agua. Por efecto de la respiración, la concentración gaseosa en el interior del envase se modifica hasta alcanzar un equilibrio que resulta generalmente menor en O₂ y mayor en CO₂ respecto al aire (Thompson, 1998). Al modificar la concentración de los gases del interior del envase se logra reducir la tasa respiratoria del fruto y la liberación de etileno, retrasando la senescencia y el desarrollo de pudriciones (Kader, 1985).

Al finalizar el período de conservación, los frutos deben presentar una adecuada textura y sabor. Este último está relacionado fundamentalmente con el contenido de sólidos solubles y la presencia de compuestos aromáticos y en menor medida, con la acidez (Rossiter *et al.*, 2000). Los kiwis con mayor aceptación por parte del consumidor están asociados con niveles de sólidos solubles mayores al 12% (o 12°Brix) (Stec *et al.*, 1989), siendo óptimo 16% (Burdon *et al.*, 2004). Se considera que el fruto está apto para el consumo cuando la pulpa tiene una firmeza de 0.90 a 1.36 Kg (Crisosto; Kader, 1999).

Las hipótesis consideradas en este trabajo de Tesis fueron:

- Las películas difieren en su permeabilidad a los gases por lo que cada tipo generará una mezcla gaseosa distinta en el interior del envase.
- La composición gaseosa de equilibrio generada en cada tipo de envase tendrá efecto sobre la fisiología del fruto y afectará la duración del almacenamiento y la calidad en postcámara.
- El uso de 1-MCP retrasa la maduración organoléptica del fruto, y en consecuencia, prolonga la vida de almacenamiento refrigerado y en postcámara.
- La modificación de la atmósfera lograda por alguno de los envases específicos y por el 1-MCP retrasan la maduración, mejoran la calidad sensorial de los frutos y prolongan el almacenamiento refrigerado.

Objetivos:

General

- Evaluación del uso de distintos tipos de envases semipermeables y 1-MCP y su efecto sobre la calidad del kiwi 'Hayward' y la duración del almacenamiento.

Específicos

- Determinar la composición generada en el interior de los envases por el uso de cada una de las películas semipermeables.
- Determinar el efecto de las atmósferas creadas sobre la producción de etileno y asociarlo con la calidad de los frutos durante el almacenamiento y en postcámara.
- Determinar el efecto del 1-MCP sobre la producción de etileno y asociarlo con la calidad de los frutos durante el almacenamiento y en postcámara.
- Detectar las alternativas tecnológicas que maximicen la calidad sensorial durante el almacenamiento prolongado y en postcámara.

REVISION BIBLIOGRÁFICA

1. Producción mundial y nacional. Características del mercado argentino.

El kiwi es originario de China y es Nueva Zelanda el país que lo introdujo y logró aproximadamente en 1930, el fruto comestible hoy conocido luego de años de selección y mejoramiento genético (Anker-Kofoed, 2008). Actualmente, la producción mundial de kiwi está encabezada por dos países, Italia y Nueva Zelanda, los que manejan anualmente las tres cuartas partes (Italia 39.8%, Nueva Zelanda 34%) de un total de 1.183 miles de toneladas que se producen en el mundo anualmente. En Sudamérica, el mayor productor es Chile (13%). Gracias al posicionamiento geográfico de estos países, a su centralización hacia la exportación (Italia exporta las tres cuartas partes de su producción) y a la capacidad de almacenaje propia del fruto, es que se puede consumir durante todo el año en todo el mundo (PROFRUTAL, 2009).

Actualmente en Argentina se ha establecido una superficie de cultivo de kiwi en torno a las 700 ha y con una producción de entre 15-30 t. ha⁻¹. Asimismo, en el mercado interno se consumen unas 12.000 t, debiéndose importar gran parte de la fruta consumida. En el año 2009 y 2010, la importación fue de 9100 y 10.314 t, respectivamente (SENASA, 2011). La producción del kiwi se ubica en las provincias de Córdoba, Entre Ríos, Santiago del Estero, Buenos Aires y Rio Negro (Capocchi, 2008). Hay que destacar que las exportaciones son de baja escala (entre 280 y 730 t en los últimos 4 años) pero de alta calidad, teniendo a Italia como destino principal (SENASA, 2011).

2. Características y maduración del kiwi

2.1. Origen y características del kiwi

La planta del kiwi del cultivar 'Hayward' es una especie trepadora originaria de China. Pertenece a la clase: Dicotiledonea, orden: *Ericales*, familia: *Actinidiaceae*, género: *Actinidia*, especie: *deliciosa*. Hay dos especies más del género *Actinidia* de interés comercial como lo son *A. chinensis* y *A. arguta*.

El kiwi es una enredadera leñosa que puede alcanzar los 9 metros de altura. Sus hojas son simples, largas, redondas y caducas de tamaño variable comprendido entre 10 y 30 cm. Las flores son hermafroditas o unisexuales, es decir presentan aparato sexual

femenino (gineceo) y masculino (androceo) (INFOAGRO, 2011). Los frutos del kiwi son bayas con numerosas lóculos llenos de muchas semillas pequeñas, blandas y negras. La carne de color verde esmeralda (parte comestible) tiene tres regiones: el pericarpio exterior, el interior del pericarpio, y la columela (núcleo), que es un verde más claro que los tejidos del pericarpio (Crisosto; Kader, 1999).

Esta fruta tiene un gran nivel en vitamina C y ácido cítrico, conteniendo el doble de vitamina C que la naranja (Crisosto; Kader, 1999). También contiene luteína, que reduce el riesgo de cáncer y enfermedades cardíacas. Además, contiene 3% fibra soluble e insoluble beneficiosa para el tracto intestinal. Al mismo tiempo también contiene más potasio que el banano con 295 mg cada 100 gramos de producto.

2.2. Maduración del kiwi

El kiwi en Argentina se recolecta a mediados de abril, en el momento en el que el fruto ha llegado a su madurez fisiológica, que a diferencia de otras frutas varía de la madurez de consumo. La madurez de cosecha (o fisiológica) es el estado en el que la fruta ha alcanzado parámetros mínimos que permiten expresar al máximo el potencial de calidad de la fruta a consumo (Levy Guarda, 2003). El grado de madurez se mide mediante diferentes índices, pero en general los más utilizados son: sólidos solubles totales, firmeza y materia seca.

Así pues, el contenido en sólidos solubles a cosecha debe ser de 6.2 a 6.5%, ya que alcanzará al momento de consumo un valor de 12%, con el que los consumidores aceptan el producto (Pailly *et al.*, 1995). Un aumento en el contenido de sólidos solubles a cosecha generará un sabor más dulce y aromático tras la maduración.

La firmeza de la pulpa es una variable determinante a la hora de recolectar el kiwi, sus valores deben ser superiores a 6 Kg antes de recolectarlos (Ruiz de Castro *et al.*, 2006), ya que durante el período de almacenamiento pierden hasta un 75% de la firmeza inicial (Yin *et al.*, 2009). Según anteriores estudios, la firmeza óptima de los frutos en el momento de consumo se alcanza con valores de 0.4 a 0.8 Kg (Beever; Hopkirk, 1990; Bengé *et al.*, 2000), aunque otros consideran que el rango es de 0.90 a 1.36 Kg (Crisosto; Kader, 1999).

La materia seca, es un indicador de la madurez que determina el comienzo de la cosecha y estima la calidad sensorial del fruto maduro (Burdon *et al.*, 2004; Woodward;

Clearwater, 2008), ya que su contenido es un indicador de carbohidratos totales, de los cuales entre el 40 y 70% es almidón que posteriormente es hidrolizado a azúcares solubles. Una cantidad de 15 a 16.5% de materia seca en el momento de la cosecha asegura una alta aceptabilidad por parte del consumidor.

Otros valores que se suelen medir para decidir el inicio de cosecha son la acidez y el color. La acidez en cosecha alcanza niveles de 0.9 a 2.5% de acidez total (AT) con un 40-50% de citrato, un 40-50% de quinato y un 10% de malato (Marsh *et al.*, 2004) (MacRae *et al.*, 1989). La acidez total puede mantenerse (Serra Bonevhi *et al.*, 1996; Levy Guarda, 2003; Mash *et al.*, 2004; Woodward, 2006) o disminuir en el período de almacenamiento, dependiendo del origen de la plantación (Crisosto; Crisosto, 2001). En cuanto al color externo de esta fruta, es necesario destacar que es peculiar, ya que no cambia drásticamente de color cuando madura. Su color interno, sin embargo, se torna de un verde lechoso a un verde de tono más oscuro en la madurez, debido a la conversión del almidón en azúcares simples (Burdon *et al.*, 2004).

2.2.1. Factores de maduración

Para llegar a la madurez el kiwi necesita mantenerse durante 19 días a temperatura ambiente tras su cosecha. Una vez transcurrido ese tiempo, la fruta se comporta de forma climatérica, si se tienen en cuenta como indicadores el aumento de la respiración y de la producción de etileno (Antunes *et al.*, 2000). También se dice que es una fruta climatérica porque reacciona al etileno exógeno (Oz *et al.*, 2010). En este periodo el etileno, hormona que promueve la maduración en diversas frutas, se produce en un nivel de 0.1 a 0.5 $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ cuando el fruto está inmaduro y a 20 °C, cuando el fruto llega a la madurez (menos de 2 kg de firmeza) el nivel de etileno aumenta hasta niveles de 50 a 100 $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ (Crisosto; Kader, 1999). La producción de etileno varía con la temperatura, así al disminuir la temperatura se reduce la tasa de producción de etileno. Tanto es así que una vez cosechado su producción es menor a 0.1 $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ si se mantiene a 0 °C (Crisosto; Kader, 1999).

En ocasiones el etileno es utilizado para obtener una maduración uniforme. La aplicación más común es de 100 ppm de etileno durante 12 horas en cámara hermética, a temperatura ambiente, aunque también es posible hacerlo a 0 °C. El uso de etileno se debe aplicar según las necesidades finales del producto ya que influye considerablemente

en la evolución de la madurez, permitiendo modificar los tiempos de venta al consumidor. Estudios anteriores pudieron reducir el tiempo hasta alcanzar el climaterio de 19 días a 68-79 horas mediante la aplicación de etileno exógeno. Mediante la utilización de propileno el tiempo se redujo aún más, con un tiempo final de 4-10 horas (Antunes *et al.*, 2000). Por el contrario, para periodos largos de almacenaje, el etileno se debe eliminar mediante absorbedores, ya que el ablandamiento puede inducirse incluso a concentraciones de etileno muy bajas, en torno a 10 ppb (Retamales; Campos, 1997). Un ablandamiento en almacén hace al fruto más susceptible a enfermedades como la podredumbre gris ocasionada por *Botrytis cinerea*.

3. Tecnología postcosecha y causas de deterioro

3.1. Tecnología postcosecha

Un buen manejo de postcosecha es importante para mantener las características organolépticas propias de la fruta hasta alcanzar el mercado de consumo (Anker-Kofoed, 2008). Tras esto también es necesario un tiempo de venta al público en el que la fruta esté en condiciones óptimas para el consumo; esto se logra cuando la fruta tiene como mínimo 1 kg (Zuccherelli; Zuccherelli, 1990; Snelgar *et al.*, 1998).

Este manejo puede comenzar con un preenfriamiento de la fruta que posteriormente se introduce en cámara frigorífica. El primer problema del almacenamiento en frío es la fluctuación de las temperaturas, ya que el enfriamiento largo y poco uniforme ayuda al ablandamiento de la pulpa y el deterioro puede producirse a temperaturas superiores a 0 °C. Otro problema ligado a este es la condensación de agua producida por los cambios en las temperaturas y que conlleva el desarrollo de pudriciones (Wiley *et al.*, 1999).

3.1.1. Cámara en atmósfera normal

El aumento de la vida útil del kiwi hasta el momento de la venta y durante un periodo de consumo es necesario, para ello se debe realizar un correcto almacenamiento de la fruta. El más común y económico es la utilización de una cámara frigorífica que utilice valores de 0 °C \pm 0.5 °C y alta humedad relativa (cercana al 95%), en ausencia de etileno (Kader, 1997; Ruiz de Castro *et al.*, 2006). En numerosas ocasiones los frutos se envasan en bolsas de polietileno de alta densidad, en unidades de 10 kg, consiguiéndose periodos de almacenamiento de 4 a 6 meses (Willey *et al.*, 1999).

3.1.2. Modificación de la atmósfera

Para mantener la calidad de la fruta se opta por un mayor nivel de control, como son la utilización de atmósferas controladas (AC) o atmósferas modificadas (AM). El objetivo básico de esta tecnología es reducir la respiración, la emisión de etileno y el crecimiento microbiano (Catalá *et al.*, 2007).

Tanto la AC como la AM se basan en la modificación de gases como el O₂ y el CO₂, intentando reducir el primero hasta 1 a 2% y aumentando el segundo a un nivel de 3 a 5%. Con estas concentraciones se retrasa la maduración y también la pérdida de firmeza en kiwi (Arpaia *et al.*, 1982). El establecimiento de los niveles gaseosos recomendados (en ausencia de etileno) no debe demorarse más de una semana después de la cosecha. El almacenamiento con niveles de O₂ inferiores al 1% o de CO₂ mayores al 7% son perjudiciales para el kiwi, ya que producen malos olores y sabores o la pérdida de firmeza de la pulpa (Kader, 1997).

3.1.2.1. Atmósfera controlada

El almacenaje en atmósfera controlada requiere un nivel de control máximo que mantenga los gases en el nivel exacto determinado. Dicho control requiere una infraestructura y equipamientos de alto valor (Levy Guarda, 2003).

Se han hecho diversos estudios en kiwi utilizando este tipo de almacenaje. En uno de ellos se observó un cambio importante entre el ablandamiento del kiwi almacenado en cámara y el almacenado en atmósfera controlada. El tiempo de almacenamiento aumentó 2.6 veces respecto del almacenamiento en atmósfera normal. Bajo las condiciones de refrigeración en aire, los kiwis grandes (~101g), medianos (~91g) y pequeños (~81 g) llegaron a las 2.5 Kg de fuerza (firmeza mínima para minimizar los daños por golpes) a las 12, 10, y 8 semanas, respectivamente. En condiciones AC, los mismos alcanzaron ese valor de firmeza a las 49, 30 y 20 semanas, respectivamente (Crisosto; Kader, 1999).

También se han hecho experimentos conservando lotes de kiwi en atmósferas controladas donde se utilizaron altos niveles de CO₂ de manera intermitentemente en el tiempo y dando como producto una fruta más firme, con un resultado similar en postcámara respecto de la almacenada en atmósfera normal (Nicolas *et al.*, 1989).

3.1.2.2. Atmósfera modificada

Este método, a diferencia del sistema anterior tiene un control menos exacto de los gases; es más económico, ya que la modificación de los gases se logra por la utilización

de embalajes plásticos con distintas permeabilidades a los gases, como resultado de la respiración del producto en combinación con la temperatura de almacenamiento y las propiedades del envase. Los materiales plásticos más comúnmente utilizados para el envasado de frutas y hortalizas son: acetato de celulosa (CA), polímeros como: polietileno de alta (HDPE), media (MDPE) y baja densidad (LDPE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), polivinilcloruro (PVC) y algunos co-polímeros, como polietilvinil alcohol (EVOH) etilvinil acetato (EVA) (Thompson, 1998).

Generalmente los films son de 4 a 6 veces más permeables al CO_2 que al O_2 . Por ejemplo, la relación de permeabilidad $\text{CO}_2:\text{O}_2$ del LDPE es de 2:5.9, la del PVC, 3.6:6.9, la del PP, 3.3:5.9 y la del PS, 3.4:3.8, todos films de uso común en la industria agroalimentaria (Kader, 1996).

Otros materiales más complejos incluyen en su matriz polimérica finas partículas minerales (zeolitas, rocas volcánicas, CaCO_3 o SiO_2), que según su tamaño y orientación en la matriz, controlan la transferencia del O_2 y o del CO_2 . Por su gran diversidad, este tipo de materiales tiene utilidad tanto en frutas y hortalizas frescas como en procesadas (Catalá *et al.*, 2007).

La efectividad del envasado en atmosfera modificada (AM) viene determinada por el balance entre el consumo de O_2 y la producción de CO_2 generado por el producto en los procesos metabólicos, además de la difusión de los gases a través del material del envase, alcanzándose finalmente, según las condiciones ambientales (generalmente temperatura y humedad), un estado de equilibrio. Conociendo la tasa de respiración del producto en diferentes condiciones es posible seleccionar el envase adecuado para cada producto (Catalá *et al.*, 2007).

En el mercado existen varias empresas que producen películas plásticas para el almacenamiento de kiwi durante largos periodos de tiempo. Por ejemplo, una de ellas ofrece materiales que proporciona un período de almacenamiento de 2 a 4 meses, produciéndose en el interior de la bolsa 10-15% de O_2 y 4-9% de CO_2 si el almacenamiento es a $0\text{ }^\circ\text{C}$ (View Fresh, 2011). Otros proveen materiales con características distintas, pudiendo variar los niveles producidos de los gases en el interior de la bolsa y el tiempo de almacenamiento entre los más importantes. La utilización de uno u otro modelo depende de las condiciones utilizadas en el almacenamiento.

3.1.3. Elementos de control

Actualmente es común la utilización de sistemas activos, envase que actúa con el entorno y el sistema al mismo tiempo. Con este sistema se cambia el concepto de envase como contenedor (envase pasivo) y pasa a ser un envase activo. Este tipo de envases corrigen las carencias del sistema de conservación produciendo diversas formas de actuación, tanto en la atmósfera como en las características del propio alimento (Catalá *et al.*, 2007).

Los sistemas activos son habituales en la industria agroalimentaria, los más importantes son los siguientes:

absorbedores de etileno, que contienen compuestos químicos como el permanganato potásico (los más comunes) u otros basados en carbón activo,

absorbedores de oxígeno, para reducir la actuación de los microorganismos que producen los olores y sabores sobre los productos; utilizan compuestos como polvo de hierro, ácido ascórbico, dienos fotosensibles o incluso enzimas entre los más frecuentes,

emisores/absorbedores de dióxido de carbono, comúnmente se utilizan para generar una atmósfera con un alto contenido de CO₂, ya que éste hace prolongar la vida útil debido a la depresión de la respiración, reducción de cambios en el color, mejora de la textura y retrasa el desarrollo de bacterias, mohos y levaduras; suelen utilizarse en frutas con un nivel de elevado de respiración, con las que pueden producirse concentraciones excesivas de CO₂ en el envase; el producto químico utilizado para emitir CO₂ suele ser el bicarbonato sódico, a veces acompañado por un captador de O₂, genera una atmósfera óptima; para absorber el CO₂ se utiliza hidróxido cálcico o carbón activo (Catalá *et al.*, 2007).

Por último, es necesario mencionar a los controladores de humedad y de los envases activos antimicrobianos. Los primeros recurren a materiales desecantes como el gel de sílice, óxido cálcico, cloruro cálcico, arcillas naturales o almidón modificado para mantener el envase libre de vapor de agua procedente de la transpiración del producto y así, prevenir el rechazo por parte del consumidor. Los envases antimicrobianos utilizan sustancias antimicrobianas de emisión volátil en el espacio de cabeza del envase o la utilización de polímeros antimicrobianos que liberan sustancias bactericidas, fungicidas o aditivos antimicrobianos compatibles con el alimento. Su uso reduce el deterioro del alimento envasado (Catalá *et al.*, 2007).

3.2. Causas de deterioro del kiwi

El cultivo del kiwi es muy resistente a plagas y enfermedades, actualmente las mayores pérdidas se producen debido a *Botrytis cinerea* que causa la podredumbre gris en el almacenamiento. Otros organismos que atacan el cultivo son los nematodos, que actúan en las raíces produciendo también una podredumbre que conlleva a un debilitamiento o incluso la pérdida de la planta. Por último, hay que tener en cuenta los ataques de insectos como *Eulia* que atacan a las hojas y al fruto, así como animales como los conejos que causan daños al roer el cuello y el tronco de las plantas (Infoagro, 2011).

Otros desórdenes tanto físicos como fisiológicos o patológicos producidos en el fruto son, daños por sol, cicatrices, grietas de crecimiento, magulladuras y degradación interna, entre los más comúnmente observados (Crisosto; Kader, 1999; Woodward, 2006).

El moho gris producido por *B. cinerea* es una enfermedad que padece el kiwi en todas las áreas de crecimiento incluyendo Nueva Zelanda, USA, Chile, Grecia e Italia. La fruta se puede contaminar en el campo, siendo las flores senescentes las portadoras del inóculo de *B. cinerea*. Los síntomas producidos por este hongo es una pudrición blanda a partir de la zona de pedúnculo o de incisiones. El tejido se vuelve de un color más oscuro y vítreo. A estos síntomas se le puede sumar la observación del propio moho en la superficie del fruto, pareciendo éste unas vellosidades que van desde el color blanco hasta un color gris-marrón. Este hongo necesita humedad para la infección, pudiendo estar en letargo durante varios meses hasta que se desarrolla en el almacenamiento, incluso si la temperatura es de 0 °C. Durante el almacenamiento prolongado, los frutos sanos pueden contaminarse con los enfermos, produciéndose los llamados nidos. Las recomendaciones para reducir la actuación de *B. cinerea* es utilizar fungicidas permitidos después de la cosecha (Crisosto; Kader, 1999).

Un buen curado, que consiste en la cicatrización de la herida de cosecha, previo al enfriamiento, tiene como efecto estimular el desarrollo de tejido protector y promover la formación de sustancias fungicidas. El tratamiento para curar las heridas y cortes producidos en la cosecha se basa en permitir la cicatrización de estas a temperatura entre 10 y 20 °C en un ambiente aireado durante 72 horas (Bautista Baños *et al.*, 1997; Cook *et al.*, 1999).

Durante el almacenamiento se requiere hacer un buen manejo para reducir el desarrollo de fisiopatías, entre las que comúnmente se encuentran las siguientes:

Daño por frío o congelamiento: se produce cuando el kiwi se almacena por un período muy prolongado o cuando se congela por debajo de los 0 °C o cuando sufre alguna helada temprana en el campo. La detección de estos daños se observan en la pulpa, la que muestra translucidez que comienza desde el extremo del pedúnculo y avanza hacia el extremo apical, proporcionalmente al daño causado.

Columela o corazón endurecido (Hard-Core): es la falta de maduración en la columela cuando el resto del fruto madura; aparece después de 16 semanas de conservación a 0 °C en atmósfera con más de 14% de CO₂ o 24 semanas con contenidos de CO₂ mayores al 8% (Arpaia *et al.*, 1982; Crisosto; Kader, 1999).

Degradación interna: Estos síntomas comienzan como una decoloración leve (zonas acuosas) en el extremo apical del fruto. Con el tiempo, va avanzando en la zona apical y finalmente afecta una parte significativa del fruto. A medida que avanzan los síntomas, se va desarrollando una textura granulada bajo la superficie del fruto que comienza también en la región apical del fruto (Crisosto; Kader, 1999).

Translucencia del pericarpio: Este desorden se ha encontrado en kiwis almacenados en aire y en AC a 0 °C. Aparece como manchas traslúcidas en el tejido exterior del pericarpio en la punta estilar, que se puede extender por los lados del fruto. La translucencia del pericarpio es más severa tras un almacenamiento prolongado, pero es detectable desde las 12 semanas de almacenamiento a 0 °C. La presencia del etileno durante el almacenamiento acrecienta el desarrollo de este síntoma (Crisosto; Kader, 1999).

Granulación del pericarpio: La granulación ocurre predominantemente en la punta estilar del fruto, pero igual que en el caso de la translucencia, puede extenderse por los lados del fruto. Este desorden se encuentra en forma más severa tras un almacenamiento prolongado y después de una maduración a 20 °C (68 °F). No hay una correlación entre la translucencia del pericarpio y la granulación, ya que los síntomas pueden ocurrir en forma independiente (Crisosto; Kader, 1999).

Zonas blancas del tejido (White-Core Inclusions): La incidencia de zonas de corazón blanco se relaciona en forma directa a la presencia de etileno en el almacenaje bajo AC. Este desorden consiste en manchas blancas distintivas del tejido interno que quedan evidentes en fruta madura. Se han observado síntomas desde las tres semanas después de un almacenamiento a 0 °C (Crisosto; Kader, 1999).

4. El 1-MCP (1-metilciclopropeno)

El 1-MCP es un inhibidor de la percepción de etileno que claramente puede afectar la maduración y / o procesos de senescencia de muchos productos hortícolas. El modo de actuación de dicha oleofina cíclica de síntesis es a través de una conexión preferencial a los receptores de etileno, bloqueando los efectos tanto del etileno exógeno como del endógeno. Generalmente el 1-MCP produce retrasos en la maduración y la senescencia y reduce la producción de etileno, la respiración, el cambio de color y ablandamiento (Watkins, 2006).

El 1-MCP tiene uso registrado en distintas frutas en distintos países como Argentina, Brasil, Canadá, Chile, pasando por USA, llegando a Australia o Sudáfrica. En un futuro se prevé incluirlo en Japón y en la Unión Europea. Se utiliza en distintos cultivos como mango, papaya, melón, kiwi, pepino, manzana (Watkins, 2006).

En general este compuesto químico es beneficioso para una gran cantidad de frutas pero, por ejemplo, en naranjas puede originar malos sabores. También puede producir desórdenes fisiológicos, como aumentar o reducir los daños por frío según el tipo de fruta, así como producir ablandamiento, como lo hace en manzanas, naranjas y frutillas (Watkins, 2006).

Este producto se puede aplicar de diferentes formas, tanto antes de la cosecha como después, utilizando distinta dosis o tiempo de exposición, teniendo en cuenta que las frutas más cercanas al climaterio y que producen más etileno son generalmente menos sensibles al 1-MCP. Se estableció que para kiwi la aplicación de 1-MCP en la cosecha lo hace insensible al etileno durante 5 días, lo que sugiere que 1-MCP podría ser útil en la protección de la fruta hacia el etileno y sus efectos en las etapas iniciales de la manipulación y el transporte después de la cosecha (Mworia *et al.*, 2009).

Otros estudios se dedicaron al uso del 1-MCP tras la cosecha donde las opciones de aplicación son varias. Se puede emplear tanto antes como después del almacenaje variando el número y la cantidad de las dosis. Por ejemplo, se trató kiwi con distintas cantidades de 1-MCP (0.5, 1 o 5 $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$) tras 30 días de almacenamiento en frío. Los frutos tratados no tuvieron un pico climatérico a diferencia de los frutos control. Gracias a la baja producción de etileno, la firmeza se mantuvo dentro de los niveles de consumo hasta el día 32 mientras que por el contrario, el control (con un pico climatérico el día 17) solo se mantuvo firme hasta los 18 días (Boquete *et al.*, 2004).

Una única aplicación tras el curado y antes del almacenamiento en frío es más eficiente que una doble aplicación, la que sólo mejora ligeramente la firmeza de la fruta a la salida de frío respecto la aplicación única (Menniti *et al.*, 2005).

En un estudio se observó que la aplicación de 1-MCP y el almacenamiento posterior de la fruta tratada en una cámara sin absorbedores de etileno daba resultados similares o incluso algo superiores en cuanto a firmeza, respecto de un almacenaje normal con absorción de etileno en la cámara (Menniti *et al.*, 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Material vegetal y medición de la calidad inicial

Se utilizaron frutos de kiwi del cultivar 'Hayward' (*Actinidia deliciosa*), producidos en un monte ubicado en el sudeste bonaerense, que fueron cosechados el 10 de mayo del 2010 cuando alcanzaron un valor de contenido de sólidos solubles totales (SST) de 6.7% o Brix y 16.4% de materia seca. El momento de la cosecha se determinó mediante un seguimiento previo de estos índices en dicho monte a partir del mes de abril.

Para determinar los índices de cosecha se tomaron 3 muestras de 30 kiwis, siguiendo un protocolo que consiste en cosechar frutos de 9 zonas de la planta, y de esta manera, considerar la variabilidad existente debido a la posición de los kiwis en la planta. Para la medición de materia seca, utilizando una mandolina se obtuvo una rodaja de 2 a 3 mm de espesor de la zona ecuatorial de cada uno de los 30 frutos. Cada rodaja se colocó sobre un vidrio reloj numerado, fue pesada en una balanza analítica VIBRA (Shinko Denshi Co. Ltd., Tokio, Japón), de 0.0001 g de precisión, y dispuesta en un deshidratador EZIDRI (Hydraflow Ltd., Upper Hutt, Nueva Zelanda) a 65 °C durante 24 horas. El contenido de materia seca se estimó mediante la siguiente fórmula:

$$Materia\ seca\ (\%) = \sum_{30}^1 \frac{PS_i}{PF_i} \times 100 / 30$$

Dónde: PS_i: peso seco de la i-ésima rodaja (g) y PF_i: peso fresco de la i-ésima rodaja

A las partes restantes de cada fruto se les quitó la piel y se les extrajo el jugo con una juguera PHILIPS CUCINA HR-1820 (Philips, USA). Con una alícuota del jugo se midió el SST, utilizando un refractómetro digital autocompensado ATAGO Palette α series modelo 3442-E04 (ATAGO CO. Ltd., Tokio, Japón).

2. Pre-acondicionado para almacenamiento

Los kiwis fueron trasladados en cajones plásticos de 20 kg al Laboratorio de Calidad y Postcosecha de Frutas y Hortalizas de la EEA-INTA Balcarce en un lapso inferior a las 4

horas transcurridas desde la cosecha. Se dispusieron durante 48 horas a temperatura ambiente (20 °C) para su 'curado', proceso que estimula la cicatrización de la herida en la zona peduncular, que se realiza al separar el fruto de la planta madre. Este acondicionamiento tiene la finalidad de reducir las pudriciones durante el almacenamiento. Los frutos curados permanecieron medio día en cámara a 0°C hasta el envasado.

3. Materiales y métodos utilizados en el almacenamiento

3.1. Atmósferas modificadas

Los kiwis se almacenaron en un sistema de atmósfera modificada pasiva, creada a partir del uso de bolsas de cuatro tipos: tres de ellos específicos para kiwi, Breatheway prototipos A, B y C (Breakthrough Solutions, Florida, USA) y una cuarta bolsa, de polietileno de alta densidad (PAD), de 20µ de espesor, de uso común y económico. De aquí en adelante, el envase Breatheway A se denominará 'A', el Breatheway B, 'B' y el Breatheway C, 'C'. A su vez, con la bolsa PAD, se formaron dos lotes distintos: uno en el que la fruta fue tratada con 1-MCP (PAD-MCP) y otro, en el que los kiwis no recibieron este tratamiento (PAD). El tamaño de los envases de los cuatro tipos de bolsa fue de 90 x 62 cm.

Para el envasado, cada tipo de bolsa se colocó en un cajón de madera de 30 cm x 40 cm x 16 cm recubriendo su interior. En una balanza y descontando el peso del cajón, se colocaron 10 Kg de kiwi. Con este procedimiento se conformaron 9 cajones por cada tipo de bolsa (con un total de 45 cajones); previo al ingreso a la cámara de frío, cada bolsa fue numerada y cerrada mediante torsión del film excedente, colocando una banda elástica para evitar el ingreso de aire y permitir la modificación de la atmósfera durante el almacenamiento.

3.2. Tratamiento con 1-MCP

Para hacer este tratamiento, frutos ya curados y enfriados a 0 °C fueron colocados en recipientes plásticos de 0.1 m³ por triplicado y otro lote de similares características permaneció en otra cámara en iguales condiciones de temperatura (fruta control). Se aplicó 1-MCP utilizando una formulación en polvo de SmartFresh™ (Dow AgroSciences, USA) con 0.14% de ingrediente activo, siguiendo las recomendaciones de la compañía. La formulación fue colocada en un frasco de vidrio de 100 ml que fue tapado

herméticamente. A través de la tapa, el producto fue diluido con agua destilada a 30 °C, aplicada mediante una jeringa plástica. El frasco fue colocado dentro del recipiente con fruta, luego se destapó para permitir la liberación del gas y rápidamente, se selló el contenedor. La dosis utilizada fue de 1000 ppb de 1-MCP durante 24 horas. Posteriormente, los frutos fueron envasados en bolsas PAD, en unidades de 10 Kg, y colocados en la cámara a 0 °C con el control y los restantes tratamientos de atmósfera modificada.

3.3. Almacenamiento

Los frutos envasados en los distintos tipos de film permanecieron en una cámara frigorífica a 0 °C y una humedad relativa del aire de 90 a 95%, obtenida a partir de un humidificador HUMIDISK 65 (Carel, Padova, Italia) durante un máximo de 7 meses. También se extrajo el etileno mediante el uso de pellets de permanganato potásico (KMnO₄). En forma regular se midió la concentración de O₂ y CO₂ (en porcentaje) del interior de los envases durante el almacenamiento, con un equipo digital PBI DANSENSOR CheckPoint O₂/CO₂ (PBI DANSENSOR, Ringsted, Dinamarca).

A los 5, 6 y 7 meses de almacenamiento a 0 °C se evaluaron 3 repeticiones de cada tratamiento. Al extraer los cajones de la cámara y en cada momento en que se evaluó la fruta, se siguió este procedimiento: se tomaron 18 frutos al azar de cada bolsa, teniendo en cuenta distintas zonas de ubicación (superior, centro, laterales, fondo). Diez frutos fueron tomados para medir la calidad en términos de color (L*, a* y b*), SST, firmeza y acidez titulable (AT); otros 8 frutos fueron considerados para medir producción de etileno. Las determinaciones de calidad se tomaron a la salida de frío y a los 3 días de post-cámara (a 20 °C), coincidiendo este intervalo con el tiempo que se supone de transporte y venta en el mercado; las mediciones de etileno se realizaron a los 0, 3, 6 y 9 días a 20°C. A los 0, 3 y 9 días postcámara también se evaluó la calidad sensorial.

3.4. Metodología utilizada para medir la calidad de la fruta almacenada

Previo a la medición del color de la pulpa, con un peeler se extrajo la piel de la zona ecuatorial de cada fruto. El color se determinó en la escala CIEL*a*b, con un colorímetro MINOLTA CR-300 (KONICA MINOLTA SENSING AMERICAS INC., New Jersey, USA),

calibrado con una placa blanca (Y:92,0; x:0,3137; y:0,3199). Los parámetros de la escala de color CIEL*a*b miden:

L*, luminosidad o brillo que presenta una superficie y se define en una escala con valores que van desde el 0 (negro) hasta el 100 (blanco);

a*, coordenada que se extiende desde el verde (-a*) al rojo (a*);

b*, coordenada comprende desde el azul (-b*) al amarillo (b*).

Para evaluar el ablandamiento de la fruta durante el almacén, se midió la firmeza utilizando un penetrómetro tipo EFFEGI, dotado con un émbolo de 7.9 mm de diámetro (resultado expresado en Kg). La evaluación se realizó sobre la zona ecuatorial sin su piel, cuando los frutos alcanzaron temperatura ambiente, a los días 0 y 3 de postcámara a 20 °C.

El contenido de sólidos solubles se analizó como ya se ha descrito en el apartado 1, a partir del jugo obtenido de 10 mitades longitudinales por repetición. La acidez titulable se determinó por titulación con NaOH 0.1 N hasta alcanzar un pH de 8.1, sobre una muestra de 10 ml de jugo diluido en 100 ml de agua destilada. Se utilizó un titulador automático RADIOMETER COPENHAGEN TITRALAB 90 (RADIOMETER MEDICAL APS, Bronshoj, Dinamarca), valorando el contenido de ácido cítrico mediante el siguiente cálculo:

$$\% \text{ Ácido Cítrico} = \frac{ml_{NaOH} \times N_{NaOH} \times meq_{\text{Ácido Cítrico}}}{ml_{Muestra}} \times 100$$

3.5. Determinación de la calidad sensorial

Con las 10 mitades de frutos sobrantes por repetición, se realizó una prueba descriptiva siguiendo una escala de intervalos. La evaluación sensorial se realizó el día de salida de frío y a los 3 y 9 días de postcámara. Se analizó la textura, acidez y sabor característico mediante la escala de intervalos que figura en la Tabla 1. Los valores fueron obtenidos por consenso con un panel de tres miembros.

Tabla 1. Escala de intervalo utilizada para los atributos evaluados en el panel sensorial.

<i>Textura</i>	
1	Extremadamente blando
2	Ligeramente blando a blando
3	Agradable
4	Ligeramente duro a duro
5	Extremadamente duro
<i>Acidez</i>	
1	Muy poco ácido
2	Poco ácido
3	Agradable
4	Algo ácido
5	Extremadamente ácido
<i>Sabor característico</i>	
1	Escaso o alcohólico
2	Bueno
3	Satisfactorio
4	Muy satisfactorio

4. Determinación de la producción de etileno

Para la medición de etileno se tomaron 8 frutos sanos de cada bloque. Para su incubación, cada uno fue colocado en un frasco de vidrio de 360 ml de capacidad. Los frascos fueron cerrados herméticamente durante 1 hora a 20 °C. Con una jeringa plástica de 1 ml se extrajo muestras del aire contenido en el interior de cada envase por duplicado, a través de un septo de silicona realizado en la tapa plástica (Fig. V del Apéndice).

Posteriormente, una muestra de 0.5 ml se inyectó en un cromatógrafo gaseoso GC-17A SHIMADZU (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japón), equipado con un detector FID (Flame ionization detector) y una columna GSQ de 30m x 0.53mm. Se utilizó N₂ como gas transportador ('carrier') y las temperaturas de trabajo de la columna, inyector y detector fueron de 40,100 y 200 °C, respectivamente.

Se calculó la tasa de producción de etileno en $\mu\text{l. kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Para calcular esta tasa se midió el peso del fruto y el volumen libre de aire o espacio de cabeza en cada envase. La determinación de la producción de etileno se realizó regularmente desde el día de salida de cámara y a los 3, 6 y 9 días a 20 °C.

5. Diseño estadístico

Para analizar el efecto de los tipos de envases semipermeables sobre los parámetros de calidad de los frutos a la salida de frío se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizados con arreglo factorial 4 (tipos de film) x 4 (periodos de conservación). Para medir el efecto del uso de 1-MCP en los frutos envasados en PAD, se consideró un diseño en bloques completamente aleatorizados con arreglo factorial 2 (Tratado con 1-MCP y sin tratar) x 4 (períodos de conservación). Los datos fueron analizados mediante ANOVA y ante la existencia de diferencias significativas, se realizó la prueba de Dunnett para detectar los tratamientos distintos del control (PAD); cuando hubo diferencias significativas para el factor MES o DIA, o bien para TRAT (ensayo comparativo PAD, PAD-MCP), se utilizó el test de Tukey-Kramer. El mismo procedimiento de análisis de datos se hizo con los de composición gaseosa y con los de producción de etileno. Se analizaron las diferencias en producción de etileno entre frutos envasados en PAD y en los films específicos para kiwi y entre los frutos tratados y no tratados con 1-MCP en condiciones de postcámara, con los datos obtenidos a los 5, 6 y 7 meses de conservación a 0°C. Debido a que los niveles de O_2 y CO_2 no alcanzaron un estado de equilibrio en los envases específicos para kiwi, la composición gaseosa del interior de los envases se analizó particularmente para los días 147,179 y 208, correspondiendo con los momentos en que se evaluó la calidad de la fruta (5, 6 y 7 meses de almacenamiento).

Los datos del análisis sensorial fueron analizados mediante ANOVA. Para el día 9 de post-cámara, sólo se consideraron los valores obtenidos con fruta almacenada por 5 y 6 meses debido a la deficiente calidad y fisiopatías ocurridas durante el almacenamiento en los tipos de envase específicos a los 7 meses, que impidieron tener la información necesaria para proceder al análisis estadístico.

RESULTADOS

1. Composición generada en el interior de los envases

1.1. Comportamiento de PAD respecto de los envases específicos

Para cada tipo de envase se realizó un seguimiento de la atmósfera creada en el interior durante el almacenamiento. En las Fig. 1, 2, 3, 4 y 5 se muestra la evolución de la composición gaseosa en términos de CO_2 y O_2 . El análisis estadístico de los datos indica que la concentración de O_2 y CO_2 difirió entre los envases PAD y los específicos cuando se compararon los niveles gaseosos a los 147, 179 y 208 días de almacenamiento ($p < 0.0023$). En los envases PAD, el porcentaje de O_2 fue significativamente mayor y el de CO_2 , menor respecto de los envases A, B y C.

En comparación con las bolsas específicas, la modificación de la atmósfera fue muy escasa en las PAD, alcanzando valores de alrededor de 19% de O_2 y 1% de CO_2 como concentraciones de equilibrio (Fig. 1). Las concentraciones de O_2 y CO_2 cambiaron más drásticamente en los envases con especificidad para el kiwi de la empresa Breatheway. En estos se produjeron condiciones muy variables en su interior, aún siendo del mismo prototipo. Como consecuencia, no se logró un nivel gaseoso de equilibrio en ninguno de ellos ni para O_2 ni para CO_2 y en muchos casos, se produjeron condiciones inadecuadas para el almacenamiento de la fruta (Fig. 2, 3 y 4).

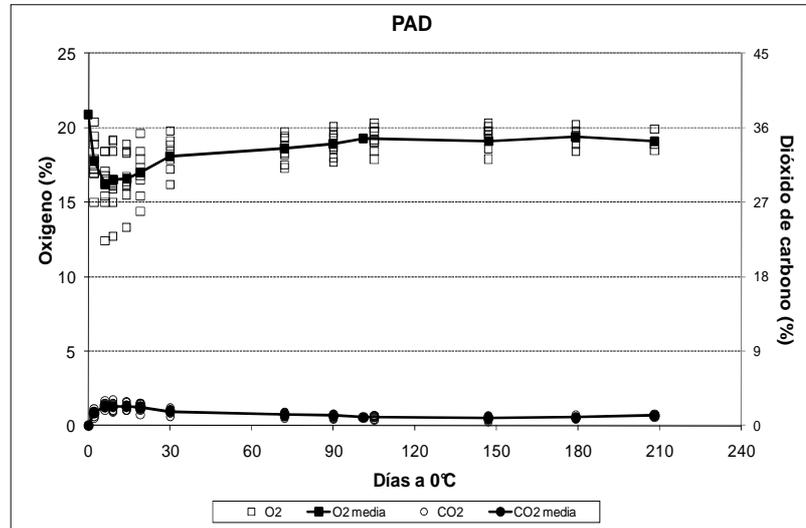


Figura 1. Cambios en la concentración de O₂ y CO₂ en los envases PAD durante el almacenamiento a 0°C. Los símbolos vacíos corresponden a los datos obtenidos de cada envase y momento de medición; símbolos llenos corresponden al promedio obtenido para cada momento de medición.

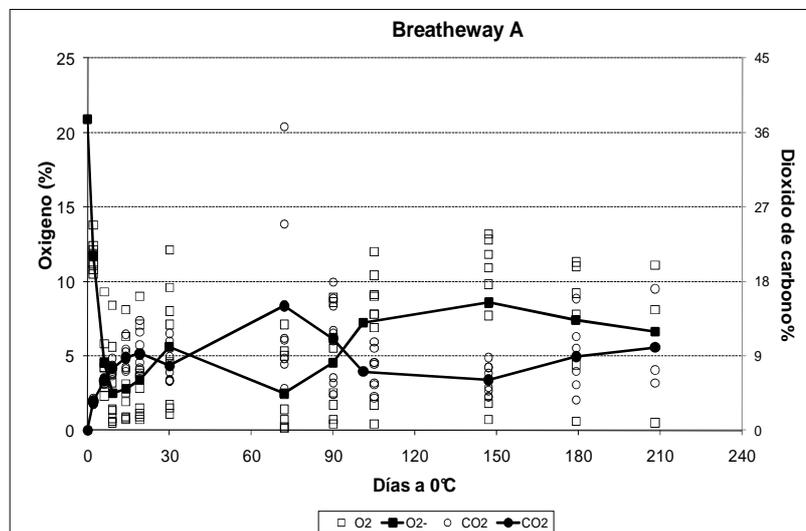


Figura 2. Cambios en la concentración de O₂ y CO₂ en los envases A durante el almacenamiento a 0°C. Los símbolos vacíos corresponden a los datos obtenidos de cada envase y momento de medición; símbolos llenos corresponden al promedio obtenido para cada momento de medición.

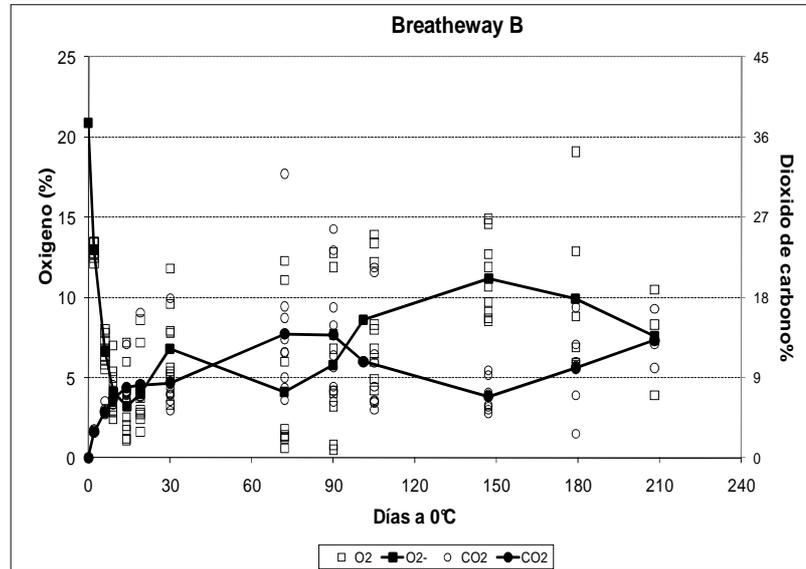


Figura 3. Cambios en la concentración de O_2 y CO_2 en los envases B durante el almacenamiento a $0^\circ C$. Los símbolos vacíos corresponden a los datos obtenidos de cada envase y momento de medición; símbolos llenos corresponden al promedio obtenido para cada momento de medición.

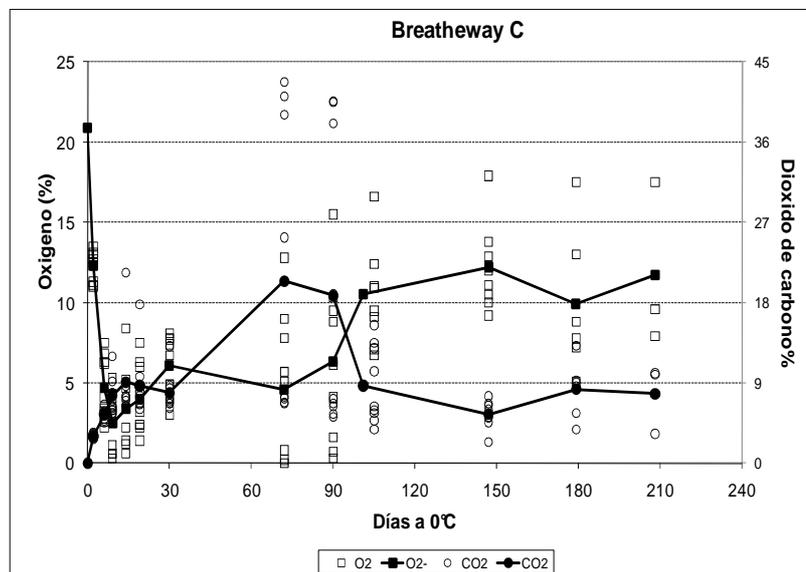


Figura 4. Cambios en la concentración de O_2 y CO_2 en los envases C durante el almacenamiento a $0^\circ C$. Los símbolos vacíos corresponden a los datos obtenidos de cada envase y momento de medición; símbolos llenos corresponden al promedio obtenido para cada momento de medición.

1.2. Comportamiento de PAD respecto PAD-MCP

No se detectaron diferencias significativas en los niveles de O_2 entre los envases con fruta tratada con 1-MCP (PAD-MCP) y sin tratar (PAD) a los 147 días ($p=0.6373$), 179 días ($p=0.4023$) y 208 días ($p=0.3116$) de conservación en frío, ni tampoco fue diferente la concentración alcanzada de CO_2 en cada uno de estos periodos ($p=0.6391$, $p=0.6084$ y $p=0.2920$, respectivamente). Los niveles alcanzados de O_2 y CO_2 se muestran en las Fig. 1 y 5.

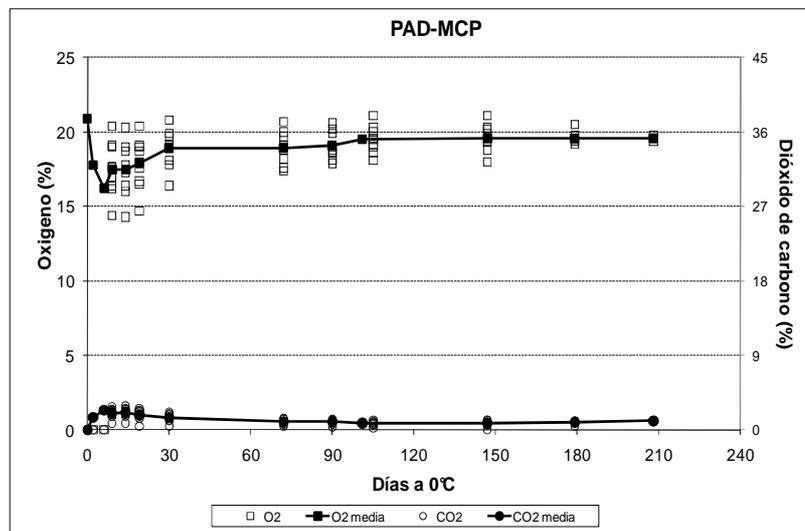


Figura 5. Cambios en la concentración de O_2 y CO_2 en los envases PAD-MCP durante el almacenamiento a $0^\circ C$. Los símbolos vacíos corresponden a los datos obtenidos de cada envase y momento de medición; símbolos llenos corresponden al promedio obtenido para cada momento de medición.

2. Producción de etileno

2.1. Comportamiento de PAD respecto de los envases específicos

El tipo de envase, días de postcámara y la interacción envase x días de postcámara resultó significativa (todos con $p=0.0001$) para la producción de etileno, cuando se analizó fruta conservada por 5, 6 y 7 meses a $0^\circ C$. En la Fig. 6 se muestra la producción de etileno de kiwis conservados por 5 meses a $0^\circ C$ en los envases PAD y del tipo específicos, durante los días de postcámara a $20^\circ C$. En los envases PAD, la producción de etileno aumentó significativamente a los 9 días de postcámara, mientras que en los específicos esto ocurrió a los 6 días (envases A y B). Los envases tipo C mostraron un comportamiento diferente, ya que en ellos la producción de etileno se mantuvo estable

durante los 9 días de postcámara. El nivel de etileno máximo alcanzado en PAD fue significativamente menor al detectado en el envase B y similar a los restantes tipos de film.

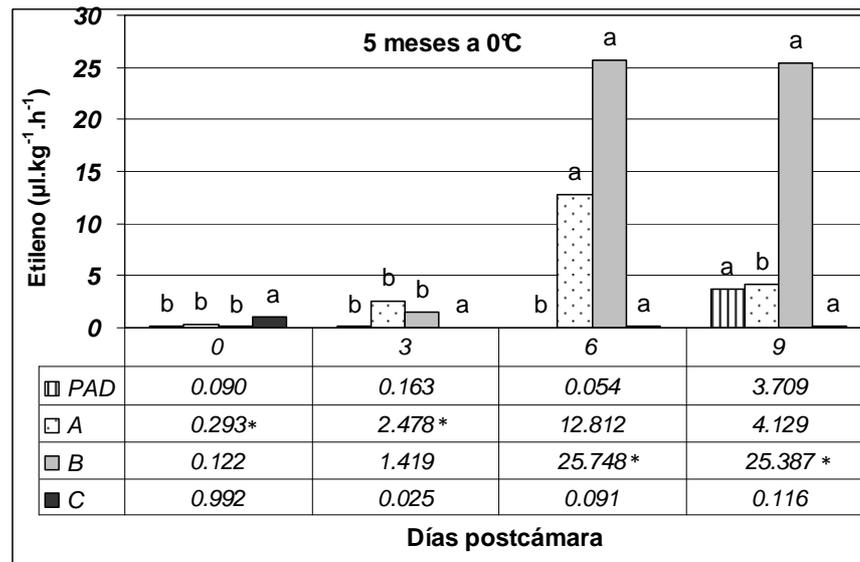


Figura 6. Producción de etileno de frutos que fueron conservados en diferentes tipos de envase durante 5 meses y mantenidos a 20°C durante 9 días. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre días postcámara para un mismo tipo de envase, según Tukey-Kramer (5%). Asteriscos indican diferencias entre PAD y envases específicos en cada día de postcámara, según la prueba de Dunnett.

La producción de etileno durante la postcámara, correspondiente a frutos almacenados por 6 meses a 0°C en distintos tipos de envase, se muestra en la Fig. 7. Se observó un aumento significativo en el envase tipo B a los 9 días y también en PAD, resultando los niveles de B significativamente mayores a PAD. En A no hubo cambios significativos de la producción de etileno durante los 9 días a 20°C y en C, no los hubo al menos hasta los 6 días (por deterioro de los frutos no se contó con datos al día 9). Sin embargo, la producción de etileno en A resultó significativamente mayor al PAD a los 3 y 6 días de postcámara.

En la Fig. 8 se muestra la evolución del etileno en postcámara en los frutos conservados por 7 meses a 0°C. La producción de etileno en los envases PAD, A y C aumentó significativamente en el día 6 de postcámara y al día 9 se mantuvieron en los dos primeros (en C no hubo datos al día 9 debido a la escasez de frutos). La emisión de etileno en la fruta envasada en C fue significativamente menor a PAD a los 6 días de

postcámara. Para el envase B, el cambio significativo en los niveles de etileno se produjo al día 9, resultando mayores respecto de PAD a los 3 y 9 días postcámara.

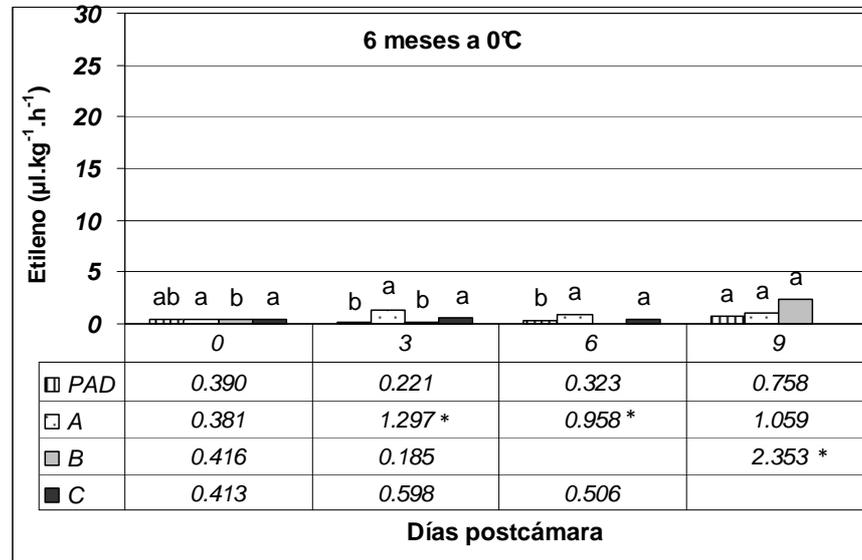


Figura 7. Producción de etileno de frutos que fueron conservados en diferentes tipos de envase durante 6 meses y mantenidos a 20°C durante 9 días. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre días postcámara para un mismo tipo de envase, según Tukey-Kramer (5%). Asteriscos indican diferencias entre PAD y envases específicos en cada día de postcámara, según la prueba de Dunnett.

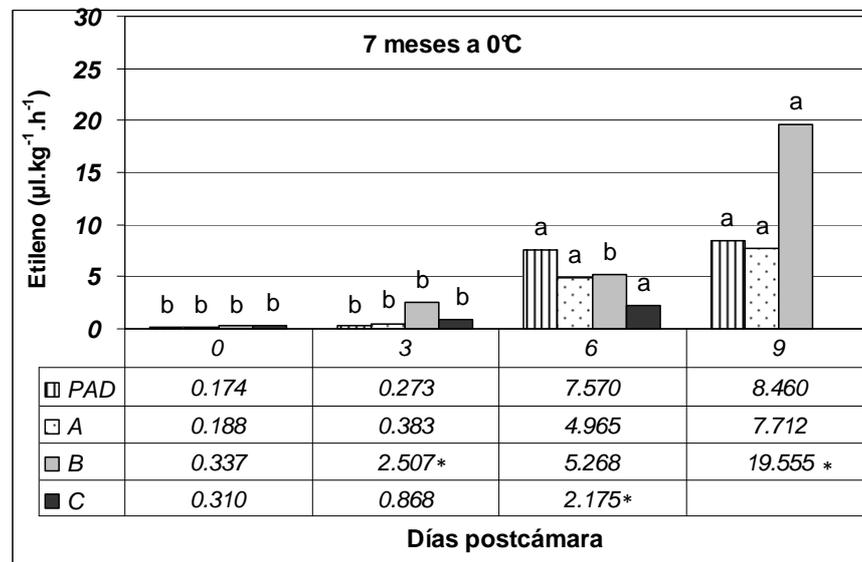


Figura 8. Producción de etileno de frutos que fueron conservados en diferentes tipos de envase durante 7 meses y mantenidos a 20°C durante 9 días. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre días postcámara para un mismo tipo de envase, según Tukey-Kramer (5%). Asteriscos indican diferencias entre PAD y envases específicos en cada día de postcámara, según la prueba de Dunnett.

2.2. Comportamiento de PAD respecto de PAD-MCP

Cuando se analizó la producción de etileno de la fruta conservada por 5, 6 y 7 meses a 0°C se encontraron diferencias significativas para TRAT, días de postcámara y la interacción TRAT x días de postcámara (todos con $p=0.0001$). En la Fig. 9 se puede observar la evolución del etileno de los frutos conservados por 5 meses a 0°C, tratados y no tratados con 1-MCP y envasados en PAD. Como ya se ha mencionado, en PAD se produjo un aumento significativo a los 9 días de postcámara mientras que en los frutos PAD-MCP este cambio no ocurrió. A los 3, 6 y 9 días de postcámara, los frutos sin tratar produjeron mayor nivel de etileno que los tratados con 1-MCP.

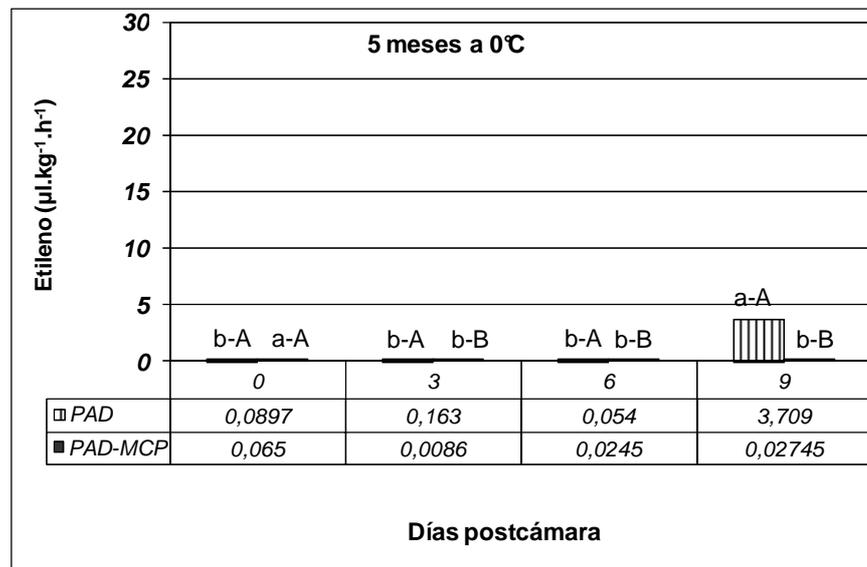


Figura 9. Producción de etileno de frutos que fueron tratados y no tratados con 1-MCP, conservados durante 5 meses en PAD y mantenidos posteriormente a 20°C durante 9 días. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre días postcámara; letras mayúsculas corresponden a diferencias entre envases (Tukey-Kramer al 5%).

En las Figuras 10 y 11 se muestra la evolución del etileno en el mes 6° y 7° de conservación, respectivamente. En general, no se detectaron cambios significativos en los frutos PAD almacenados por 6 meses, mientras que en los PAD-MCP se produjo un aumento de la producción de etileno a los 9 días de postcámara. No obstante, los niveles de etileno a los 9 días resultaron inferiores en PAD-MCP respecto de PAD. En los frutos conservados por 7 meses, la producción de etileno aumentó significativamente a los 6 días en PAD y a los 9 días de postcámara, en PAD-MCP, siendo significativamente

mayores los valores detectados en PAD respecto de PAD-MCP a los 6 y 9 días de postcámara.

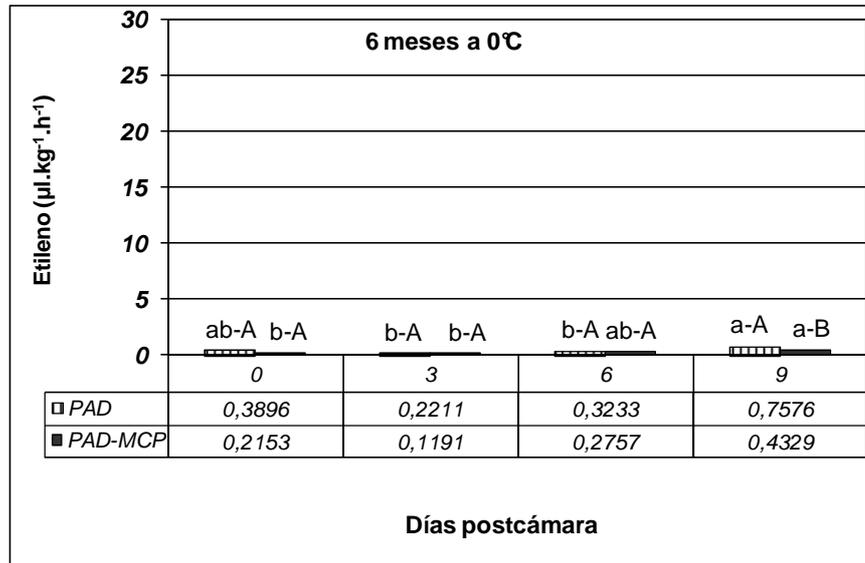


Figura 10. Producción de etileno de frutos que fueron tratados y no tratados con 1-MCP, conservados durante 6 meses en PAD y mantenidos posteriormente a 20°C durante 9 días. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre días postcámara; letras mayúsculas corresponden a diferencias entre envases (Tukey-Kramer al 5%).

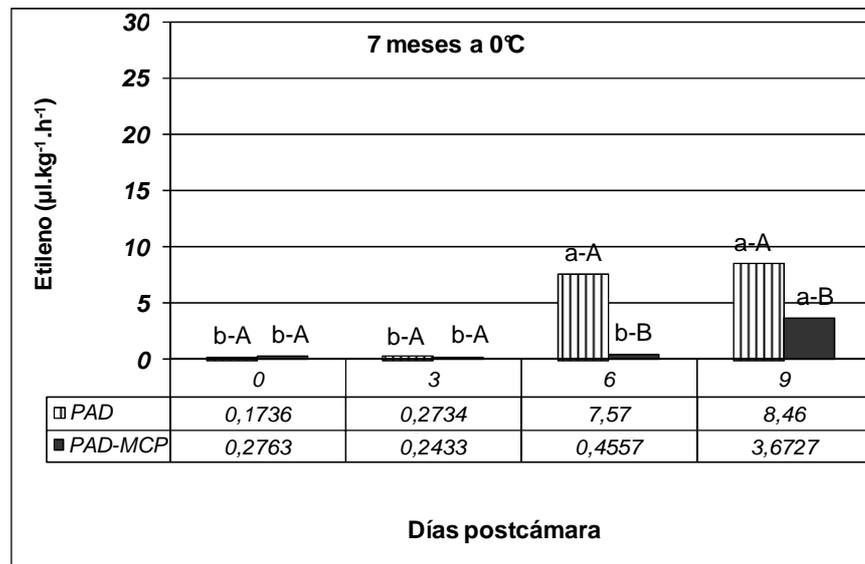


Figura 11. Producción de etileno de frutos que fueron tratados y no tratados con 1-MCP, conservados durante 7 meses en PAD y mantenidos posteriormente a 20°C durante 9 días. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre días postcámara; letras mayúsculas corresponden a diferencias entre envases (Tukey-Kramer al 5%).

3. Efectos de la duración del almacenamiento y tipo de envase sobre la calidad de los frutos de kiwi

3.1. Comportamiento de PAD respecto de los envases específicos

3.1.1. Calidad físico-química de los frutos a la salida del almacenamiento en frío

En la Tabla 2 se muestra el resultado del análisis de la varianza para las variables físico-químicas evaluadas, teniendo a los bloques (BLOQUE), tipos de envase utilizados (ENVASE), meses de conservación (MES) y su interacción (ENVASE x MES) como factores. En la Tabla I del Apéndice se muestran los resultados particulares para cada envase y mes de almacenamiento y para cada variable evaluada en el estudio.

Tabla 2. Valores p para cada uno de los factores del modelo para SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b*. Las mediciones se realizaron a la salida de frío, en frutos de kiwi almacenados en distintos tipos de envase, por 5, 6 o 7 meses a 0°C.

Factores	Variables evaluadas						
	SST	AT	Ratio	Firmeza	L*	a*	b*
BLOQUE	0,9314	0,2310	0,3418	0,5660	0,3335	0,7526	0,5580
ENVASE	0,0123	0,2040	0,2880	0,0064	0,4181	0,0001	0,0001
MES	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
ENVASE x MES	0,6823	0,8495	0,2857	0,4481	0,8062	0,0468	0,0407

En la Fig. 12 se muestra la evolución de los SST, AT y ratio durante el almacenamiento. Los SST aumentaron significativamente a los 5 meses a 0 °C, alcanzando un valor promedio de 12.4 °Brix, sin producirse variaciones a los 6 y 7 meses. La AT disminuyó en forma significativa durante los primeros 5 meses de conservación (de 1.45% a 1.29 % de ácido cítrico) y también a los 6 meses (de 1.29% a 1.16%), mientras que se mantuvo al 7º mes (de 1.16% disminuyó a 1.11%, entre el sexto y séptimo mes). El ratio aumentó significativamente en cada uno de los momentos de análisis, variando desde un valor inicial de 5.43 a un valor final de 11.17. De estas variables, sólo en SST hubo un efecto significativo del tipo de envase (Tabla 2). Cuando se comparó el nivel de SST de los frutos almacenados en PAD respecto de los films específicos, sólo el tipo B resultó diferente, resultando el valor de PAD significativamente mayor al de B (11.73% para PAD y 10.84 % para B).

Los frutos se ablandaron significativamente al 5º mes de conservación en frío (Fig. 13), manteniéndose al 6º y 7º mes. De un valor inicial de 7.25 Kg de presión, la firmeza

disminuyó a 2.30 Kg, en promedio de los 5, 6 y 7 meses. El factor ENVASE también fue significativo para firmeza (Tabla 2). Se determinó un valor significativamente menor en PAD respecto a los envases específicos (2.54 Kg en PAD y 3.87 en promedio de los envases específicos). Los valores para cada tipo de envase y mes de conservación se muestran en la Tabla I del Apéndice.

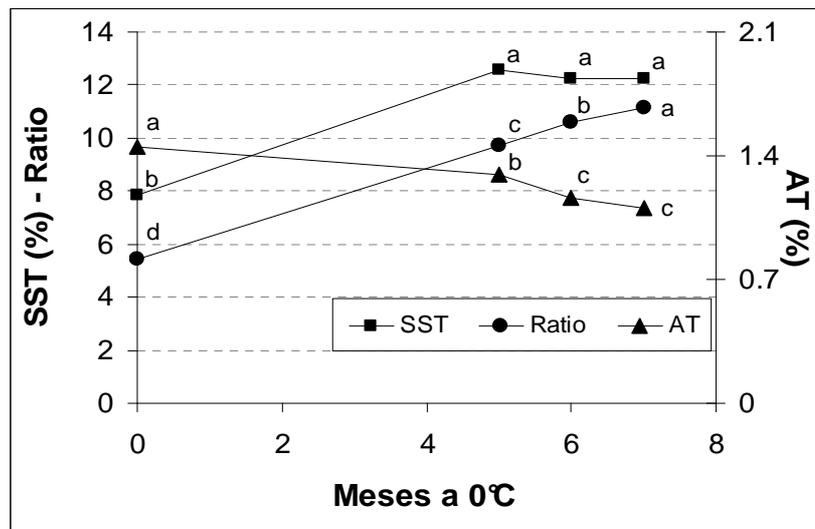


Figura 12. SST, AT y ratio en kiwis almacenados por 0, 5, 6 y 7 meses a 0°C. Para cada variable y período evaluado, se ha promediado los valores correspondientes a los tipos de envase. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre meses de conservación (Tukey-Kramer al 5%).

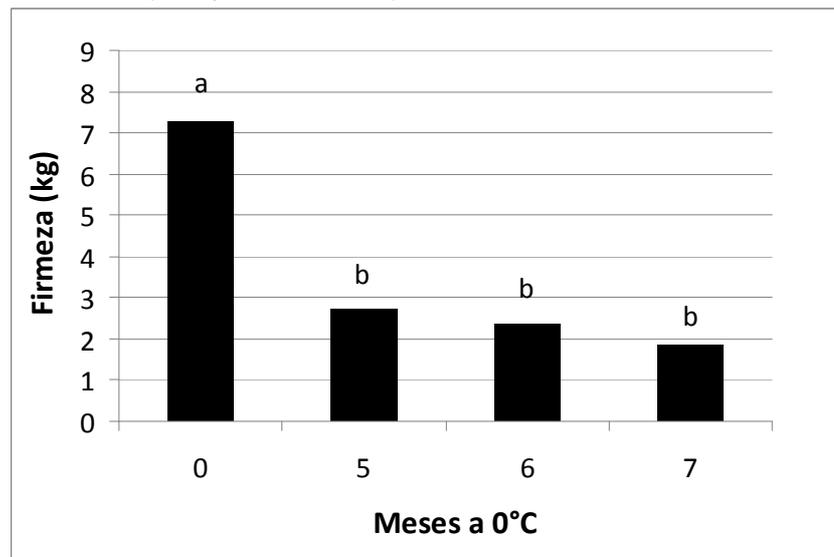


Figura 13. Firmeza de kiwis almacenados por 0, 5, 6 y 7 meses a 0°C (promedio de los tipos de envase). Letras minúsculas corresponden a diferencias entre meses de conservación (Tukey-Kramer al 5%).

Respecto al color, el parámetro L^* mostró una disminución que fue significativa sólo a los 5 meses de conservación (de un valor inicial de 55.21 disminuyó a 48.94). En los parámetros de color a^* y b^* hubo interacción significativa ENVASE x MES (Tabla 2). En la Fig. 14 se muestra la evolución de cada tipo de envase durante los meses de almacenamiento. En todos los tipos de envase el valor de a^* aumentó (menor coloración verdosa) y el de b^* disminuyó (menor coloración amarillenta) en forma significativa desde la cosecha hasta el 5° mes de conservación, manteniéndose ambos parámetros sin cambios hasta finalizar el almacenamiento. A los 5 y 7 meses de conservación se detectó un valor de a^* significativamente mayor (pulpa menos verdosa) en el envase PAD respecto de los envases específicos (Fig. 14 y Tabla I del Apéndice).

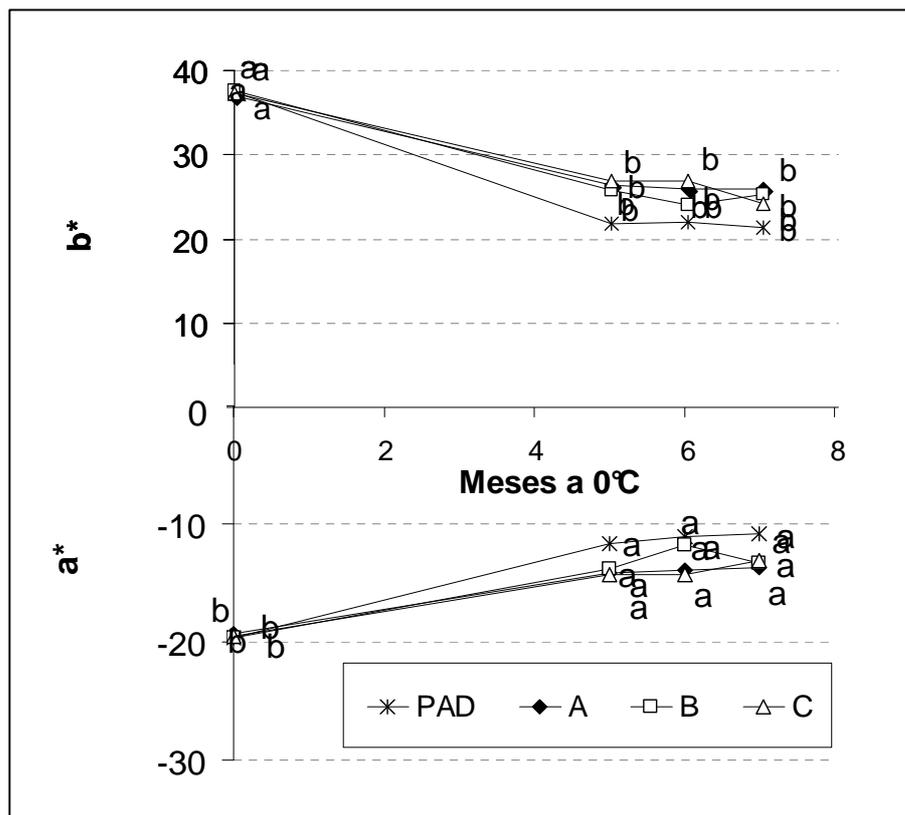


Figura 14. Evolución de los parámetros de color a^* y b^* , determinado en la pulpa de kiwis almacenados por 0, 5, 6 y 7 meses a 0°C, en distintos tipo de envases. Letras minúsculas corresponden a diferencias entre meses de conservación (Tukey-Kramer al 5%).

3.1.2. Calidad físico-química de los frutos almacenados luego de 3 días a 20°C

En la Tabla 3 se muestra el análisis de la varianza para las variables físico-químicas evaluadas, teniendo a los bloques (BLOQUE), tipos de envase utilizados (ENVASE), meses de conservación (MES) y su interacción (ENVASE x MES) como factores. En la Tabla II del Apéndice se muestran los resultados particulares para cada envase y mes de almacenamiento y para cada variable evaluada en el estudio.

Tabla 3. Valores p para cada uno de los factores del modelo para SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b*. Las mediciones se realizaron en kiwis almacenados en distintos tipos de envase, por 5, 6 o 7 meses a 0°C, luego de ser transferidos por 3 días a 20 °C.

Factores	Variables evaluadas						
	SST	AT	Ratio	Firmeza	L*	a*	b*
BLOQUE	0,5671	0,7410	0,8611	0,7139	0,9203	0,7387	0,6120
ENVASE	0,2271	0,9482	0,8658	0,0060	0,8239	0,1927	0,4647
MES	0,1676	0,0011	0,0002	0,1084	0,1982	0,2670	0,1560
ENVASE x MES	0,6517	0,7973	0,6684	0,7676	0,2932	0,4160	0,3174

Para AT y ratio, hubo efecto significativo de la duración del almacenamiento cuando se evaluó la fruta a los 3 días de postcámara; este factor no incidió sobre los SST. En la Fig. 15 se muestra que la AT alcanzó un valor significativamente menor en aquellos frutos que se almacenaron por 7 meses respecto de los que lo fueron por 5 o 6; lo contrario ocurrió con el ratio.

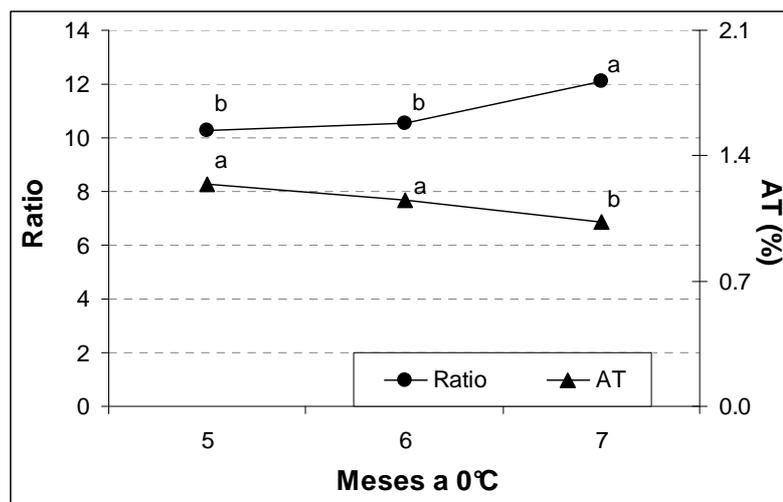


Figura 15. Ratio y AT de kiwis almacenados por 5, 6 y 7 meses a 0°C y luego de una postcámara de 3 días (promedio de los tipos de envase). Letras minúsculas corresponden a diferencias entre meses de almacenamiento. (Tukey-Kramer al 5%).

Para firmeza, sólo hubo efecto del factor TRAT ($p=0.006$). Independientemente del período de conservación a 0 °C, los frutos en PAD resultaron menos firmes a los 3 días de postcámara que los envasados en los específicos (A, B y C) (0.84 Kg de firmeza en PAD respecto de 1.75 Kg en promedio de los envases específicos).

Cuando se evaluó la fruta después de 3 días a 20°C, no se encontraron efectos del tiempo de almacenamiento a 0 °C, del tipo de envase utilizado, ni de su interacción en ninguno de los parámetros de color de pulpa (L^* , a^* y b^*).

En postcámara y también a la salida de frío, se han observado distintos tipos de daño en fruta almacenada en los envases específicos. En algunos casos, los daños eran visibles, manifestándose como depresiones de la piel y manchas color cobrizo (Fig. IV del Apéndice), lo que se correspondía con la decoloración en la pulpa. Estos cambios de color se iniciaban desde el extremo opuesto al peduncular, y avanzaban en distinto grado (Fig. II y III del Apéndice). También, aunque con menor frecuencia, se observó la presencia de incrustaciones blancas en la columela (Fig. I del Apéndice).

3.1.3. Análisis sensorial de los frutos a la salida de frío y en post-cámara

En la Tabla 4 se muestran los resultados del análisis de varianza para las variables textura, acidez y sabor característico, evaluadas sensorialmente por los panelistas. Los resultados para cada atributo se pueden observar en la Tabla 5.

Tabla 4. Valores p para cada uno de los factores del modelo para los atributos textura, acidez y sabor característico, resultado de una evaluación sensorial de kiwis almacenados en distintos tipos de envase, a 0 °C por 5, 6 o 7 meses y luego de 0, 3 y 9 días a 20°C.

Atributos	Factores	p valores		
		Día 0	Día 3	Día 9*
Textura	Bloque	0,3184	1,0000	0,1841
	Envase	0,0001	0,0001	0,0201
	Mes	0,0005	0,0453	0,0871
	Envase*Mes	0,3632	0,7123	0,8973
Acidez	Bloque	0,5086	0,7666	0,0821
	Envase	0,0001	0,0018	0,6323
	Mes	0,0047	0,0223	0,0334
	Envase*Mes	0,9643	0,7415	0,0659
Sabor característico	Bloque	0,1697	0,6473	1,0000
	Envase	0,1779	0,0127	0,0117
	Mes	0,8948	0,8673	0,5638
	Envase*Mes	0,6471	0,9117	0,6404

* En el día 9 de postcámara no fueron considerados en el análisis de la varianza los datos obtenidos en el mes 7.

Cuando se evaluó fruta a la salida de frío (día 0 de postcámara), para textura hubo efectos significativos de los factores MES y ENVASE (Tabla 4). Independientemente de la duración del almacenamiento, los kiwis 'PAD' resultaron significativamente menos duros a la salida de frío que los envasados en los films específicos (2.44 y 4.04, para PAD y en promedio para los específicos, respectivamente). De acuerdo con la escala con la que se trabajó, la textura en PAD resultó de ligeramente blanda a agradable, mientras que en los específicos, fue ligeramente dura a dura. La fruta envasada en PAD también fue menos ácida, cercana a una acidez agradable mientras que la de los específicos resultó marcadamente ácida (Tabla 5). En relación con los meses de conservación a 0°C y en todos los tipos de envase utilizados, hubo una pérdida significativa de textura y de acidez en la fruta conservada por 7 meses respecto de la de 5 y 6 meses. El sabor característico fue entre escaso y bueno a la salida de frío (Tabla 5), no detectándose efectos significativos del tipo de ENVASE, MES de almacenamiento o su interacción (Tabla 4).

A los 3 días de postcámara, la fruta de los tres tipos de envases específicos resultó más dura que la de los almacenados en PAD; la fruta envasada en el tipo B y C presentó

una acidez significativamente mayor y menor sabor característico respecto de PAD. El tiempo de almacenamiento no incidió en forma significativa sobre el sabor característico a los 3 días postcámara pero sí sobre la textura y acidez (Tabla 4). Se observa una textura y acidez significativamente menor en los kiwis con 7 meses de frío respecto de los conservados por 6 meses (Tabla 5).

Para el día 9 de postcámara, el análisis estadístico de los datos del panel sensorial indicó que hubo efectos significativos para ENVASE para textura y sabor característico, y de MES, para acidez (Tabla 4). Es importante remarcar que debido a la escasez de fruta para la evaluación sensorial, por los problemas fisiológicos observados en algunas repeticiones de los envases específicos, en el análisis de varianza de los datos del día 9 de postcámara sólo se consideraron los obtenidos con fruta almacenada por 5 y 6 meses. Si bien el factor ENVASE fue significativo para textura (Tabla 4), ninguno de los envases específicos resultó diferente a PAD según la prueba de Dunnett (Tabla 5). A los 9 días de postcámara, los frutos presentaron una acidez significativamente menor cuando se almacenaron en frío por 6 meses respecto de 5 meses (se valoró poco ácida la fruta conservada 6 meses y de acidez agradable cuando el almacenamiento fue de 5 meses). Para sabor característico, se detectó menor valor en el envase específico B respecto de PAD (valorados por el panel como escaso y bueno, respectivamente).

Tabla 5. Textura, acidez y sabor característico de kiwis almacenados en distintos tipos de envase por 5, 6 o 7 meses a 0°C y luego de 0, 3 y 9 días a 20°C.

Atributos	Meses a 0°C	Días post-cámara	Tipos de envase				Promedio por mes
			PAD	A	B	C	
Textura	5	0	2.67	4.67	4.00	5.00	4.08 a ¹
	6		2.67	4.33	4.00	4.33	3.83 a
	7		2.00	3.33	3.67	3.00	3.00 b
	<i>Promedio por tipo de envase</i>		2.44	4.11*	3.89*	4.11*	
	5	3	2.67	4.00	3.00	4.33	3.50 ab
	6		2.67	4.00	4.00	4.33	3.75 a
	7		1.67	3.33	3.33	3.67	3.00 b
	<i>Promedio por tipo de envase</i>		2.33	3.78*	3.44*	4.11*	
	5	9	2.67	3.33	2.00	3.67	2.92
	6		2.33	3.00	1.00	3.00	2.33
	7		SD	SD	SD	SD	SD
	<i>Promedio por tipo de envase</i>		2.50	3.17	1.50	3.33	
Acidez	5	0	3.00	5.00	4.67	4.67	4.33 a
	6		3.00	4.33	4.00	4.33	3.92 a
	7		2.33	4.00	3.67	3.67	3.42 b
	<i>Promedio por tipo de envase</i>		2.77	4.44*	4.11*	4.22*	
	5	3	3.33	4.33	4.00	4.67	4.08 a
	6		2.67	3.33	4.00	4.67	3.67 ab
	7		2.67	3.33	3.33	3.67	3.25 b
	<i>Promedio por tipo de envase</i>		2.89	3.67	3.78*	4.33*	
	5	9	2.33	3.67	2.33	4.00	3.08 a
	6		3.00	2.00	2.00	2.00	2.33 b
	7		2.00	SD	SD	SD	SD
	<i>Promedio por tipo de envase</i>		2.44	2.83	2.17	3.00	
Sabor Característico	5	0	2.67	1.00	1.33	1.33	1.58
	6		2.00	2.00	1.33	1.33	1.67
	7		2.00	1.67	1.33	2.00	1.75
	<i>Promedio por tipo de envase</i>		2.22	1.56	1.33	1.56	
	5	3	2.67	1.67	1.67	1.33	1.83
	6		2.67	2.33	1.33	1.00	1.83
	7		2.33	2.00	1.00	1.33	1.67
	<i>Promedio por tipo de envase</i>		2.55	2.00	1.33*	1.22*	
	5	9	2.33	1.33	1.00	2.33	1.75
	6		2.67	2.00	1.00	2.00	1.92
	7		1.00	SD	SD	SD	SD
	<i>Promedio por tipo de envase</i>		2.00	1.67	1.00*	2.17	

* Indican diferencias significativas entre PAD y cada tipo de envase específico (prueba de Dunnett) para una determinada postcámara y atributo.

¹ Separación de medias mediante el test Tukey-Kramer al 5%. Letras minúsculas indican diferencias entre los meses de almacenamiento a 0°C, para una misma postcámara y atributo.

3.2. Efecto del 1-MCP en los frutos envasados en PAD

3.2.1. Calidad de los frutos a la salida del almacenamiento en frío

En la Tabla 6 se muestra el análisis de la varianza para las variables evaluadas en la fruta a la salida del almacenamiento en frío, teniendo a los bloques (BLOQUE), tratamiento

postcosecha con 1-MCP (TRAT), meses de conservación (MES) y su interacción (TRAT x MES) como factores. En la Tabla III del Apéndice se muestran los resultados particulares para cada tratamiento y mes y para cada variable evaluada en el estudio.

Tabla 6. Valores p para cada uno de los factores del modelo para SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b*. Las mediciones se realizaron a la salida de frío, en kiwis tratados y sin tratar con 1-MCP, envasados en PAD por 5, 6 o 7 meses a 0°C.

Factores	Variables evaluadas						
	SST	AT	Ratio	Firmeza	L*	a*	b*
BLOQUE	0.7497	0.0564	0.0921	0.8907	0.2378	0.7923	0.3497
TRAT	0.0140	0.3303	0.7629	0.0657	0.0033	0.1395	0.0069
MES	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
TRAT x MES	0.1088	0.8366	0.7604	0.1987	0.1399	0.4435	0.1898

Para SST fue significativo el efecto TRAT y MES y no su interacción, mientras que para AT y ratio, sólo fue significativo el efecto de MES (Tabla 6). En la Fig. 16 se muestra la evolución de los SST, AT y ratio durante el almacenamiento. Los SST aumentaron significativamente a los 5 meses a 0°C y luego se mantuvieron sin cambios. La AT disminuyó significativamente a los 5 y a los 7 meses de conservación mientras que el ratio aumentó. Los frutos del tratamiento PAD-MCP presentaron un valor significativamente menor de SST que los PAD (11.5% y 12.5%, respectivamente).

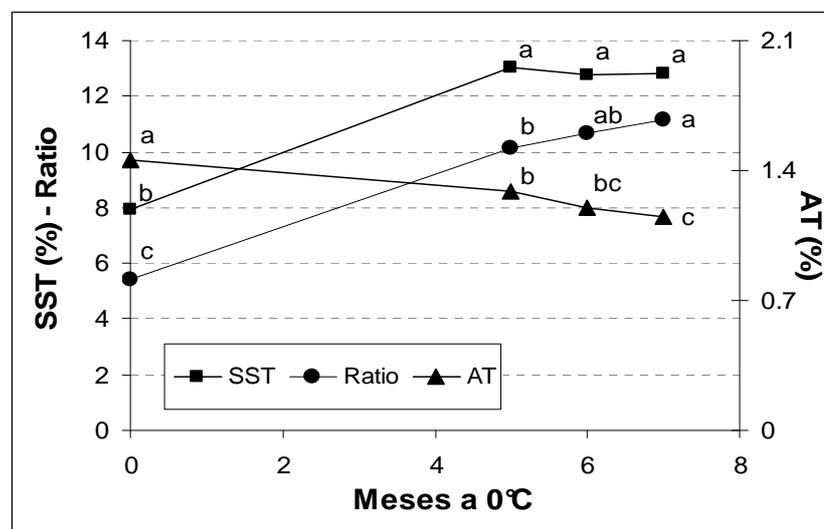


Figura 16. Contenido de sólidos solubles totales (% SST), acidez titulable (% AT) y ratio en kiwis almacenados por 0, 5, 6 y 7 meses a 0 °C y evaluados a la salida de frío (promedio de los tratamientos PAD y PAD-MCP). Las letras minúsculas muestran diferencias significativas entre meses de almacenamiento (Tukey-Kramer al 5%).

Tanto en los frutos sin tratar como en los tratados con 1-MCP, se detectó una disminución significativa de la firmeza al 5º mes de almacenamiento (de 7.7 Kg a cosecha a 1.13 Kg a los 5 meses a 0°C), cuando se analizaron los frutos a la salida de frío. La firmeza se mantuvo en alrededor de 1 Kg hasta el 7º mes de conservación.

En todos los parámetros de color (L^* , a^* y b^*) se encontró efecto significativo del factor MES y para L^* y b^* , también hubo efecto del factor TRAT (Tabla 6). Los valores de L^* y b^* disminuyeron significativamente del mes 0 al mes 5 de almacenamiento y luego se mantuvieron sin cambios (Fig. 17). El parámetro a^* aumentó al 5º y 7º mes a 0°C en ambos tratamientos. Los valores de L^* y b^* resultaron significativamente mayores en PAD que en PAD-MCP ($L^*=51.35$ y $b^*=26.57$ para PAD y $L^*=48.42$ y $b^*=23.30$, para PAD-MCP).

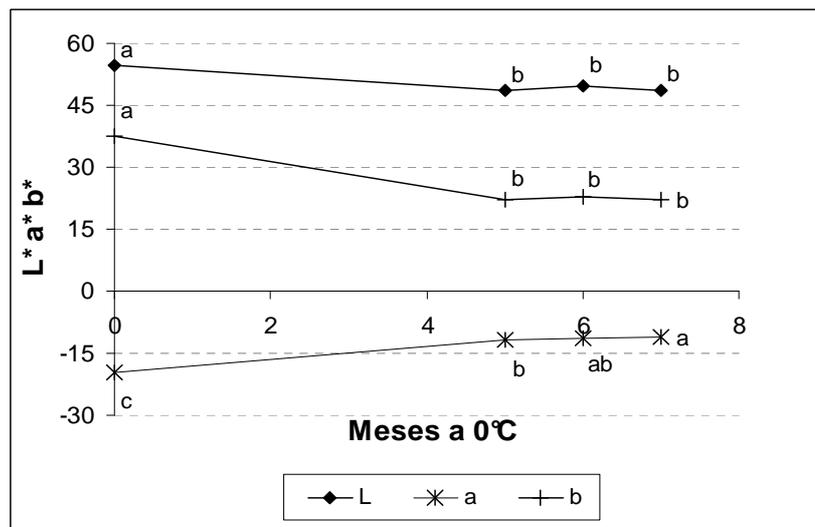


Figura 17. Evolución de los parámetros de color L^* , a^* y b^* , determinados en la pulpa de kiwis almacenados por 0, 5, 6 y 7 meses a 0 °C y evaluados a la salida de frío (promedio de los tratamientos PAD y PAD-MCP). Las letras minúsculas muestran diferencias significativas entre meses de almacenamiento (Tukey-Kramer al 5%).

3.2.2. Calidad de los frutos almacenados luego de 3 días a 20°C

En la Tabla 7 se muestra el análisis de la varianza para las variables evaluadas, teniendo a los bloques (BLOQUE), tratamiento postcosecha con 1-MCP (TRAT), meses de conservación (MES) y su interacción (TRAT x MES) como factores. En la Tabla IV del

Apéndice se muestran los resultados particulares para cada tratamiento y mes de almacenamiento y para cada variable evaluada en el estudio.

Tabla 7. Valores p para cada uno de los factores del modelo para SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b*. Las mediciones se realizaron en kiwis tratados y sin tratar con 1-MCP, envasados en PAD por 5, 6 o 7 meses a 0°C y luego de ser transferidos por 3 días a 20 °C.

Factores	Variables evaluadas						
	SST	AT	Ratio	Firmeza	L*	a*	b*
BLOQUE	0.1526	0.4876	0.8915	0.8252	0.3411	0.3480	0.1268
TRAT	0.7066	0.2673	0.3411	0.0003	0.0404	0.0316	0.0074
MES	0.8388	0.0173	0.0301	0.0140	0.1377	0.0050	0.6529
TRAT x MES	0.1855	0.9674	0.5336	0.2324	0.1168	0.1237	0.0518

Los efectos del factor TRAT, MES o su interacción no fueron significativos para SST en la fruta analizada luego de 3 días de postcámara (Tabla 7). Para AT y ratio, sólo fue significativo el efecto MES. Como se muestra en la Fig. 18 e independientemente del tratamiento con 1-MCP, la fruta conservada por 5 meses resultó significativamente más ácida y de mayor ratio que la almacenada por 7 meses.

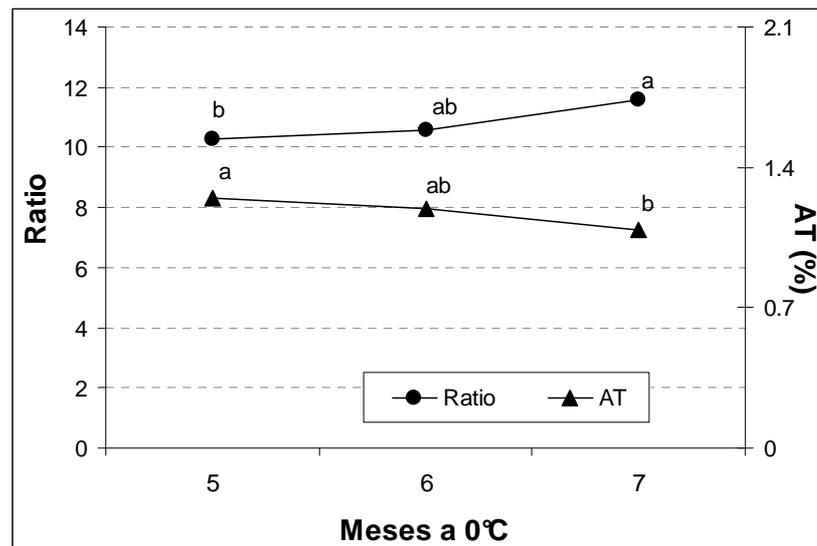


Figura 18. Ratio y AT determinados en la pulpa de kiwis almacenados por 5, 6 y 7 meses a 0 °C y evaluados a los 3 días de postcámara a 20 °C (promedio de los tratamientos PAD y PAD-MCP). Las letras minúsculas muestran diferencias significativas entre meses de almacenamiento (Tukey-Kramer al 5%).

Los frutos resultaron significativamente más blandos a los 3 días de postcámara cuando se los almacenó en frío por 7 meses respecto de 5 y 6 meses (0.85 Kg, 1.10 Kg y 1.05 Kg, respectivamente). A su vez, los tratados con 1-MCP fueron significativamente más firmes que los no tratados (1.16 Kg y 0.84 Kg, respectivamente).

Para los parámetros de color L^* , a^* y b^* se detectaron efectos significativos de TRAT y sólo para a^* , del factor MES. Los frutos del tratamiento PAD (sin tratar con 1-MCP) presentaron menor valor de L^* , mayor valor de a^* y menor valor de b^* respecto de los PAD-MCP ($L^*=48.4$, $a^*=-11.62$ y $b^*=23.46$ para PAD; $L^*=50.11$, $a^*=-12.26$ y $b^*=25.29$ para PAD-MCP). El valor de a^* aumentó significativamente en la fruta de 7 meses de conservación respecto de la de 5 meses. Los valores de a^* de los kiwis con 5, 6 y 7 meses de almacenamiento (promedio de ambos tratamientos), fueron -12.62, -11.9 y -11.28, respectivamente.

3.2.3. Análisis sensorial de los frutos a la salida de frío y en post-cámara

En la Tabla 8 se muestran los resultados del análisis de varianza para las variables textura, acidez y sabor característico, evaluadas sensorialmente por los panelistas.

Tabla 8. Valores p para cada uno de los factores del modelo para los atributos textura, acidez y sabor característico, resultado de la evaluación sensorial de kiwis tratados y no tratados con 1-MCP, envasados en PAD a 0 °C por 5, 6 o 7 meses y luego de 0, 3 y 9 días a 20°C.

Atributos	Factores	p valores		
		Día 0	Día 3	Día 9
Textura	BLOQUE	0.2925	0.2360	0.6380
	TRAT	0.0041	0.0043	0.0091
	MES	0.0534	0.0706	0.0193
	TRAT*MES	0.2814	0.2055	0.3693
Acidez	BLOQUE	1.0000	0.1746	0.3774
	TRAT	0.0261	0.0739	0.0872
	MES	0.0673	0.0765	0.2055
	TRAT*MES	0.5920	0.8574	0.1127
Sabor característico	BLOQUE	0.7401	0.4382	0.6841
	TRAT	0.0778	0.3457	0.1161
	MES	0.5972	0.4929	0.1558
	TRAT*MES	0.0745	0.7302	0.0967

Se observa que hubo efecto significativo del factor TRAT para el día 0 de postcámara para textura y acidez y no para sabor característico. Los frutos tratados con 1-MCP resultaron significativamente más firmes y ácidos que los no tratados (Tabla 8). La duración del almacenamiento no afectó significativamente estos atributos sensoriales en los frutos a la salida de frío.

Para el día 3 de postcámara, sólo se encontraron diferencias significativas entre PAD y PAD-MCP para textura (Tabla 8). Los frutos tratados con 1-MCP presentaron una mayor textura que los no tratados; los PAD-MCP resultaron de textura agradable para los panelistas mientras que los PAD fueron calificados como ligeramente blandos (Tabla 9). El tiempo de almacenamiento (factor MES) no afectó estadísticamente a ninguno de los atributos evaluados.

Para el día 9 de postcámara, se encontraron efectos significativos en la textura, tanto del factor TRAT como MES (Tabla 8). Tal como en las anteriores postcámaras, se encontró una mayor textura en los frutos PAD-MCP respecto de los PAD. En cuanto a los meses de almacenamiento, hubo una disminución significativa de los valores de textura en los kiwis conservados por 7 meses respecto de 5 meses. Cuando la duración del almacenamiento fue de 7 meses, los frutos resultaron ligeramente blandos, mientras que la textura fue agradable en los de 5 meses y mostraron un valor intermedio en el mes 6.

Tabla 9. Textura, acidez y sabor característico de kiwis tratados y no tratados con 1-MCP, envasados en PAD a 0 °C por 5, 6 o 7 meses y luego de 0, 3 y 9 días a 20°C.

Atributos	Meses a 0°C	Días post-cámara	Tipos de envase		Promedio por mes	
			PAD	PAD-MCP		
Textura	5	0	2.67	4.00	3.33 a	
	6		2.67	3.00	2.83 b	
	7		2.00	3.00	2.50 ab	
	<i>Promedio por tipo de envase</i>			2.44 B ¹	3.33 A	
	5	3	2.67	3.33	3.00	
	6		2.67	3.00	2.83	
	7		1.67	3.00	2.33	
	<i>Promedio por tipo de envase</i>			2.33 B	3.11 A	
	5	9	2.67	3.67	3.17 a ²	
	6		2.33	2.67	2.50 ab	
	7		1.33	2.67	2.00 b	
	<i>Promedio por tipo de envase</i>			2.11 B	3.00 A	
Acidez	5	0	3.00	4.00	3.50	
	6		3.00	3.33	3.17	
	7		2.33	3.00	2.67	
	<i>Promedio por tipo de envase</i>			2.77 B	3.44 A	
	5	3	3.33	4.00	3.67	
	6		2.67	3.33	3.00	
	7		2.67	3.00	2.83	
	<i>Promedio por tipo de envase</i>			2.89	3.44	
	5	9	2.33	3.67	3.00	
	6		3.00	2.67	2.84	
	7		2.00	2.67	2.34	
	<i>Promedio por tipo de envase</i>			2.44	3.00	
Sabor característico	5	0	2.67	2.00	2.33	
	6		2.00	3.33	2.67	
	7		2.00	3.67	2.84	
	<i>Promedio por tipo de envase</i>			2.22	3.00	
	5	3	2.67	2.67	2.67	
	6		2.67	3.33	3.00	
	7		2.33	2.67	2.50	
	<i>Promedio por tipo de envase</i>			2.55	2.89	
	5	9	2.33	2.33	2.33	
	6		2.67	2.67	2.67	
	7		1.00	2.67	1.84	
	<i>Promedio por tipo de envase</i>			2.00	2.56	

¹ Para un mismo atributo y misma post-cámara, letras mayúsculas distintas indican diferencias entre los frutos tratados y no tratados con 1-MCP para Tukey-Kramer al 5%.

² Para un mismo atributo y misma post-cámara, letras minúsculas indican diferencias significativas entre los meses de almacenamiento a 0°C para Tukey-Kramer al 5%.

DISCUSIÓN

La atmósfera del interior de los envases PAD se modificó muy levemente, llegando a un nivel de equilibrio demasiado elevado en O_2 y bajo en CO_2 como para producir una respuesta fisiológica en el metabolismo de la fruta, teniendo en cuenta que 2% de O_2 y 5% CO_2 se consideran niveles adecuados para la conservación de kiwi (Arpaia *et al.*, 1985). Esto ocurrió en este tipo de film, tanto cuando se envasaron frutos tratados como no tratados con 1-MCP. La escasa modificación de las concentraciones gaseosas en PAD y la baja variabilidad entre las repeticiones fue debida a la alta permeabilidad del film (Kader, 1996).

En los envases específicos y a diferencia con los PAD, hubo un marcado cambio de la composición gaseosa en el interior de los mismos. El O_2 disminuyó y el CO_2 aumentó rápidamente debido a la respiración de la fruta y a la menor permeabilidad de estos films respecto del PAD. Si bien no se cuenta con información de las propiedades de los films 'Breatheway', la acumulación gaseosa en el interior de los envases indica que serían de menor permeabilidad tanto al O_2 como al CO_2 respecto del polietileno de alta densidad. Es importante remarcar que hubo un comportamiento muy variable entre bolsas de un mismo prototipo 'Breatheway' (A, B y C) y como consecuencia, no se alcanzó una atmósfera de equilibrio en ninguno de ellos, ni tampoco fue posible diferenciarlos estadísticamente. Si bien no se ha podido conocer la causa de esta variabilidad, se sostiene que la misma podría haberse originado durante el proceso de fabricación de los polímeros.

En algunas repeticiones de cada uno de los tres prototipos se detectaron niveles de O_2 tan bajos como 1% o menos durante un corto período del almacenamiento, pero en otras, esta condición ocurrió durante la mayor parte del mismo. Algo similar se determinó para CO_2 , el que se elevó por encima de 7% en gran cantidad de unidades, llegando hasta 42.7%. Los daños fisiológicos detectados en los kiwis en algunas repeticiones de los envases específicos estuvieron relacionados con las condiciones gaseosas inadecuadas que se generaron en su interior. Cuando el O_2 es menor de 1% o el CO_2 supera el 7%, la fruta se predispone a la ocurrencia de daños fisiológicos que pueden manifestarse como endurecimiento de la columela, degradación interna, incrustaciones blancas y granulación y translucencia del pericarpio (Arpaia *et al.*, 1982; Crisosto; Kader, 1999). Los frutos dañados presentaron además desarrollo de aromas y sabores indeseables y en

consecuencia, un sabor característico nulo, lo que quedó reflejado en los resultados del panel sensorial.

El kiwi es un fruto climatérico con un comportamiento atípico; el incremento de la producción de etileno asociado al climaterio ocurre cuando el fruto se encuentra en un avanzado estado de maduración (Boquete *et al.*, 2004). Estos autores registraron el pico climatérico a los 17 días a 20°C en frutos almacenados a 0°C durante 30 días. Similares resultados fueron informados por Illina *et al.* (2010). La composición de la atmósfera incide sobre la producción de etileno (Antunes; Sfakiotakis, 2002); estos autores demostraron que los kiwis previamente almacenados en ultra bajo oxígeno (ULO) con niveles de 0.7% y 1% de O₂ y CO₂, pierden la capacidad de producir etileno a 20°C, fundamentalmente debido a la baja actividad enzimática de la ACC oxidasa. Esto tendría relación con el daño causado a nivel de receptor por la exposición a concentraciones de O₂ menores del 1% al menos por 60 días.

En nuestro estudio, se observó que la emisión de etileno de los frutos almacenados en PAD fue máxima en el día 6 o 9 de postcámara, dependiendo de la duración del almacenamiento. En las bolsas específicas A y especialmente en la B, la producción de etileno fue muy elevada, alcanzando valores de hasta 42.5 µl.kg⁻¹.h⁻¹ en el tipo de envase B. Ello puede asociarse con el excesivo nivel de CO₂ acumulado en el interior de los envases, lo cual provocó daños en la fruta. Cabe la posibilidad de que los daños producidos en los films específicos como la degradación interna, la translucencia del pericarpio o las incrustaciones blancas en la columela, hayan causado el aumento de la producción de etileno. Ello particularmente puede observarse en las mediciones realizadas en fruta almacenada durante 5 y 7 meses en los que se evaluaron envases que contenían concentraciones de CO₂ de 7.9% y 23.3%, respectivamente.

La aplicación de 1-MCP logró reducir la producción de etileno respecto del control sin tratar. Este resultado ha sido encontrado también por Boquete *et al.* (2004); en su trabajo, detectaron una muy baja producción de etileno a 20°C en kiwis Hayward a los que se les aplicó 0.5 µl.L⁻¹ y 5 µl.L⁻¹ de 1-MCP luego del almacenamiento a 0°C durante 30 días, respecto del control. Kim *et al.* (2001) reportaron que el 1-MCP reduce la producción de etileno y el ablandamiento en kiwis a 20°C. Illina *et al.* (2010) demostraron que el 1-MCP impide el aumento de transcriptos (KWACS1 y KWACO1) asociados con la maduración, regulando y reduciendo la producción de etileno.

El nivel de SST a los 5 meses de almacenamiento a la salida de frío fue de al menos 12.2° Brix, nivel aceptable para el consumidor (Crisosto; Kader, 1999; Hewett *et al.*, 1999), aún en los envases específicos para kiwi. Los frutos almacenados en estos últimos, en general, alcanzaron un menor valor de SST, posiblemente debido a una menor actividad enzimática causada por el ambiente gaseoso al que fueron expuestas. Al disponer la fruta 3 días a 20°C, las diferencias en SST entre tipos de envase no fueron observadas. El tratamiento con 1-MCP afectó el nivel de SST de los frutos a la salida de frío, pero esta diferencia con los frutos control no se detectó luego de 3 días de postcámara. Boquete *et al.* (2004) reportaron un retraso en el aumento de SST durante la postcámara en frutos tratados con 0.5 $\mu\text{L.L}^{-1}$ de 1-MCP y un menor contenido, cuando se aplicó 5 $\mu\text{L.L}^{-1}$.

El contenido de sólidos solubles aumentó durante la permanencia de los frutos en frío, llegando al máximo en la evaluación de los 5 meses; no se encontró que extender el período de almacenamiento conlleve a pérdidas del nivel de SST. La AT se comportó de una manera semejante a estudios previos (Marsh *et al.*, 2004), disminuyendo con el transcurso del almacenamiento. Un período de 7 meses de conservación a 0°C parecería excesivo, dado que los valores de AT se redujeron a la salida de frío a 1.11% y luego de la postcámara, a 1.03%. En un estudio realizado en California, frutos con 11.6% de SST y acidez menor a 1.17% tenían un buen nivel de aceptabilidad por parte de los consumidores (Crisosto; Crisosto, 2001). Según estos autores, a mayor nivel de SST, mayor es la AT necesaria para la aceptación del consumidor. No obstante, los valores de acidez que se obtienen en la fruta producida en California son menores a los informados en nuestro trabajo, por lo que se considera que aún 1.03% o el valor de 0.95% (específicamente en las Bolsas C a los 3 días de postcámara) es adecuado para una buena aceptabilidad.

El análisis sensorial también detectó la disminución de la acidez si el almacenamiento se prolonga a 7 meses, pero los panelistas encontraron que eran de acidez adecuada aún después de 3 días de postcámara. Ello indica que si se logra producir kiwis con altos niveles de acidez a cosecha, tal como se determinó en la fruta evaluada en este estudio, es posible obtener una acidez adecuada aún si el almacenamiento es prolongado. El uso de 1-MCP contribuyó con la retención de la acidez durante el almacenamiento en frío; en postcámara, si bien no se detectaron diferencias significativas con el control, los panelistas encontraron una acidez más adecuada en los tratados con 1-MCP, aún a los 9 días a 20 °C.

La relación entre SST y la AT (ratio) está asociada con el sabor y con la aceptación; en general mayor ratio conlleva a una mayor aceptación por parte del consumidor. El valor de ratio depende del cambio en los SST y la AT, y en esta relación, una pequeña disminución de la acidez se traduce en un gran aumento del resultado. En consecuencia, un alto ratio no siempre indica un buen sabor, ya que puede estar dado por una baja acidez y un valor no muy alto de SST. Por esta razón muchas veces no resulta un buen índice del sabor de los frutos. Según los resultados, el tipo de envase utilizado no tuvo efecto sobre el ratio ni a la salida de frío, ni en postcámara y aumentó fundamentalmente en kiwis con 7 meses de almacenamiento, tanto a salida de frío como en la postcámara. Ello no es coincidente con lo determinado por el panel sensorial. Por un lado, los jueces detectaron diferencias entre los envases y no entre los meses de conservación a 0 °C, encontrando menor sabor característico en fruta proveniente de los B y C durante la postcámara (3 y 9 días). En general, los panelistas determinaron un sabor entre inadecuado y pobre para los kiwis de los envases específicos. La fruta conservada en PAD fue calificada con valores aceptables aunque un poco bajos a mayor tiempo de almacenamiento, mientras que la tratada con 1-MCP resultó de mejor sabor, con valores cercanos al sabor adecuado, debido al retraso de la maduración.

Los cambios en la firmeza fueron significativos durante los primeros 5 meses de almacenamiento en nuestro estudio; prolongar el período hasta 7 meses, no se tradujo en un mayor ablandamiento a la salida de frío. Tal como se ha demostrado previamente (Arpaia *et al.*, 1987), la pulpa pierde firmeza muy rápidamente durante los primeros 60 días de almacenamiento refrigerado. En principio el ablandamiento es promovido por la degradación de almidón y continúa mediante la acción de enzimas que solubilizan y degradan las pectinas, reducen el peso molecular del xiloglucano y liberan la galactosa de las pectinas de la pared. Cuando el kiwi alcanza un valor de firmeza cercano a 1kg, la pérdida de firmeza ocurre por disolución de la laminilla media (Crowhurst *et al.*, 2008).

La mayor firmeza detectada en la fruta envasada en los films específicos, tanto a salida de frío como en postcámara, puede relacionarse con la mezcla gaseosa generada en el interior en gran parte de las bolsas. Dichas condiciones produjeron niveles de firmeza extremadamente altos (hasta 5 kg en una bolsa del tipo C). Es posible que el efecto de la composición gaseosa sobre los valores de firmeza ocurran por reducción de la actividad enzimática involucrada en el ablandamiento y por un cambio textural en la pulpa. En otros

estudios, frutos almacenados en atmósferas controladas con muy bajo O_2 también se han reportado como más firmes que el control 'aire' (Antunes; Sfakiotakis, 2002).

Con el tratamiento con 1-MCP se obtuvo frutos más firmes, aún después de los 3 días de postcámara. La duración del almacenamiento a 0°C también influyó sobre la firmeza de los frutos, pareciendo excesivo prolongarla a 7 meses en PAD, porque en la postcámara pueden resultar muy blandos (0.85 kg). Los resultados del panel sensorial concuerdan con la mayor textura en los frutos tratados con 1-MCP, los que resultaron de una textura agradable aún luego de 7 meses a 0°C y 3 días a 20°C . Sin embargo, el panel no ha encontrado que la duración del almacenamiento haya afectado a la textura. De cualquier modo, el uso de un retardador de la maduración como el 1-MCP u otra alternativa tecnológica asegura en gran medida obtener calidad en términos de textura si se necesita conservar la fruta durante 7 meses.

Los cambios en los parámetros de color (L^* , a^* y b^*) son similares a los informados por otros autores (McGhile; Ainge, 2002; Crowhurst *et al.*, 2008), quienes mencionan que son debidos a la maduración y degradación de la clorofila durante el almacenamiento. La evolución del color fue distinta en los frutos almacenados en PAD que en los envases específicos; el parámetro a^* aumentó en mayor medida en los frutos PAD, lo que indica una pérdida de color verde. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Thomai; Sfakiotakis (1999) cuando compararon el color de kiwis almacenados en atmósferas controladas y en aire. La no detección del cambio de color de pulpa en los tratamientos en los que ocurrieron daños fisiológicos se debe a que la medición se realizó sobre un área pequeña ubicada debajo de la piel, zona que generalmente no era alcanzada por las fisiopatías. También se determinó una menor pérdida de color verde mediante el uso de 1-MCP, resultado que es similar al reportado por Boquete *et al.* (2004).

CONCLUSIONES

Los envases específicos para kiwi modificaron la atmósfera durante el almacenamiento, pero debido a la gran variabilidad entre unidades del mismo prototipo, no fue posible caracterizar las condiciones gaseosas de equilibrio de cada uno, ni detectar diferente comportamiento entre ellos. En muchos casos se crearon condiciones inadecuadas, dadas por una disminución del O₂ o acumulación de CO₂ excesivas. En los envases PAD no se generó un cambio importante de la atmósfera, logrando un nivel de equilibrio de alrededor de 19% de O₂ y 1% de CO₂.

Hubo un adelanto y un aumento muy importante de la producción de etileno en los frutos envasados en los prototipos A y B respecto de PAD. El uso de los tres prototipos sólo afectó a los SST a la salida de frío, pero causó severos daños fisiológicos en las repeticiones en las que la atmósfera creada fue inadecuada.

El 1-MCP inhibió la producción de etileno y solo afectó la acumulación de SST en el fruto durante el almacenamiento en frío. A los 3 días de postcámara, redujo el ablandamiento de la pulpa y se revertió su efecto sobre los SST.

La ocurrencia de distintas fisiopatías por el uso de los prototipos específicos para kiwi afectó los atributos evaluados en el panel. El envasado en PAD logró mantener una calidad sensorial de la fruta aceptable por 6 meses de almacenamiento, considerando también los 9 días de postcámara. Con el uso de 1-MCP, la textura, acidez y sabor característico fueron cercanos al óptimo, tanto a los 7 meses a 0 °C como luego de 9 días a 20 °C, siendo esta alternativa la más eficiente para asegurar la calidad del producto si se requiere un almacenamiento prolongado.

BIBLIOGRAFÍA

- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT, M.E. 1992. Ethylene in plant biology. San Diego Academic Press, San Diego, 414 p.
- ANKER-KOFOED, E. 2008. A quantitative analysis of trade-related issues in the global kiwifruit industry. Tesis Master en comercio y gestión. Lincoln University, Canterbury, New Zeland. 109p.
- ANTOGNOZZI, E.; BOCO, M.; FAMIANI, F.; PALLIOTTI, A. AND TOMBESI, A. 1995. Effect of different light intensity on quality and storage life of kiwifruit. *Acta Horticulturae* 379:483-490.
- ANTUNES, M.D.C.; PATERAKI, I.; KANELIS, A.K.; SFAKITAKIS, E.M. 2000. Differential effects of low-temperature inhibition of propylene induced autocatalysis of ethylene production, respiration and ripening of 'Hayward' kiwifruit. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 75: 575-580.
- ANTUNES, M. D. C.; SFAKIOTAKIS E. 2002. Ethylene biosynthesis and ripening behaviour of 'Hayward' kiwifruit subjected to some controlled atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*.26: 167-179.
- ARPAIA, M.L.; MITCHELL, F.G.; KADER, A.A.; MAYER, G.1982. The ethylene problem in modified atmosphere storage kiwifruit. *Controlled atmospheres for storage and transport of perishable agricultural commodities*, timber press, Beaverton, Oregon.pp. 331-335.
- ARPAIA, M.L.; MITCHELL, F.G.; KADER, A.A.; MAYER, G. 1985. Effect of 2% O₂ and varying concentration of CO₂ with or without C₂H₄ on the storage performance of kiwifruit. *Journal of American Society for Horticultural Science*. 110:200-203
- ARPAIA, M.L.; LABAVITCH, J.M.; GREVE, C.; KADER, A.A. 1987.Changes in the cell wall components of kiwifruit during storage in air or controlled atmosphere. *Journal of American Society for Horticultural Science* 112: 474-481.
- BAUTISTA-BAÑOS, S.; LONG, P.G.; GANESH, S. 1997. Curing of kiwifruit for control of postharvest infection by *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biology and Technology*. 12:137-145.
- BEEVER, D.J.; AND HOPKIRK, G. 1990. CHAPTER 5. Fruit development and fruit physiology. In: Warrington, I..L. and Weston, G.C. eds. *Kiwifruit Science an Managment*. New Zealand Society of Horticultural Science. Ray Richards Publisher. pp.97-126.
- BENGE, J.R.; DE SILVA, H.N.; BANKS, N.H.; JEFFERY, P.B. 2000. Empirical modeling of postharvest changes in the firmness of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 19: 211-220.
- BOQUETE, E.J.; TRINCHERO, G.D.; FARSCHINA, A.A.; VILELLA, F.; SOZZI, G.O. 2004. Ripening of "Hayward" Kiwifruit treated with 1-methylcyclopropene after cold storage. *Postharvest Biology and Technology*. 32: 57-65.

- BURDON, J., McLEOD, D., LALLU, N., GAMBLE, J, PETLEY, M and GUNSON, A. 2004. Consumer evaluation of "Hayward" kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. *Postharvest Biology and Technology* 34: 245-255.
- CAPOCCHI, S. 2008. Pensar en verde. *SuperCampo* 171: 52-55
- CATALÁ, R.; ALMENAR, EVA.; GAVARA, R. 2007. Innovaciones y tendencias en el envasado de frutas y hortalizas. 5º Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Cartagena, 2007. pp. 1540-1548.
- CRISOSTO, C.H.; KADER, A.A. 1999. Kiwifruit. In: *Postharvest Quality Maintenance Guidelines*, University of California Davis, CA 95616. [en línea] <<http://www2.ucdavis.edu/postharv/PDF%20files/Guidelines/fig.pdf> > [consulta: 6 de abril de 2010]
- CRISOSTO, C.H.; CRISOSTO, G.M. 2001. Understanding consumer acceptance of early harvested "Hayward" kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 22: 205-213.
- CRISOSTO, C.H.; MITCHAM E.J.; KADER, A.A. 2009. Kiwifruit. In: *Fresh Produce Facts*, University of California. [en línea] <<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/kiwi.shtml>> [consulta: 3 de septiembre de 2010]
- CROWHURST, R.N.; GLEAVE, A.P.; MacRAE, E.A.; AMPOMAH-DWAMENA, C.; ATKINSON, R.G.; BEUNING, L.L.; BULLEY, S.M.; CHAGNE, D.; MARSH, K.B.; MATICH, A.J.; MONTEFIORI, M.; NEWCOMB, R.D.; SHAFFER, R.J.; USADEL, B.; ALLAN, A.C.; BOLDINGH, H.L.; BOWEN, J.H.; DAVY, M.W.; ECKLOFF, R.; FERGUSON, B.R.; FRASER, L.G.; GERA, E.; HELLENS, R.P.; JANSSEN, B.J.; KLAGES, K.; LO, K.R.; MacDIARMID, R.M.; NAIN, B.; ROSS, G.S.; SCHÖDER, R.; SNOWDEN, K.C. SOULEYRE, E.J.F.; TEMPLETON, M.D.; WALTON, E.F.; WANG, D.; WANG, M.Y.; WANG, Y.Y.; WOOD, M.; WU, R.; YAU, Y.; LAING, W.A. 2008. Analysis of expressed sequence tags from *Actinidia*: applications of a cross species EST database for gene discovery in the areas of flavor, health, color and ripening. *BMC Genomics* 9:351
- DEPARTMENT FOR TRANSPORT, UK. 2007. Towards a sustainable transport system supporting economic growth in a low carbon world. Paper presentado al Parlamento Británico, 90 p.
- FENG , J.; MAGUIRE, K.M.; MACKAY, B.R. 2006. Discriminating batches of "Hayward" kiwifruit for storage potential. *Postharvest Biology and Technology*. 41: 128-134.
- HEWETT, E.W.; KIM, H.O.; LALLU, N. 1999. Postharvest physiology of kiwifruit: the challenges ahead. *Acta Horticulturae* 498: 203–216.
- HOPKIRK, G.; BEEVER, D.; TRIGGS, C. 1986. Variation in soluble solids concentration in kiwifruit at harvest. *NZ J. Agric. Res.* 29: 475-484.
- ILINA, N.; ALEM, J.H.; PAGANO, E.A.; SOZZI, G.O. 2010. Suppression of ethylene perception after exposure to cooling conditions delays the progress of softening in 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 55:160–168.

- PAILLY, O., HABIB, R. and DELECOLLE, R. 1995. Effect of soil and climate conditions on soluble solids evolution during maturation of kiwifruit. *New Zealand journal of Crop and Horticultural Science* 23: 145-153.
- RETAMALES, J.; CAMPOS, R. 1997. Extremely low ethylene levels in ambient air are still critical for kiwifruit storage. *Acta Horticulturae*.444:573-578 [en línea]<http://www.actahort.org/books/444/444_88.htm> [consulta 11 abril 2011]
- ROSSITER, K.L.; YOUNG, H.; WALKER, S.B.; MILLER, M. 2000. The effects of sugar and acids on consumer acceptability of kiwifruit. *Journal of Sensory Studies* 15: 241-250.
- RUIZ DE CASTRO, A.M.; OTERO, V.; GALLEGOS, P.P.; ORIA, R. 2006. Envasado de frutos de kiwi en diferentes películas plásticas. Simposio postcosecha 2006 Orihuela. pp. 307-311.
- RUSHING, J.W. 2004. Kiwifruit In: *Agriculture Handbook Number 66. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks*. K.C. Gross, C.Y. Wang and M. Saltveit (eds). [En línea] <<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/079kiwifruit.pdf>> [consulta: 10 de septiembre 2010]
- SENASA. 2011. Reporte comparativo del Comercio Exterior de Productos; Subproductos, y Derivados de Origen Vegetal. Exportación e Importación de kiwi <<http://www.senasa.gov.ar/estadistica.php#>> [consulta 11 abril 2011].
- SNEGLAR, W.P.; HOPKIRK, G.; SEELYE, R.J.; MARTIN, P.J.; MANSON, P.J. 1998. Relationship between canopy density and fruit quality of kiwifruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 26: 223-232.
- SERRA BONVEHI, J.; ESCOLA JORDA, R.; ADILLON JAEN, J. 1997. The ripening process of kiwifruits (*Actinidia deliciosa*) grown in Catalonia, Spain. *Journal of Food Quality* 20: 371-380.
- STEC, M.G.H.; HODGSON, J.A.; MACRAE, E.A.; TRIGGS, C.M. 1989. Role of fruit firmness in the sensory evaluation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv Hayward). *J. Sci. Food Agric.* 47:417-433.
- THOMAI, T.; SFAKIOTAKIS, E. 1999. Effect of low-oxygen atmosphere on storage behavior of kiwifruit. Chania: CIHEAM-IAMC Cahiers Options Mediterraneennes 42: 69-75.
- THOMPSON, A.K. 1998. *Controlled atmosphere storage and vegetables*. CAB International, Oxon, UK. pp. 117-218.
- VIEW FRESH. View fresh MA bolsa-ficha de producto. [en línea] <<http://www.viewfresh.com/pdf/VF%20Kiwi%20Bag%20Traits%20-%20Espanol.pdf>> [consulta 11 abril 2011]
- WATKINS, C.B. 2006. 1-Methylcyclopropene(1-MCP) based technologies for storage and self life extension. *Int.J.Postharvest Technology and Innovation*. 1(1):62-68.
- WILLEY, P.; CRISOSTO C.H.; MITCHELL, F. 1999. Adapting perforated box liners to the California kiwifruit industry. *Acta Horticulturae* 498: 299-306.

- WOODWARD, T.J. 2006. Variation in "Hayward" Kiwifruit Quality Characteristics. Thesis doctoral. The University of Waikato. New Zealand. 228 p.
- WOODWARD, T.J.; CLEARWATER, M.J. 2008. Relationships between "Hayward" kiwifruit weight and dry matter content. *Postharvest Biology and Technology* 48:378-382.
- YIN, X .; C. ALLAN, A.; ZHANG, B., WU, R.; BURDON, J.; WANG, P.; B.FERGUSON, I.; CHEN, K. 2009. Ethylene-related genes show a differential response to low temperature during `Hayward` kiwifruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*. 52:9-15.
- ZUCCHERELLI, G.; ZUCCHERELLI, G. 1990. *La Actinidia (Kiwi)*. Mundiempresa. Madrid, España. 228 p.

APENDICE



Figura I. Frutos con incrustaciones blancas en la columela



Figura II. Frutos parcialmente dañados por excesiva concentración de CO_2



Figura III. Frutos totalmente dañados por exceso de CO₂



Figura IV. Frutos con depresiones y manchas, signos de toxicidad al exceso de CO₂



Figura V. Incubación de los frutos y extracción de muestras para la medición de etileno

Tabla I. SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b* para cada tipo de envase de atmósfera modificada, a los 0, 5, 6 y 7 meses a 0 °C.

Variables	Meses a 0 °C	TRATAMIENTOS			
		PAD	A	B	C
SST	0	8.10	7.83	7.57	7.97
	5	13.17	12.16	12.20	12.77
	6	12.77	12.53	12.07	11.80
	7	12.87	12.53	11.53	12.17
AT	0	1.50	1.41	1.43	1.45
	5	1.30	1.26	1.28	1.33
	6	1.21	1.11	1.17	1.17
	7	1.14	1.13	1.06	1.07
Ratio	0	5.41	5.55	5.27	5.49
	5	10.13	9.65	9.52	9.61
	6	10.56	11.30	10.35	10.07
	7	11.22	11.03	10.89	11.53
Firmeza	0	7.43	7.20	7.34	7.00
	5	1.00	2.57	2.97	2.90
	6	1.00	3.13	2.80	3.90
	7	0.73	1.80	2.37	2.47
L*	0	54.78	54.92	55.39	55.75
	5	48.35	49.17	48.78	49.45
	6	48.22	49.67	47.24	49.28
	7	46.88	48.81	48.96	47.29
a*	0	-19.66	-19.30	-19.68	-19.51
	5	-11.71	-14.19	-13.81	-14.28
	6	-11.08	-13.95	-11.82	-14.24
	7	-10.88	-13.64	-13.32	-13.07
b*	0	37.53	36.93	37.61	37.39
	5	21.84	26.42	25.75	26.88
	6	21.93	26.00	24.09	26.90
	7	21.40	25.93	25.25	24.21

Tabla II. SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b* de frutos tratados y no tratados con 1-MCP, a los 0, 5, 6 y 7 meses a 0 °C.

Variables	Meses a 0 °C	TRATAMIENTOS	
		PAD	PAD-MCP
SST	0	8.60	7.70
	5	13.16	12.90
	6	12.77	12.77
	7	12.87	12.77
AT	0	1.48	1.45
	5	1.30	1.27
	6	1.21	1.18
	7	1.15	1.16
Ratio	0	5.78	5.29
	5	10.13	10.12
	6	10.56	10.80
	7	11.22	11.06
Firmeza	0	7.90	7.67
	5	1.00	1.27
	6	1.00	1.27
	7	0.77	1.13
L*	0	53.86	55.01
	5	48.35	48.95
	6	48.22	50.89
	7	46.88	50.55
a*	0	-19.67	-19.57
	5	-11.72	-11.86
	6	-11.08	-11.83
	7	-10.80	-11.21
b*	0	37.43	37.70
	5	22.28	21.84
	6	21.93	23.63
	7	21.40	22.66

Tabla III. SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b* para cada tipo de envase de atmósfera modificada, a los 5, 6 y 7 meses de almacenamiento a 0 °C y 3 días a 20 °C.

Variables	Meses a 0 °C	TRATAMIENTOS			
		PAD	A	B	C
SST	5	12.87	12.48	12.35	12.90
	6	12.33	12.37	12.05	11.68
	7	12.72	12.80	11.80	11.87
AT	5	1.22	1.23	1.21	1.30
	6	1.18	1.13	1.17	1.14
	7	1.08	1.06	1.02	0.95
Ratio	5	10.56	10.23	12.35	9.92
	6	10.49	10.97	10.36	10.34
	7	11.80	12.13	11.61	12.95
Firmeza	5	0.93	2.00	1.60	2.07
	6	0.97	1.67	1.87	2.33
	7	0.63	1.70	1.30	1.20
L	5	49.00	48.79	49.46	50.14
	6	49.83	47.93	44.15	48.28
	7	46.36	48.64	48.26	45.39
a*	5	-12.51	-13.45	-12.90	-13.88
	6	-11.79	-12.83	-9.88	-13.11
	7	-10.55	-13.57	-13.20	-12.18
b*	5	24.54	25.41	24.34	27.33
	6	23.51	23.39	21.59	24.34
	7	22.33	26.89	25.68	22.85

Tabla IV. SST, AT, ratio, firmeza, L*, a* y b* de frutos tratados y no tratados con 1-MCP, a los 5, 6 y 7 meses de almacenamiento a 0 °C y 3 días a 20 °C.

Variables	Meses a 0 °C	TRATAMIENTOS	
		PAD	PAD-MCP
SST	5	12.87	12.65
	6	12.33	12.95
	7	12.72	12.45
AT	5	1.22	1.28
	6	1.18	1.21
	7	1.08	1.10
Ratio	5	10.56	9.94
	6	10.49	10.68
	7	11.80	11.27
Firmeza	5	0.93	1.27
	6	0.97	1.13
	7	0.63	1.07
L	5	49.00	49.09
	6	49.83	50.84
	7	46.36	50.42
a*	5	-12.51	-12.74
	6	-11.79	-12.01
	7	-10.55	-12.02
b*	5	24.54	24.90
	6	23.51	24.65
	7	22.33	26.34