



**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE POSTGRADO**

**EFFECTOS DE LA INHIBICIÓN DE ETILENO SOBRE EL SABOR DE  
UVA CV. MOSCATEL DE ALEJANDRÍA Y CRIMSON SEEDLESS,  
TRAS ALMACENAJE PROLONGADO**

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al Grado de  
Magister en Ciencias Agropecuarias, Mención Producción Frutícola.

**JOSÉ RAMÍREZ GONZÁLEZ**

Directores de Tesis

**BRUNO DEFILIPPI BRUZZONE  
VÍCTOR ESCALONA CONTRERAS**

Profesores consejeros

**LORETO PRAT DEL RIO  
CECILIA BAGINSKY GUERRERO**

**SANTIAGO - CHILE**

**2013**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE POSTGRADO**

EFECTOS DE LA INHIBICIÓN DE ETILENO SOBRE EL SABOR DE UVA CV.  
MOSCATEL DE ALEJANDRÍA Y CRIMSON SEEDLESS, TRAS ALMACENAJE  
PROLONGADO.

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al Título Profesional de  
Ingeniero Agrónomo y al Grado de Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención  
Producción Frutícola.

**JOSÉ RAMÍREZ GONZÁLEZ**

	Calificaciones (Memoria de Título)	Calificaciones (Tesis de Grado)
<b>DIRECTORES DE TESIS</b>		
Bruno Defilippi Bruzzone Ingeniero Agrónomo Ph.D.	6,8	Aprobado
Víctor Escalona Contreras Ingeniero Agrónomo Dr.	7,0	Aprobado
<b>PROFESORES CONSEJEROS</b>		
Ma. Loreto Prat Del Rio Ingeniero Agrónomo MSc.	6,0	Aprobado
Cecilia Baginsky Guerrero Ingeniero Agrónomo Dr.	6,5	Aprobado

Santiago, Chile  
2013

No importa cuán lentamente avances  
siempre y cuando no te detengas  
(CONFUCIO)

## AGRADECIMIENTOS

Mis más sentidos agradecimientos a Dios. A mi familia, mi bien máspreciado y más grande orgullo. A mi madre, que siempre ha creído en mí y ha estado a mi lado. A mi padre por enseñarme sobre la importancia del trabajo bien hecho, la responsabilidad y la cercanía y el respeto por cada una de las personas que nos rodean, especialmente por aquellas que trabajan contigo. A mis hermanos Juan y Jorge, con los que más allá de los lazos familiares, siento que nos une una profunda amistad, pues ellos siempre han estado a mi lado entregándome todo su apoyo. A mis tíos y primos por su apoyo incondicional.

A mis profesores guía, Bruno Defilippi por sus consejos, enseñanzas y por recibirme y darme la oportunidad de formar parte de un gran equipo humano y profesional. Al profesor Víctor Escalona por sus consejos y apoyo en la realización de esta tesis. A mis profesoras consejeras Loreto Prat y Cecilia Baginsky por sus consejos y comentarios en la revisión de la misma.

Al laboratorio de postcosecha de frutas y hortalizas de INIA La Platina, especialmente a Rosa Molina, Fabiola Donoso, Manuel Garay, Pablo Muñoz, Paula Robledo y Cecilia Becerra. A los profesores Daniel Manríquez y Mauricio González-Agüero.

Al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondecyt) por el financiamiento de esta investigación (Proyecto N° 1100273).

A tantas personas que a lo largo de mi vida con sus actos, consejos o críticas marcaron mi desarrollo como profesional y como persona, en especial a los Sres. Orlando Andrade y Carlos Manzano, que durante el tiempo que trabajamos juntos, fueron siempre ejemplos que abnegación, amor por el trabajo y superación. Q.E.P.D.

A mis amigos, que han estado conmigo todos estos años, a mi ex jefe y amigo Rodrigo Caroca por confiar en mí y darme mi primera oportunidad laboral ligada a esta profesión que tanto amo.

A la educación pública chilena por entregarme una mirada pluralista, integradora y a su vez crítica de la sociedad.

Muchas gracias a todos.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
Antecedentes generales .....	3
Sabor en uva de mesa .....	3
Etileno en uva de mesa .....	4
Efecto de la inhibición de la síntesis de etileno en el sabor de uva de mesa .....	5
Inhibición de la acción de etileno y su efecto en el sabor de uva de mesa .....	6
CAPITULO I. EFECTOS DE LA INHIBICIÓN DE ETILENO SOBRE EL SABOR DE UVAS CVS. MOSCATEL DE ALEJANDRÍA Y CRIMSON SEEDLESS, TRAS ALMACENAJE PROLONGADO.....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
Hipótesis .....	9
Objetivos .....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Material vegetal .....	9
Lugar de estudio .....	10
Tratamientos y diseño experimental .....	10
Variables a medir .....	11
Variables fisiológicas .....	11
Tasa producción de etileno .....	11
Tasa respiratoria .....	11
Variables ligadas a la percepción de sabor .....	11

Acidez titulable .....	11
Concentración de sólidos solubles .....	11
Relación CSS/AT .....	11
Firmeza de baya .....	11
Azúcares y ácidos .....	12
Volátiles aromáticos .....	12
Volátiles fermentativos .....	13
Fenoles totales .....	13
Evaluación sensorial .....	13
Otros atributos de calidad .....	13
Deshidratación .....	13
Desgrane .....	14
Color de raquis .....	14
Deshidratación de raquis .....	14
Pudrición .....	15
Caracterización de precosecha .....	15
Análisis estadístico.....	15
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>16</b>
Caracterización de precosecha.....	16
Caracterización de la fruta a cosecha .....	21
Evaluaciones de postcosecha .....	22
Variables fisiológicas.....	22
Tasa producción de etileno .....	22

Tasa respiratoria .....	23
Variables ligadas a la percepción de sabor .....	24
Acidez titulable y concentración de sólidos solubles .....	24
Firmeza de baya .....	27
Azúcares .....	28
Ácidos orgánicos .....	30
Volátiles aromáticos .....	32
Volátiles fermentativos .....	35
Fenoles totales .....	37
Evaluación sensorial.....	38
Otros atributos de calidad.....	40
Deshidratación, desgrane y pudrición en racimo .....	40
Deshidratación y pardeamiento de raquis .....	42
CONCLUSIONES .....	44
LITERATURA CITADA .....	45
ANEXOS. ....	54
APÉNDICES.....	55

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos a evaluar en uva de mesa cv. Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless.....	10
Cuadro 2. Caracterización de tamaño, madurez y actividad fisiológica de la fruta al momento de cosecha.....	21
Cuadro 3. Compuestos volátiles aromáticos: terpenos (nerol, linalol y geraniol) en bayas de Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, al momento de cosecha, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C.....	32
Cuadro 4. Concentración de fenoles totales en bayas de Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, al momento de cosecha, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C.....	38
Cuadro 5. Resultados panel de evaluación sensorial en uvas Moscatel de Alejandría, tras 45 días a 0°C.....	39
Cuadro 6. Resultados panel de evaluación sensorial en uvas Crimson Seedless, tras 45 días a 0°C.....	40
Cuadro 7. Porcentaje de deshidratación, desgrane y pudrición en racimos de Moscatel de Alejandría, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C.....	41
Cuadro 8. Porcentaje de deshidratación, desgrane y pudrición en racimos de Crimson Seedless, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C.....	42
Cuadro 9. Determinación visual de deshidratación y color de raquis en Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C...	43

## Índice de figuras

Figura 1. Escala hedónica para determinación de color de raquis en uva.....	14
Figura 2. Escala hedónica para determinación de deshidratación de raquis en uva.....	14
Figura 3. Firmeza, calibre y peso de baya durante maduración de uvas Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, semanas después de plena flor (SPDF).....	16
Figura 4. Acidez titulable (AT), concentración de sólidos solubles (CSS) y relación CSS/AT durante maduración, semanas después de plena flor (SDPF) en uvas cultivar Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless respectivamente.....	17



Figura 5. Concentración de ácidos orgánicos (ácido málico, tartárico y cítrico) durante la maduración de la baya en uvas Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, semanas después de plena flor (SDPF).....	18
Figura 6. Concentración de azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa) durante maduración de uvas Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, semanas después de plena flor (SDPF).....	18
Figura 7. Concentración de fenoles totales durante maduración de uvas Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, semanas después de plena flor (SDPF).....	19
Figura 8. Volátiles aromáticos terpenos durante maduración de uvas Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, semanas después de plena flor (SDPF).....	20
Figura 9. Volátiles aromáticos aldehídos durante maduración de uvas Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, semanas después de plena flor (SDPF).....	20
Figura 10. Tasa de producción de etileno en Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, al momento de cosecha, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C.....	23
Figura 11. Tasa respiratoria en Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, al momento de cosecha, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C.....	24
Figura 12. Acidez titulable (AT) en uvas cultivar Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C.....	25
Figura 13. Concentración de sólidos solubles (CSS) en uvas cultivar Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C.....	26
Figura 14. Relación CSS/AT en uvas cultivar Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C.....	26
Figura 15. Firmeza de bayas en uvas Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, al momento de cosecha, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C.....	27
Figura 16. Concentración de azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa) en uvas cultivares Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, al momento de cosecha, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C.....	29
Figura 17. Concentración de ácidos tartárico, málico y cítrico en uvas Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, al momento de cosecha, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C.....	31

Figura 18. Volátiles aromáticos aldehídos (hexanal y trans-2-hexenal) en bayas de Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, al momento de cosecha, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C..... 34

Figura 19. Volátiles fermentativos (acetaldehídos, etanol y etil acetato) en bayas de uvas Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, al momento de cosecha, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C..... 36

## **Anexos**

Anexo I. Temperaturas máximas (TMax) y mínimas (TMin) promedio en Vicuña (Región de Coquimbo) y Los Andes (precosecha) (Región de Valparaíso), semanas después de plena flor (SDPF) en Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless respectivamente..... 54

## **Apéndices**

Apéndice I. Pauta no estructurada para evaluación sensorial de uva de mesa..... 55

## RESUMEN

La uva (*Vitis vinifera*) es un fruto no climatérico, por tanto no tendría un alza en la tasa respiratoria durante maduración. Sin embargo, se ha visto un aumento en la tasa de producción de etileno dos semanas antes de envero y/o a cosecha, dependiendo de la variedad.

El eje central de esta investigación fue determinar la relación entre etileno y el metabolismo del sabor en uva de mesa durante almacenaje refrigerado prolongado. Para ello se realizaron dos ensayos, en Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, respectivamente. Después de cosecha la fruta se almacenó bajo distintos tratamientos, atmósfera controlada (AC) (5% O<sub>2</sub> y 15% de CO<sub>2</sub>), fruta aplicada con 1-metilciclopropeno (1-MCP, 1 µL L<sup>-1</sup>), 1-MCP+AC, aplicada con etileno (100 µL L<sup>-1</sup>) y un tratamiento testigo almacenado en aire. Se evaluó la tasa respiratoria y de producción de etileno, acidez titulable (AT), concentración de sólidos solubles, ácidos orgánicos, azúcares, volátiles aromáticos y fermentativos, firmeza de baya, evaluación sensorial, entre otras. Las mediciones se realizaron a cosecha, tras 45 días a 0°C y después de 2 días a 20°C.

Los resultados muestran que el tratamiento con 1-MCP presentó la mayor tasa de producción de etileno en Crimson Seedless, mientras que 1-MCP+AC la inhibió en ambas variedades. El tratamiento con AC mostró los mayores niveles de AT y ácido málico en Moscatel y los tratamientos con AC y 1-MCP+AC los menores de fructosa y sacarosa en Moscatel y Crimson Seedless, respectivamente. Como era de esperar, la síntesis de volátiles fermentativos fue estimulada bajo AC, con o sin la aplicación de 1-MCP. El panel de evaluación sensorial determinó que el etileno afecta negativamente la percepción de dulzor y textura en Moscatel de Alejandría.

En conclusión, el tratamiento con AC, con o sin 1-MCP, afecta el metabolismo del sabor, al modificar la concentración de ácidos orgánicos y azúcares, e inducir la síntesis de volátiles fermentativos. Sin embargo dicho efecto es variedad dependiente.

Palabras claves: *Vitis vinifera*, postcosecha, no climatérico.

## ABSTRACT

Grapes (*Vitis vinifera*) are classified as a non-climacteric fruit, i.e. without a rise on respiration rate during ripening. However, a rise in ethylene levels has been observed either two weeks before veraison or at harvest, depending on the cultivar.

The focus of this research was to study the relationship between ethylene and flavor metabolism on table grape during long term storage. Two trial were performed on Muscat of Alexandria and Crimson Seedless varieties. After harvest, fruit was stored under different treatments, i.e. controlled atmosphere (CA) (5% O<sub>2</sub> and 15% CO<sub>2</sub>), fruit applied with 1-methylcyclopropene (1-MCP, 1 μL L<sup>-1</sup>), 1-MCP+CA, fruit applied with ethylene (100 μL L<sup>-1</sup>), plus a control treatment in air. Variables evaluated included respiration and ethylene production rates, titratable acidity (TA), soluble solids concentration, organic acids, sugars, aroma-volatile compounds, fermentative volatiles, berry firmness, sensory analysis, among other. Evaluations were performed at harvest, and after 45 days at 0°C and 2 days at 20°C.

The results showed that treatment with 1-MCP had the highest rate of ethylene production in Crimson Seedless, being inhibited by the application of 1-MCP plus CA in both varieties. CA storage showed a higher level of TA and malic acid on Muscat. Contrarily, AC and 1-MCP + CA showed the lowest levels of fructose and sucrose in Muscat and Crimson Seedless, respectively. As expected, the production of fermentative volatiles was higher under CA storage, with or without 1-MCP application. Sensory evaluations showed that ethylene negatively affected the sweetness and texture perception on Muscat of Alexandria.

In conclusion, CA treatment with or without 1-MCP affects flavor metabolism by modifying organic acid and sugar concentration, and by inducing production of fermentative compounds. However, this effect is variety dependent.

**Key words:** *Vitis vinifera*, postharvest, non-climacteric

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Antecedentes generales

La uva de mesa es la especie frutal con mayor superficie plantada a nivel nacional con 53.523 ha (ODEPA, 2013a) y la más exportada con 812 mil toneladas (1.389 millones de dólares) (ODEPA, 2013b; 2013c), siendo Chile el séptimo productor y el primer exportador a nivel mundial (FAO, 2013a; 2013b). El principal mercado de la uva de mesa chilena es Estado Unidos, que representa el 48% de las exportaciones de esta fruta (Bravo, 2010; 2013; ODEPA, 2013b; 2013c).

Los estrechos márgenes de rentabilidad asociados a un bajo precio del dólar, cercano a los 500 pesos (Banco Central de Chile, 2013), alta tasa de interés propia de un negocio de alto riesgo, alto costo de insumos, menor disponibilidad y por tanto mayor costo de mano de obra (Bravo, 2013), hacen prever un difícil futuro para la industria vitícola nacional. Sólo la diversificación de mercados hacia aquellos con desarrollos más dinámicos, la optimización de los procesos productivos (Bravo, 2010; 2013) y el aumento sostenido de la calidad (Kader, 2003) permitirán mejorar la competitividad del sector.

La calidad, grado de excelencia o superioridad, es percibida en uvas, a través de la apariencia, la textura, el sabor y la calidad nutricional (Kader, 2000). La apariencia es determinada a través de la forma, el tamaño y el color. La textura principalmente por la firmeza y jugosidad. El sabor por el dulzor, la acidez, el amargor, la astringencia y el aroma. Mientras que la calidad nutricional es determinada por el rol de ciertos compuestos como vitaminas, minerales y fibra dietaría en la nutrición humana (Kader, 2000).

Un estudio sobre calidad de frutas y hortalizas realizado en los principales supermercados de EE.UU. mostró que 96% de los consumidores calificó como extremadamente o muy importante el sabor al momento de seleccionar un producto. Mientras que el precio obtuvo sólo un 70% (Tronstad, 1995). Por lo tanto, mejorar el sabor de frutas y hortalizas, a precios asequibles, probablemente aumente su consumo, lo que sería conveniente tanto para productores e intermediarios, que ganarían más dinero, como para los consumidores que se alimentarían más sano (Kader, 2003).

### Sabor en uva de mesa

El sabor en uva depende de la relación dulzor-acidez, la baja astringencia y el aroma (Kader, 2008). El dulzor está determinado por las concentraciones de glucosa, fructosa y sacarosa, que aumentan sostenidamente durante maduración (Kader, 2008; Diakou *et al.*, 1997).

La acidez depende de las concentraciones de los ácidos tartárico, málico y cítrico, los que aumentan desde cuaja hasta envero y disminuyen rápidamente durante maduración (Kader, 2008; Diakou *et al.*, 1997). La acidez titulable presenta el mismo comportamiento, disminuyendo fuertemente desde envero, principalmente por la degradación del ácido málico (Diakou *et al.*, 1997; Ruffner *et al.*, 1983).

La astringencia es percibida por la presencia de flavanoles polimerizados (protoantocianidinas y taninos condensados). Las protoantocianidinas, (-) epicatequina y antocianinas asociadas a protoantocianidinas aumentan durante el desarrollo de la baya (Kennedy *et al.*, 2001). Los taninos aumentan en la piel y disminuyen en la semilla, mientras aumenta su grado de polimerización (Castro, 2005; Fournand *et al.*, 2006). La concentración de flavanoles es errática, depende del compuesto en estudio y de factores ambientales, por ejemplo quercetina 3-O-glucósido aumenta desde envero a cosecha, mientras que quercetina 3-O-glucoronido disminuye (Singh, 2008).

Los compuestos volátiles aromáticos más importantes en uva son los terpenos, ésteres, alcoholes y aldehídos (Kader, 2008; Yang *et al.*, 2011). Los volátiles de 6 carbonos (C<sub>6</sub>) incrementan al inicio de la maduración y luego disminuyen. Muchos alcoholes y carbonilos tienden a un continuo descenso en su concentración durante maduración. Los terpenos, excepto el geraniol, aumentan hasta maduración y luego disminuyen. Mientras que algunos ésteres continúan incrementando su concentración después de maduración (Yang *et al.*, 2011).

En uva Moscatel de Hamburgo, los mayores volátiles aromáticos son los terpenos, entre los que destacan el linalol, geraniol, citronelol y el nerol. El linalol es el compuesto con mayor actividad odorífera, sin embargo otros monoterpenos como el óxido rosa, citral, geraniol, nerol y citronelol, contribuirían potencialmente a generar el característico aroma moscatel (Fenoll *et al.*, 2009).

### **Etileno en uva de mesa**

El fuerte incremento de la tasa de producción de etileno, al inicio de la maduración de frutos climatéricos, es considerado el factor modulador de la iniciación de los cambios de color, textura, aroma, sabor y otros atributos bioquímicos y fisiológicos durante dicha etapa. En cambio la maduración de frutos no climatéricos es generalmente considerada un proceso independiente del etileno y poco se sabe de los mecanismos reguladores de los cambios bioquímicos asociados (Lelièvre *et al.*, 1997).

La uva es clasificada como fruto no climatérico pues no sufriría un incremento de su tasa respiratoria y de producción de etileno, antes o durante maduración (Lelièvre *et al.*, 1997; Coombe y Hale, 1973). Por tanto, sería poco probable que el etileno tuviese un rol preponderante en dicha etapa (Coombe y Hale, 1973). Sin embargo se ha observado que la uva presenta un alza en el contenido interno de etileno (0,2  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) dos semanas antes de envero y un aumento importante en la concentración de ácido 1-aminociclopropano-1-

carboxílico (ACC), actividad de la enzima ACC oxidasa (ACO) y en la expresión de los genes que codifican para ésta (VvACO1 y VvACO2), durante el mismo periodo (Chervin *et al.*, 2004; Sun *et al.*, 2010; Muñoz-Robredo *et al.*, 2013). En postcosecha en tanto, Sun *et al.* (2010) observaron un aumento en la tasa de producción de etileno y en la expresión del gen VvACO1, tras dos días de almacenaje a temperatura ambiente.

### **Efecto de la inhibición de la síntesis de etileno en el sabor de uva de mesa**

La atmósfera controlada (AC) baja en oxígeno reduce la síntesis de etileno, a través de la disminución de la actividad de la enzima ACO y la abundancia de ACC sintasa (ACS) (Gorny y Kader, 1996). Mientras que alto porcentaje de CO<sub>2</sub>, disminuye la actividad de ACS y ACO en frutos post y pre climaterio respectivamente (Gorny y Kader, 1996; De Wild *et al.*, 2003). Manteniendo un efecto residual por a lo menos 7 días (Li y Kader, 1989). Sin embargo, en uva de mesa se ha usado mayormente como método de control de *Botrytis cinerea*, con muy buenos resultados a concentraciones de 5% de O<sub>2</sub> y 15% de CO<sub>2</sub>, pero con un importante aumento en el pardeamiento del raquis a concentraciones de CO<sub>2</sub> mayores de 15% (Retamales *et al.*, 2003; Crisosto *et al.*, 2002).

Estudios llevados a cabo por Ártés-Hernández *et al.* (2004) señalan que el almacenaje por 60 días a 0°C en AC con 5% de O<sub>2</sub> y 15% de CO<sub>2</sub>, más 7 días a 15°C en aire, mantuvo la concentración de sólidos solubles y la acidez titulable, con respecto al momento de cosecha, en uvas cv. Autumn Seedless. Mientras que en el testigo con bolsa perforada y atmósfera con aire, la concentración de sólidos solubles aumentó y la acidez titulable disminuyó.

Un efecto similar fue determinado en uva muscadine (*Vitis rotundifolia* Michx cv. Higgin) almacenadas por 4 semanas a 1-2°C con 90-95% HR en AC con 3% O<sub>2</sub> y 20% CO<sub>2</sub>, observándose una menor pérdida de peso, volumen y firmeza de baya, menor concentración de sólidos solubles (CSS) y mayor acidez titulable, respecto al almacenaje en aire (Basiouny, 1998), lo que concuerda con lo obtenido en otros frutos no climatéricos como frutillas (Li y Kader, 1989; Ke *et al.*, 1991; Pelayo *et al.*, 2007). Por otro lado, el almacenaje de uvas cv. Kyoho por 45 días a 0°C, 95% HR y AC con bajas concentraciones de oxígeno (4%) y altas concentraciones de CO<sub>2</sub> (30%), incrementó el pardeamiento del raquis, la biosíntesis de alcoholes como el etanol y la generación de sabores desagradables (*off flavor*) a partir de los procesos fermentativos asociados a la baja disponibilidad de oxígeno y el aumento de la actividad de la enzima alcohol deshidrogenasa (ADH) y transcripción del gen VvADH2 (Deng *et al.*, 2006; Tesniere *et al.*, 2004).

Si bien no se han realizado estudios específicos sobre el efecto de la AC en el aroma de uvas, en frutillas (*Fragaria x ananassa*) se observó que tras almacenaje en AC con 5% O<sub>2</sub> y 20% CO<sub>2</sub>, disminuyó el contenido de alcoholes y terpenos. Además de la menor producción de ésteres como metilbutanoato, metilhexanoato, etilbutanoato y etilhexanoato (Pérez y Sanz, 2001), consecuencia de la menor actividad de la enzima etileno dependiente alcohol aciltransferasa (AAT), responsable de la síntesis de éstos (Defilippi *et al.*, 2004; 2005a; 2005b).

### **Inhibición de la acción de etileno y su efecto en el sabor de uva**

El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es un inhibidor de la unión etileno-receptor, que disminuye la tasa respiratoria y la tasa de producción de etileno (Argenta *et al.*, 2003; Bower *et al.*, 2003), su efecto depende de la concentración.

En uva cv. Cabernet Sauvignon la aplicación de 1-MCP durante envero disminuyó la concentración de sacarosa e inhibió la transcripción de los transportadores SUC1 y SUC2 (Chervin *et al.*, 2006). De la misma forma se observó que el etileno es el responsable del incremento del diámetro de baya, la pérdida de acidez y la acumulación de antocianinas durante maduración (Chervin *et al.*, 2004; Muñoz-Robredo *et al.*, 2013). Este efecto específicamente en la síntesis de antocianinas, quedó en evidencia luego de la aplicación durante envero de ácido 2-cloro-etilfosfónico (2-CEPA), un compuesto liberador de etileno, que desencadenó la expresión de genes relacionados con la síntesis de éstas, aumentando la transcripción de las enzimas chalcona sintasa, flavonol 3-hidroxilasa y en menor medida de leucoantocianin dióxigenasa y UDP glucosa-flavonoide 3-O-glucosil transferasa (El-Kereamy *et al.*, 2003).

Por el contrario, se determinó que la inhibición del etileno reduce la actividad de la fenilalanina amonio liasa, involucrada en la biosíntesis de los compuestos flavonoides (McLean *et al.*, 2006; Massolo *et al.*, 2011) y de las enzimas polifenol oxidasa y pirogalol peroxidasa, responsables de la oxidación de los compuestos fenólicos (Massolo *et al.*, 2011).

En postcosecha, uvas cv. Aleático tratadas con 1-MCP y almacenadas por 13 días a 20°C, mostrarán una disminución de polifenoles, antocianinas y aldehídos, respecto a la uva sin 1-MCP, además de un aumento en el contenido de ésteres como etilacetato y etilcaproato, algunos terpenos y alcoholes como etanol y hexanol (De Santis *et al.*, 2007). Dichos alcoholes aumentarían por efecto de la inhibición de enzimas etileno dependientes como la AAT que los utilizan como sustrato y no a la inhibición de las enzimas involucradas en su síntesis, como la ADH y lipoxigenasa que son etileno independientes (Defilippi *et al.*, 2005a; 2005b).

Finalmente cabe señalar que la aplicación de 1-MCP en peras ha mantenido las características texturales preferidas por el consumidor y la capacidad de producción de volátiles, respecto al testigo sin 1-MCP, después de 6 meses de almacenamiento a 0°C y 7 días a 20°C (Moya-León *et al.*, 2006), similar a lo observado en frutillas, donde tras 27 días a 1°C la fruta con 1-MCP presentó mayor aceptabilidad que aquella donde no se aplicó (Modares *et al.*, 2010).



**CAPITULO I. EFECTOS DE LA INHIBICIÓN DE ETILENO SOBRE EL SABOR  
DE UVA CV. MOSCATEL DE ALEJANDRÍA Y CRIMSON SEEDLESS, TRAS  
ALMACENAJE PROLONGADO**

## INTRODUCCIÓN

El sabor es uno de los factores más importantes para el consumidor al momento de tomar la decisión de compra de productos hortofrutícolas como la uva de mesa (Tronstad, 1995). Sin embargo, es muy propenso a sufrir mermas considerables durante los largos periodos de almacenaje, traslado y comercialización a los que se someten dichos productos al ser exportados a mercados tan distantes como EE.UU., China y medio oriente.

Muchas investigaciones señalan la relación entre el fuerte incremento de la tasa de producción de etileno a inicios de maduración de frutos climatéricos, con los cambios bioquímicos y fisiológicos que conllevan la modificación del color, textura, sabor y aroma que se producen durante dicha etapa (Tromp, 2005). En cambio, en frutos no climatéricos como la uva, la literatura señala que el etileno poco o nada tendría relación con dichos procesos (Lelièvre *et al.*, 1997).

Recientes investigaciones realizadas en uva señalan un aumento en la tasa de producción de etileno justo antes de envero, y su relación con el aumento de diámetro, la pérdida de acidez y el desarrollo del color durante la maduración de la baya (Chervin *et al.*, 2004; Muñoz-Robredo *et al.*, 2013). Por otro lado, Muñoz-Robledo *et al.* (2013) y Sun *et al.* (2010) observaron un aumento similar de dicha tasa, durante o inmediatamente después de cosecha, dependiendo de la variedad, sin embargo poco o nada se sabe de la relación entre esta y los cambios en el metabolismo del sabor, propios de dicha etapa, y menos durante los largos periodos de almacenaje refrigerado a los que se somete la uva de mesa durante su exportación. Para dilucidar dicha relación se recurrió principalmente a dos tecnologías, el almacenaje en AC (con baja concentración de oxígeno y alta de CO<sub>2</sub>) y la aplicación de 1-MCP en postcosecha.

La atmosfera controlada (AC) con baja concentración de oxígeno y alta de CO<sub>2</sub> reduce la tasa respiratoria (Li y Kader, 1989) y la síntesis de etileno (Gorny y Kader, 1996; De Wild *et al.*, 2003) en frutos climatéricos y no climatéricos. Basiouny (1998) señala que tras almacenar uva por 4 semanas a 1-2°C en AC (3% O<sub>2</sub> y 20% CO<sub>2</sub>) se produce una menor pérdida de peso, volumen y firmeza de baya, menor concentración de solidos solubles y mayor acidez titulable que en el testigo almacenado en aire.

El 1-MCP es un inhibidor de la unión etileno-receptor, que al igual que AC, disminuye la tasa respiratoria y de producción de etileno (Argenta *et al.*, 2003; Bower *et al.*, 2003). Modares *et al.* (2010) señalan que el 1-MCP (0.75 µL L<sup>-1</sup>) mantuvo la firmeza, el color, la concentración de solidos solubles, acidez total y mejoró la apariencia de frutillas (*Fragaria x ananassa*), respecto al testigo, tras 27 días de almacenamiento a 1°C. DeSantis *et al.* (2007) en tanto, señalan que tras 13 días a 20°C, la uva aplicada con 1-MCP presentó menor contenido de polifenoles, antocianinas y aldehídos, además de un aumento en el contenido de algunos esteroides, terpenos y alcoholes.

Por tanto, estudiar el efecto de la inhibición de la síntesis de etileno a cosecha, mediante el almacenaje en AC (con baja concentración de oxígeno y alta de CO<sub>2</sub>) y de la acción de dicha hormona mediante la aplicación en postcosecha de 1-MCP, podría generar una alternativa para mejorar la calidad y aceptabilidad de la uva, tras almacenaje refrigerado prolongado.

### **Hipótesis**

La inhibición de la síntesis y/o acción del etileno en postcosecha mejora el sabor y aceptabilidad de uva de mesa, tras almacenaje prolongado

### **Objetivos**

- 1- Evaluar el efecto del almacenaje en atmosfera controlada y/o de la aplicación de 1-MCP y etileno en postcosecha, en la tasa respiratoria y de producción de etileno en uva de mesa, tras almacenaje prolongado.
- 2- Evaluar el efecto del almacenaje en atmósfera controlada y/o la aplicación de 1-MCP y etileno en postcosecha, en los componentes del sabor de uva de mesa, tras almacenaje prolongado.
- 3- Determinar, a través de un panel de evaluación sensorial, el efecto del almacenaje en atmósfera controlada y/o de la aplicación de 1-MCP y etileno en postcosecha, en el sabor y aceptabilidad de uva de mesa tras almacenaje prolongado.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Material vegetal**

Se utilizó uva de mesa (*Vitis vinifera*) cv. Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless producida en la comuna de Vicuña (Región de Coquimbo) y Llay-Llay (Región de Valparaíso) respectivamente. Los racimos se cosecharon según parámetros comerciales con una concentración de sólidos solubles mínima de 16% en ambos cultivares, y el total de las bayas completamente coloreadas en Crimson Seedless.

## Lugar del estudio

Los tratamientos, almacenaje y evaluaciones se realizaron en la Unidad de Postcosecha del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina (INIA-La Platina), comuna de La Pintana, Región Metropolitana.

## Tratamientos y diseño experimental

Se establecieron 5 tratamientos de forma independiente para cada uno de los cultivares en estudio (Cuadro 1), contemplando la aplicación de 1-MCP (SmartFresh™) (Bower *et al.*, 2003), atmósfera controlada (Crisosto *et al.*, 2002; Retamales *et al.*, 2003), 1-MCP más atmósfera controlada, etileno (Palou *et al.*, 2003) y un testigo almacenado en atmósfera convencional.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos a evaluar en uva de mesa cv. Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless.

Tratamientos	Descripción
T1	Testigo
T2	1 $\mu\text{L L}^{-1}$ de 1-MCP (SmartFresh™)
T3	AC con 5% O <sub>2</sub> y 15% CO <sub>2</sub>
T4	1 $\mu\text{L L}^{-1}$ de 1-MCP (SmartFresh™) <sup>1</sup> + AC con 5% O <sub>2</sub> y 15% CO <sub>2</sub>
T5	100 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno

La aplicación de los gases etileno y 1-MCP (SmartFresh™, AgroFresh, Filadelfia, EE.UU.), se realizó en una cámara de refrigeración hermética a 0°C por 24 h (Valdés *et al.*, 2009; Palou y Crisosto, 2003).

Las evaluaciones se realizaron al momento de cosecha, tras almacenaje de 45 días a 0°C con 95% HR y 45 días a 0°C más 2 días de vida de anaquel a 20°C.

Los tratamientos se distribuyeron de acuerdo a un diseño experimental completamente aleatorio, con 5 tratamientos y 4 repeticiones. La unidad experimental fue de 2 cajas estándar con 8,2 kg de uva. La unidad de observación fue de 4 racimos por tratamiento, repetición y período de evaluación.

## Variables a medir

### 1. Variables fisiológicas

- 1.1. Tasa de producción de etileno: se midió en aire a través de un método de evaluación estático, donde 50 g de bayas cortadas con pedicelo se mantuvieron 1 hora al aire libre a temperatura ambiente, para evitar que el etileno producido por efecto del estrés propio del corte fuese registrado en la medición. Luego se dispusieron en un frasco de vidrio de 500 mL, con 50 g de  $\text{CaCO}_3$  en su base para fijar el  $\text{CO}_2$  producido. Finalmente, el frasco se selló herméticamente dejándose a  $20^\circ\text{C}$  por el tiempo necesario para acumular el etileno suficiente para ser medido.

La concentración de etileno se midió a partir de la inyección de 1 mL de aire, extraído del espacio libre del frasco sellado, en un cromatógrafo de gases (Shimadzu, modelo GC-8, Kioto, Japón), equipado con una columna de alúmina y un detector de ionización de llama (FID), empleándose nitrógeno como gas transportador. Utilizándose una temperatura de inyector de  $150^\circ\text{C}$  y de columna de  $40^\circ\text{C}$ .

Los datos obtenidos se expresaron como tasa de producción de etileno como  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ .

- 1.2. Tasa respiratoria: se midió en aire con un método de evaluación estática, donde 50 g de bayas cortadas con pedicelo, se colocaron dentro de un recipiente de 500 mL que luego fue sellado herméticamente y mantenido a  $20^\circ\text{C}$  por un tiempo determinado, que permitiera la adecuada medición de las concentraciones de  $\text{CO}_2$  dentro de dicho frasco. Del espacio libre de éste se extrajo una muestra de aire, que fue analizada a través de un equipo Dansensor Checkmate 9900 (PBI, Dansensor, Ringsted, Dinamarca). Los resultados se expresaron en  $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ .

### 2. Variables ligadas a la percepción de sabor

- 2.1. Acidez titulable: se evaluó mediante la titulación de 10 mL de jugo con hidróxido de sodio 0,1 N, hasta la neutralización de los ácidos a pH 8,2-8,3. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido tartárico.
- 2.2. Concentración de sólidos solubles: se evaluó con un refractómetro termo compensado (Atago®, modelo Máster-T 2312, Tokio, Japón), con rango de medición de 0,0 a 33,0%.
- 2.3. CSS/AT: Este índice de madurez se obtuvo mediante la relación entre la concentración de sólidos solubles y la acidez titulable.
- 2.4. Firmeza de baya: se midió en la zona ecuatorial de bayas con piel, utilizando un equipo FirmTech2 (BioWorks, Inc., Kansas, Estados Unidos), instrumento que

utiliza como principio de medición, la fuerza necesaria para deformar en 1 mm la baya, expresándose los resultados en  $\text{g mm}^{-1}$

- 2.5. Azúcares y ácidos: para determinar los azúcares y ácidos presentes en la baya, se utilizó el método de Pérez *et al.* (1997). Se homogenizó 10 g de bayas con piel en un triturador con 25 mL de etanol frío al 95% durante 3 a 5 minutos. La muestra se centrifugó a 2000  $\text{g}_n$  durante 20 minutos y se filtró al vacío pasando el sobrenadante a través de dos capas de papel filtro Whatman n°1 (Whatman, Inglaterra). Posteriormente, el producto filtrado se ajustó a un volumen de 50 mL añadiendo etanol al 80%. A continuación se tomó una alícuota de 10 mL, que se secó bajo una corriente de nitrógeno a 50°C. Este material seco se disolvió en 2 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 0,2 N con 0,05% de EDTA. La muestra se cargó en un cartucho (Waters, Sep-Pak® Light C18, Massachusetts, EE.UU.) activado con metanol, rescatándose el efluente. La muestra se eluyó del cartucho con 4 mL de solución  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,2 N con 0,05 EDTA. Posteriormente lo eluido se filtró a través de un filtro de 0,45  $\mu\text{m}$  y se analizó por HPLC.

Los azúcares fueron analizados en un cromatógrafo líquido (HPLC) compuesto de un detector ELSD (Evaporative Light Scattering Detectors), Sedex 60 Lt ELSD, Sedere, usando una interface (Jasco LC-NET III/ADC, Tokio, Japón). La separación cromatográfica del azúcar se realizó usando una columna amino Kromasil 100 5NH<sub>2</sub> (250 mm x 4,6 mm) (Azco Nobel, Suecia). Se utilizó una fase móvil de acetonitrilo 77% con agua HPLC 23%, desgasificada y ultrasonificada, el flujo de la fase móvil fue de 1,8  $\text{mL min}^{-1}$ , el tiempo de corrida fue de 9 minutos a 20°C, con una presión de 12 kPa. El volumen de inyección empleado fue de 20  $\mu\text{L}$ .

Los ácidos fueron analizados en un HPLC provisto de un detector de rango ultravioleta visible (Jasco UV-20 75 Plus, Tokio, Japón) a una frecuencia de 195 nm, empleando una interface (Jasco LC-NET III/ADC, Tokio, Japón). La separación de ácidos se realizó usando una columna de 4,6 mm x 250 mm x 5,0  $\mu\text{m}$  (Waters Symmetry C18, Massachusetts, EE.UU.). Los datos fueron expresados en  $\text{mg g}^{-1}$  y analizados con el programa Chrompass (Jasco, Tokio, Japón).

- 2.6. Compuestos volátiles aromáticos: una muestra de 16 g de uva con piel se homogenizó en 16 mL de agua destilada con 2 mM de fluoruro de sodio (NaF). Luego se filtró mediante 4 capas de gasa y se centrifugó a 20.000  $\text{g}_n$  por 20 minutos a 4°C. Posteriormente se filtraron con papel filtro Watman n° 2.

En un tubo de 50 mL se colocó 1 gramo de NaCl, se agregó 9,8 mL de jugo filtrado y 200  $\mu\text{L}$  de estándar interno (1-octanol con una concentración de 1  $\mu\text{L mL}^{-1}$ ). Luego se agregó 10 mL de pentano y se homogenizó por un minuto, posteriormente se centrifugó por 1,5 minutos a 9000  $\text{g}_n$  a temperatura ambiente. Finalmente se extrajo 6 mL de la fase pentanólica sobrenadante y se colocó en un tubo para ser concentrado en un flujo con nitrógeno hasta llegar a aproximadamente 1  $\mu\text{L}$  que se inyectó en un cromatógrafo de gases (Perkin Elmer Clarus 500, Shelton, Estados Unidos), equipado con una columna SPB-5 (Supelco 30 m, 0,32 mm id., 0,25  $\mu\text{m}$  de película gruesa) y

un detector FID. Como gas transportador se utilizó Nitrógeno. Los compuestos detectados se identificaron por medio de curvas estándar para cada compuesto. Los resultados se expresaron en  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ .

Inicialmente se obtuvo el perfil de volátiles utilizando un cromatógrafo de gases Agilent 6890 con detector de masa Agilent 5972 (Agilent Technologies, EE.UU.), en las dependencias del Centro de Sabor y Aromas del DICTUC, el que se utilizó como apoyo a la identificación y calibración de los equipos.

2.7. Volátiles fermentativos: una muestra de 16 g de uvas con piel se homogenizó en 16 mL de agua destilada. Luego se filtró y centrifugó a 20.000  $g_n$  por 10 minutos. De este jugo se tomaron 5 mL, que fueron colocados en viales de 10 mL con 1 g de NaCl. Luego cada vial se llevó a un baño agitador a 37°C por 15 minutos. Después se tomó 1 mL del espacio de cabecera, el que se inyectó en un cromatógrafo de gases (Perkin Elmer, Autosystem XL, Shelton, Estados Unidos) provisto de una columna capilar Porapak Q y un detector FID. Los compuestos detectados se identificaron y cuantificaron por medio de curvas estándar para cada compuesto. Los resultados se expresaron en  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ .

2.8. Fenoles totales: Se midió a partir de una muestra de 10 g de uvas con piel, utilizando el método Folin-Ciocalteu, de acuerdo a Singleton y Rossy (1965). La detección se realizó a 660 nm en un espectrofotómetro UV-vis (Shimadzu uv-1700, Tokio, Japón). Expresándose los resultados como mg de ácido gálico  $g^{-1}$ .

**3. Evaluación sensorial:** Se utilizó un panel compuesto de 12 evaluadores entrenados, que determinó la aceptabilidad de las bayas de uva, basados principalmente en parámetros de apariencia y sabor. Se realizó a través de un método descriptivo basado en una escala no estructurada de 0 a 15 cm (Heintz y Kader, 1983). Se evaluó textura, aroma, dulzor, acidez, astringencia y sabor general (aceptabilidad) (Apéndice I).

#### 4. Otros atributos de calidad

4.1. Deshidratación: El porcentaje de deshidratación de cada racimo se determinó utilizando una balanza digital (Adam Equipment Co Ltda., modelo AQT200, Danbury, EE.UU.), de unidad 0,01g. Los resultados se expresaron como porcentaje de deshidratación, según la siguiente fórmula:

$$\text{Deshidratación (\%)} = 100 * \frac{P_0 - P_1}{P_0}$$

donde  $P_0$ : peso del racimo al momento de cosecha y  $P_1$ : peso del racimo a salida de frío o después de vida de anaquel.





4.5. Pudrición: Se determinó visualmente mediante la relación del peso de las bayas podridas con respecto al peso total del racimo. Se expresó como porcentaje de pudrición.

#### **Caracterización de pre cosecha:**

Se realizó un muestreo cada 15 días de la concentración de sólidos solubles, acidez titulable, ácidos orgánicos, azúcares, firmeza de baya, fenoles totales y volátiles aromáticos, durante las 8 y 6 semanas previas a cosecha en Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, respectivamente, y de forma independiente para cada cultivar. Se empleó la misma metodología de evaluación de los tratamientos.

Además se midió peso y calibre de baya, utilizando una balanza y un pie de metro digital.

#### **Análisis estadístico:**

En variables cuantitativas, para determinar diferencias entre los tratamientos, se utilizó el ANDEVA con un nivel de significancia del 5%. De encontrarse diferencias, se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

En variables expresadas como porcentaje se realizó la transformación de Bliss.

En el caso de variables cualitativas como color y deshidratación de raquis se empleó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis.

Para registrar y analizar los datos se utilizó los software Excel® 2010 (Microsoft Co, Washington, EEUU), InfoStat 2011e (Di Rienzo *et al.*, 2011) y Minitab 16 (Minitab Inc, Pensilvania, EEUU).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización de precosecha

Durante la caracterización de precosecha, las bayas de las variedades estudiadas mostraron un aumento tanto de peso como de calibre (Figura 3), posiblemente asociado a los procesos de elongación celular y la entrada de agua y fotoasimilados a ésta (Harris *et al.*, 1968; Coombe y McCarthy 2000). Mientras la firmeza de la baya disminuyó (Figura 3), según lo descrito por Robinson y Davies (2000), probablemente debido a la pérdida de rigidez de la pared celular por el aumento de la actividad de las enzimas pectinmetilesterasas, poligacturonasas y  $\beta$ -galactosidasas.

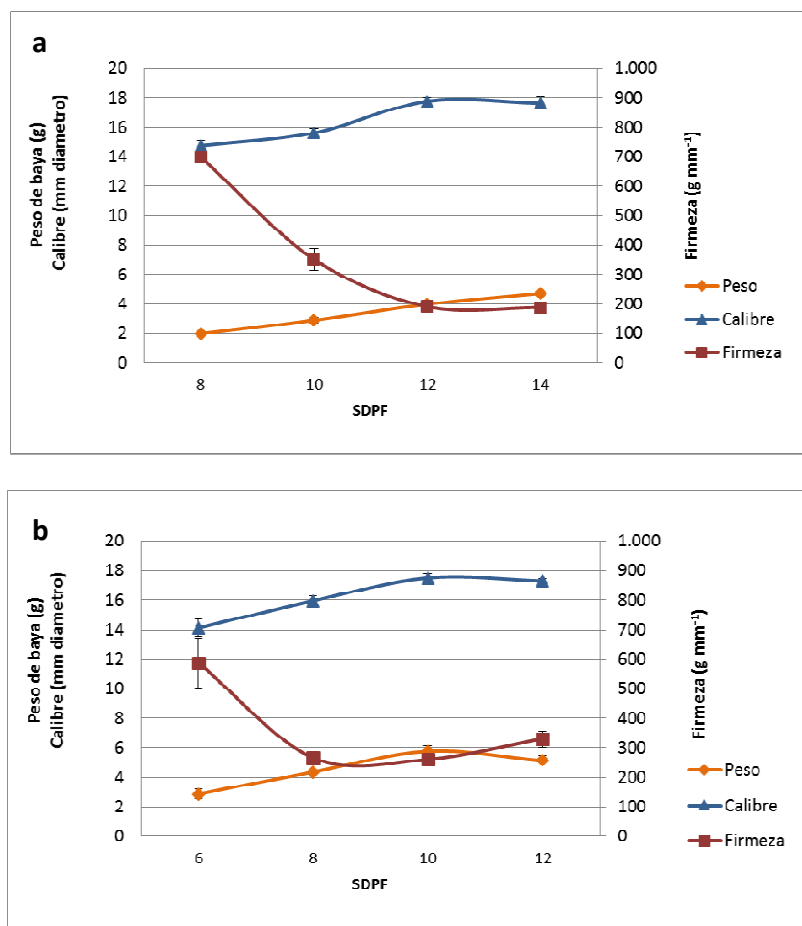


Figura 3. Firmeza, calibre y peso de baya durante maduración de uvas Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), semanas después de plena flor (SDPF). Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4.

La acidez titulable (AT) disminuyó a partir de enero (Figura 4) (8 y 6 SDPF en Moscatel y Crimson respectivamente), según lo descrito por Yang *et al.* (2011) asociado a la reducción de la concentración de los ácidos málico que disminuiría principalmente vía respiración celular (Figura 5) y del ácido tartárico, cuya concentración decaería por efecto de dilución durante el aumento de volumen de la baya (Ruffner *et al.*, 1983; Diakou *et al.*, 1997; Muñoz-Robredo *et al.*, 2011). Por el contrario, la concentración de sólidos solubles (CSS) mostró un continuo aumento durante dicha etapa debido al incremento de las concentraciones de fructosa, glucosa y en menor medida de sacarosa (Figura 6) (Diakou *et al.*, 1997; Kader, 2008; Muñoz-Robredo *et al.*, 2011; Yang *et al.*, 2011). Hardy (1968) señala que durante maduración la sacarosa es transportada desde hojas y brotes hacia la baya e hidrolizada a fructosa y glucosa por la enzima invertasa, lo que explicaría su baja concentración. Por tanto y consecuente con los datos antes señalados, se observó el aumento sostenido de la relación CSS/AT (Figura 4), cuya importancia radica fundamentalmente en su utilización como índice de cosecha en uva de mesa (Crisosto y Smilanik, 2004).

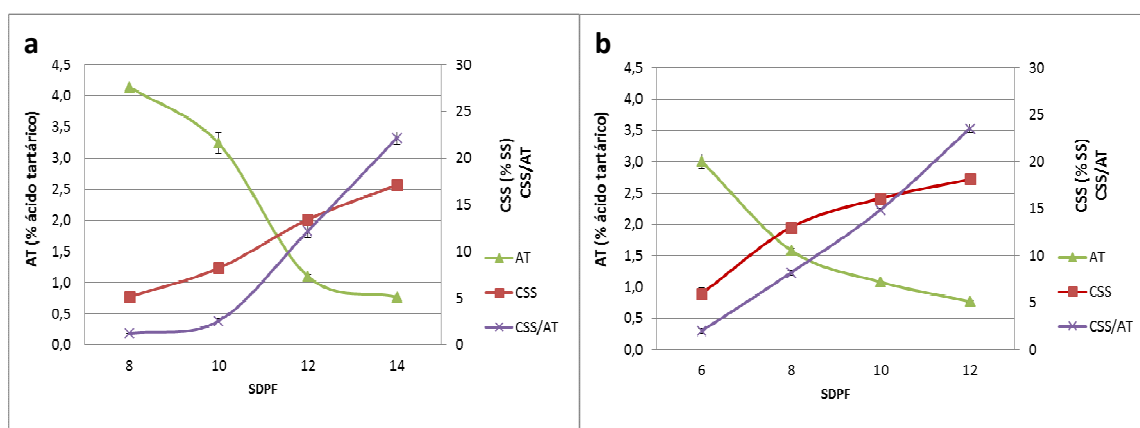


Figura 4. Acidez titulable (AT), concentración de sólidos solubles (CSS) y relación CSS/AT durante maduración, semanas después de plena flor (SDPF) en uvas cultivar Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), respectivamente. Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4.

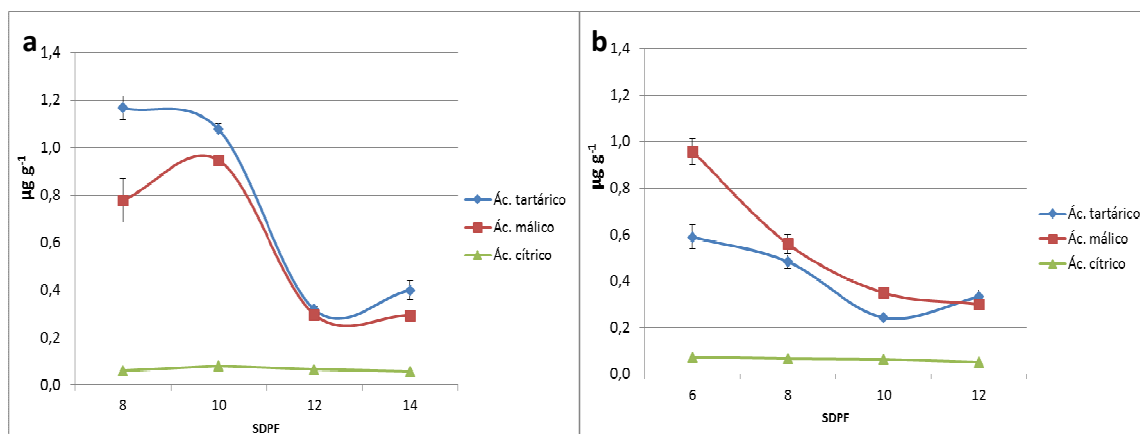


Figura 5. Concentración de ácidos orgánicos (ácido málico, tartárico y cítrico) durante la maduración de la baya en uvas Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), semanas después de plena flor (SDPF). Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4.

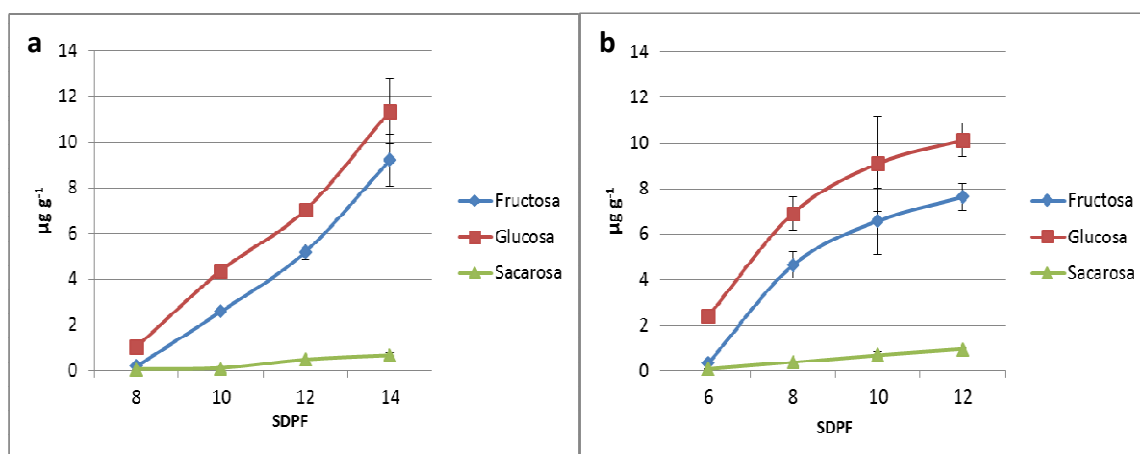


Figura 6. Concentración de azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa) durante maduración de uvas Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), semanas después de plena flor (SDPF). Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4.

Los fenoles totales mostraron ser muy disímiles en cuanto a concentración entre las variedades estudiadas (Figura 7), siendo mayor en Moscatel de Alejandría que en Crimson Seedless. Sin embargo, en ambas se pudo observar la disminución de éstos a medida que la maduración fue progresando, atribuido por Singleton (1966) a la dilución de los mismos durante el incremento de volumen de la baya.

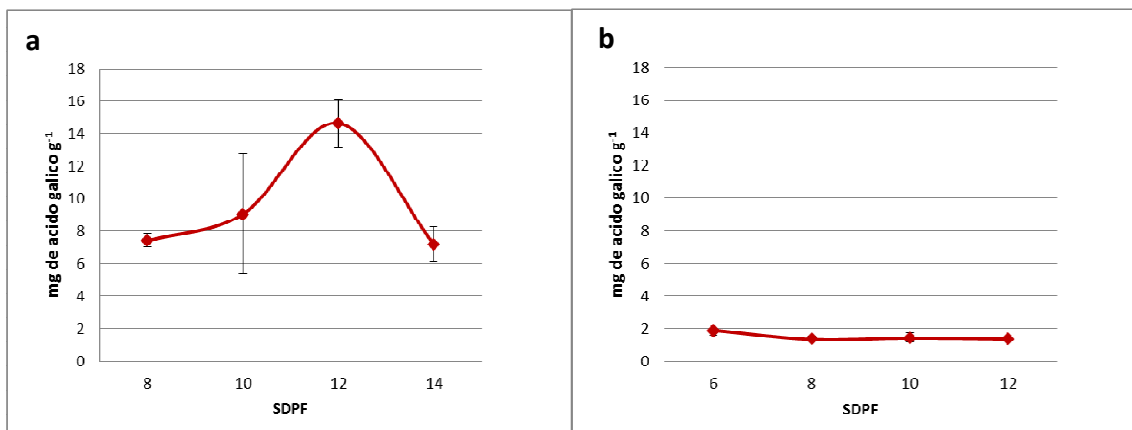


Figura 7. Concentración de fenoles totales durante maduración de bayas de uvas Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), semanas después de plena flor (SDPF). Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4.

Los compuestos volátiles más importantes en las bayas de *Vitis vinifera* son los terpenos, ésteres, alcoholes y aldehídos (Kader, 2008; Yang *et al.*, 2011), aunque con marcadas diferencia a nivel varietal, e influenciadas por las condiciones edafo-climatológicas y de manejo a las que se somete el cultivo (Fenoll *et al.*, 2009; Yang *et al.*, 2011).

En Moscatel de Alejandría los terpenos nerol y geraniol aumentaron su concentración durante inicios de maduración (12 SDPF) y disminuyeron hacia los estados más avanzados (14 SDPF) (Figura 8a). Mientras que linalol disminuyó constantemente durante maduración (8 SDPF). Fenoll *et al.* (2009) y Yang *et al.* (2011) señalan que los terpenos aumentan en la baya hasta maduración y luego decrecen, similar a lo obtenido en el caso de nerol y geraniol, sin embargo el comportamiento mostrado por linalol se explicaría por condiciones ambientales propias de la zona de cultivo de la variedad en estudio, donde las condiciones de déficit hídrico y alta luminosidad podrían haber incrementado fuerte y precozmente la concentración de terpenos como el linalol (Bureau *et al.*, 2000; Song *et al.*, 2012), mientras que las altas temperaturas ambientales registradas después de las 12 SDPF (máxima sobre los 30°C) (Anexo I) pudo haber inducido su rápida disminución (Park *et al.*, 1991).

En Crimson Seedless se observó una baja y constante concentración de linalol durante maduración (Figura 8b), la disminución de geraniol durante todo el período de evaluación, similar al comportamiento descrito por linalol en Moscatel, y el aumento de nerol a inicios de maduración (10 SDPF) y su disminución hacia los estados más avanzados (12 SDPF), tal como señala Yang *et al.* (2011).

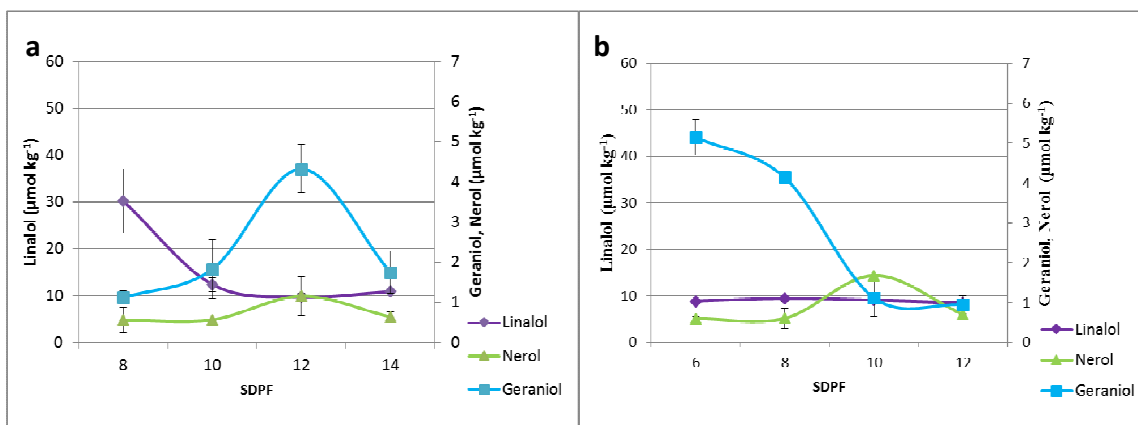


Figura 8. Volátiles aromáticos terpenos durante maduración de uvas Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), semanas después de plena flor (SDPF). Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar,  $n=4$ .

Los aldehídos, hexanal y el trans-2-hexenal aumentaron durante maduración (Figura 9), tanto en Moscatel de Alejandría como en Crimson Seedless, al igual que lo descrito por Yang *et al.* (2011). Sin embargo en esta última variedad se observó una disminución de estos compuestos durante las últimas dos semanas de muestreo, posiblemente debido a su transformación a alcoholes, mediante la actividad de la enzima ADH (Kalua y Boss, 2009; 2010; Yang *et al.*, 2011).

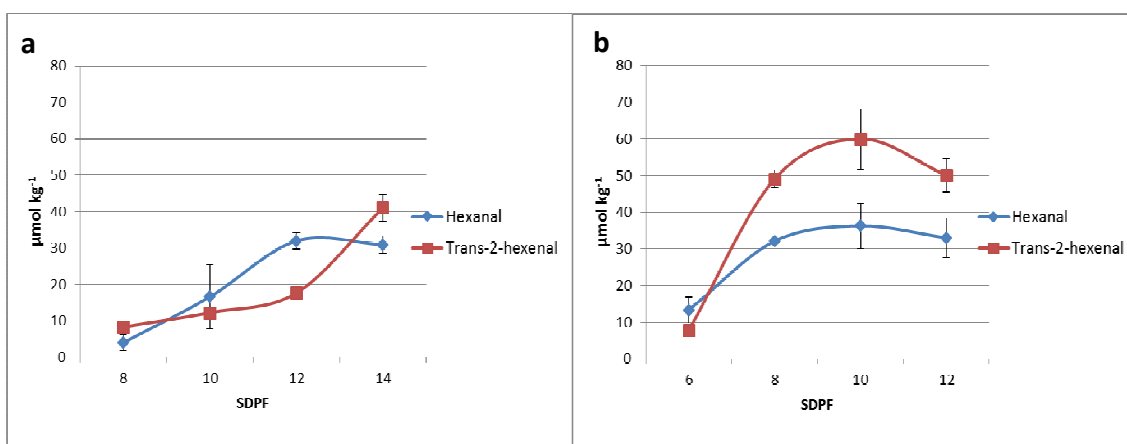


Figura 9. Volátiles aromáticos aldehídos durante maduración de uvas Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), semanas después de plena flor (SDPF). Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar,  $n=4$ .

### Caracterización de la fruta a cosecha

Durante cosecha tanto Moscatel de Alejandría como Crimson Seedless presentaron una muy baja tasa de producción de etileno (Cuadro 2) ( $< 0,1 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) según la clasificación propuesta por Kader (2002a). Una alta concentración de sólidos solubles ( $> 18\%$ ), baja acidez titulable y una relación CSS/AT mayor a 20 que es el mínimo recomendado por Hardenburg (1986) y Kader (2002b) como índice de cosecha en uva de mesa. Mientras que la firmeza de baya fue baja en Moscatel de Alejandría y alta en Crimson Seedless según la clasificación descrita por Callejas (2011).

Cuadro 2. Caracterización de tamaño, madurez y actividad fisiológica de la fruta al momento de cosecha.

Característica	Moscatel de Alejandría	Crimson Seedless
AT (% ácido tartárico)	$0,6 \pm 0,03$	$0,4 \pm 0,02$
CSS (%)	$18,9 \pm 1,0$	$21,1 \pm 0,4$
CSS/AT	$30,8 \pm 3,1$	$45,7 \pm 2,3$
Firmeza de baya ( $\text{g mm}^{-1}$ )	$188,3 \pm 10,4$	$320,0 \pm 25,8$
Tasa respiratoria ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )	$5,5 \pm 1,3$	$8,1 \pm 3,2$
Tasa prod. etileno ( $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )	$0,016 \pm 0,009$	$0,051 \pm 0,021$
Calibre (mm)	$17,1 \pm 0,4$	$17,8 \pm 0,5$
Peso de baya (g)	$4,6 \pm 0,2$	$5,4 \pm 0,5$
Peso racimo (g)	$339,0 \pm 41,7$	$449,9 \pm 37,5$

Valores representan la media  $\pm$  desviación estándar,  $n=4$ .

## Evaluaciones de postcosecha

### 1. Variables fisiológicas

#### Tasa de producción de etileno

Tras 45 días de almacenaje 0°C se observó que en Moscatel de Alejandría todos los tratamientos aplicados tendieron a disminuir la tasa de producción de etileno (0,02- 0,05  $\mu\text{L etileno kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) respecto al tratamiento testigo (0,06  $\mu\text{L etileno kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) (Figura 10a), sin embargo sólo el 1-MCP+AC (0,03  $\mu\text{L etileno kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) logró mostrar diferencias significativas respecto a éste. Dicho comportamiento se explicaría por la presencia de un sistema de síntesis de etileno mixto, denominado de transición, donde los sistemas I y II (donde etileno inhibe y estimula su propia síntesis, respectivamente) actúan de forma conjunta (Katz *et al.*, 2004; Alexander y Grierson, 2002). El tratamiento con 1-MCP inhibiría la síntesis de etileno en el sistema II, pero la estimularía en el sistema I, mientras que el etileno mostraría un efecto similar inhibiendo el sistema I e induciendo el sistema II (autocatalítica), manteniendo en ambos casos una tasa de producción de etileno similar a la del testigo (Riov y Yang, 1982; Alexander y Grierson, 2002; Katz *et al.*, 2004). El tratamiento con AC tampoco mostró diferencias significativas respecto al testigo, probablemente debido a un efecto compensatorio del sistema I frente a la reducción de la actividad de la enzima ACO, en respuesta a la baja disponibilidad de oxígeno (Gorny y Kader, 1996; Alexander y Grierson, 2002). Por otro lado 1-MCP+AC redujo significativamente la síntesis de etileno presuntamente debido a un efecto sinérgico entre el 1-MCP y la atmósfera controlada que habría inhibido tanto la síntesis como la acción del etileno en ambos sistemas (Gorny y Kader, 1996; Argenta *et al.*, 2003; Bower *et al.*, 2003). Mientras que tras vida de anaquel a 20°C, si bien no se determinó diferencias significativas entre los tratamientos, la tasa de producción de etileno presentó tendencia a aumentar en todos ellos (0,08- 0,1  $\mu\text{L etileno kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), respecto tanto a cosecha (0,016  $\mu\text{L etileno kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) como a salida de frío, probablemente como respuesta al estrés provocado por el largo tiempo de almacenamiento a bajas temperaturas.

En Crimson Seedless, tras 45 días a 0°C se observó un comportamiento similar a lo mostrado en Moscatel de Alejandría, el tratamiento con 1-MCP+AC disminuyó la tasa de producción de etileno (0,003  $\mu\text{L etileno kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), respecto a los demás tratamientos (0,016-0,04  $\mu\text{L de etileno kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) (Figura 10b), sin embargo en este caso el tratamiento con 1-MCP mostró mayor tasa de producción de etileno (0,04  $\mu\text{L etileno kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) que los tratamientos con AC y etileno (0,017 y 0,016  $\mu\text{L etileno kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , respectivamente), probablemente debido a que en esta variedad el 1-MCP estimula mayormente el efecto compensatorio del sistema I en respuesta a la menor síntesis de etileno por parte del sistema II, inhibido por 1-MCP (Riov y Yang, 1982; Alexander y Grierson, 2002). Mientras que tras vida de anaquel a 20°C la tasa de producción de etileno tendió a disminuir en todos los tratamientos (0,01-0,02  $\mu\text{L etileno kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), respecto a cosecha (0,05  $\mu\text{L etileno kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) y a salida de frío, sin diferencias significativas entre ellos.



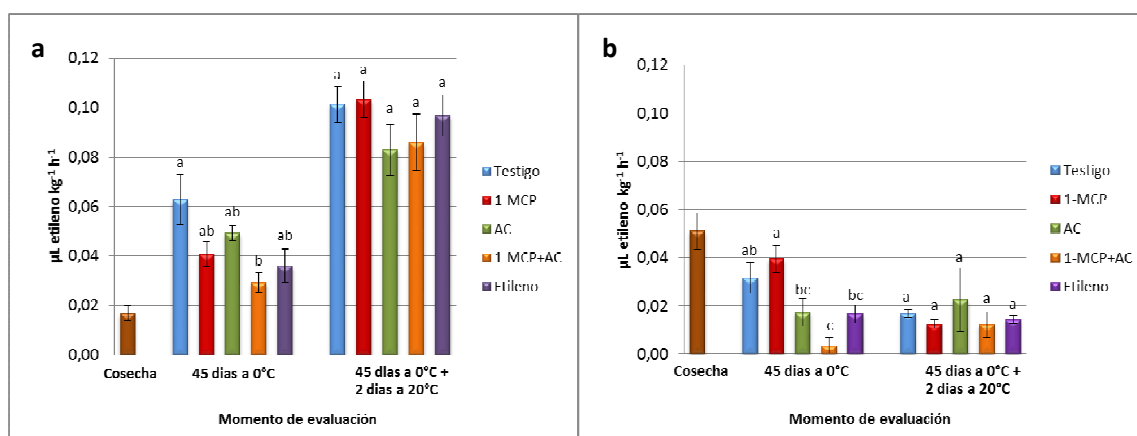


Figura 10. Tasa de producción de etileno en Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C. Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar,  $n=4$ . Letras distintas indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre tratamientos, en cada momento de evaluación.

### Tasa respiratoria

La tasa respiratoria no mostró diferencias significativas a salida de frío ni en Moscatel de Alejandría ( $8,4-10,1 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) ni en Crimson Seedless ( $10,9-12,5 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) (Figura 11), tal como lo obtuvieron Bellincontro *et al.* (2006) en uva. Sin embargo otras investigaciones realizadas en frutillas, manzanas y peras señalan que tanto la AC como el 1-MCP la disminuirían y el etileno la aumentaría (Li y Kader, 1989; Gorny y Kader, 1996; Tian *et al.*, 2000; Argenta *et al.*, 2003; Bower *et al.*, 2003), demostrando la diferencia metabólica de la uva respecto a estas especies. Por otro lado, después de vida de anaquel a 20°C en Moscatel de Alejandría (Figura 11a) se mantuvo dicha tendencia, pero con una disminución generalizada en todos los tratamientos ( $5,7-6,6 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), que sería indicador del avanzado estado de senescencia de la fruta, mientras que en Crimson Seedless se observó que el tratamiento con etileno incrementó significativamente la tasa respiratoria ( $19,5 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) respecto al testigo ( $12,9 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) (Figura 11b), de acuerdo a lo señalado por Gong *et al.* (2002), posiblemente debido a diferencias metabólicas propias de las variedades en estudio.

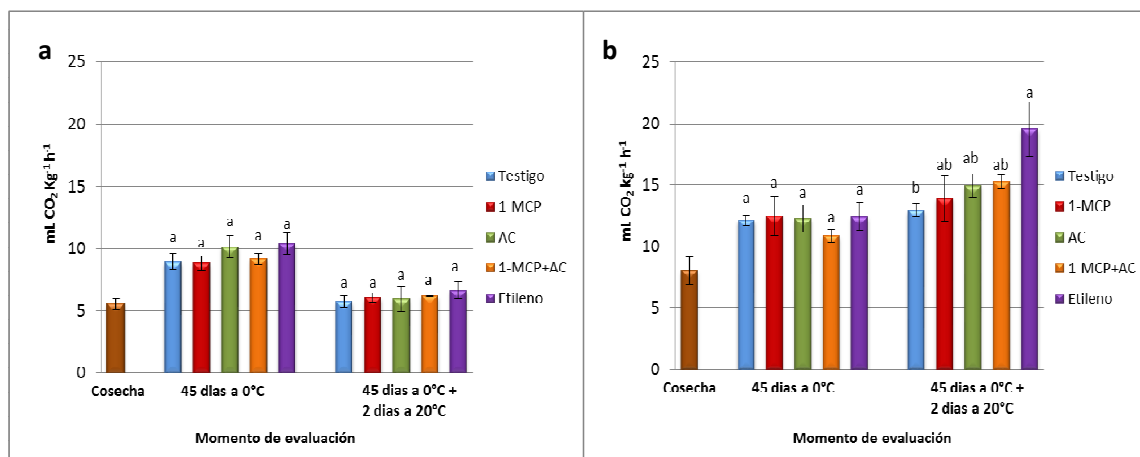


Figura 11. Tasa respiratoria en Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C. Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, en cada momento de evaluación.

## 2. Variables ligadas a la percepción de sabor

### Acidez titulable y concentración de sólidos solubles

En Moscatel de Alejandría tras 45 días de almacenaje a 0°C, se observó el aumento de AT (0,67-0,88 %) respecto a cosecha (0,61 %) (Figura 12a), posiblemente debido al incremento en la concentración de los ácidos orgánicos presentes en la baya, debido a la deshidratación de las mismas. No se observó diferencias significativas respecto al tratamiento testigo (0,74 %). Sin embargo, en el tratamiento con 1-MCP+AC la AT fue de 0,77 %, significativamente mayor al 0,66 % del tratamiento con etileno, lo que estaría relacionado a la menor tasa de producción de esta hormona por parte de 1-MCP+AC y con ello a una posible menor tasa respiratoria que habría provocado la menor utilización de los ácidos como sustrato respiratorio (Basiouny, 1998). Dichas diferencias no se mantuvieron tras vida de anaquel, donde todos los tratamientos presentaron una AT en torno al 0,6 %, debido a la pérdida del efecto de AC al colocar la fruta en atmosfera convencional.

En Crimson Seedless (Figura 12b) tras salida de frío sólo el tratamiento con 1-MCP mostró una disminución significativa de AT (0,59 %) respecto al testigo (0,71 %), probablemente debido a que la tendencia a una mayor tasa de producción de etileno inducida por este tratamiento habría estimulado la tasa respiratoria y con ello la metabolización de los ácidos (Li y Kader, 1989; Gorny y Kader, 1996; Tian *et al.*, 2000; Argenta *et al.*, 2003; Bower *et al.*, 2003). Mientras que tras vida de anaquel en el tratamiento con etileno la AT fue de 0,45 %, estadísticamente menor a la de los tratamientos con AC y 1-MCP+AC (0,52-0,53 %), debido a que la alta dosis de etileno aplicada repercutió directamente en el aumento de la tasa respiratoria y por tanto en la reducción de los ácidos (Bower *et al.*, 2003).

La concentración de sólidos solubles no presentó variaciones importantes respecto a cosecha, ni diferencias significativas entre tratamientos, en ninguna de las variedades estudiadas en ninguno de los momentos de evaluación (Figura 13), similar a lo observado por Li y Kader (1989) en frutilla. La relación CSS/AT no mostró diferencias significativas en ninguno de los momentos de evaluación en Moscatel de Alejandría (Figura 14a), mientras que en Crimson Seedless, tras salida de frío con el tratamiento con 1-MCP se observó un aumento de dicha variable (35,4), respecto al testigo (29,5) (Figura 14b), consecuente con la menor AT mostrada con este tratamiento.

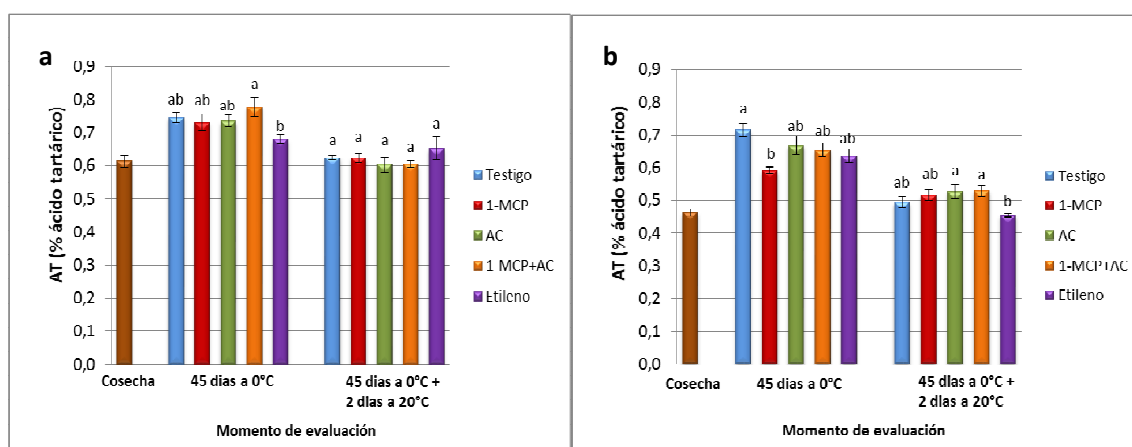


Figura 12. Acidez titulable (AT) en uvas cultivar Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C. Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, en cada momento de evaluación.

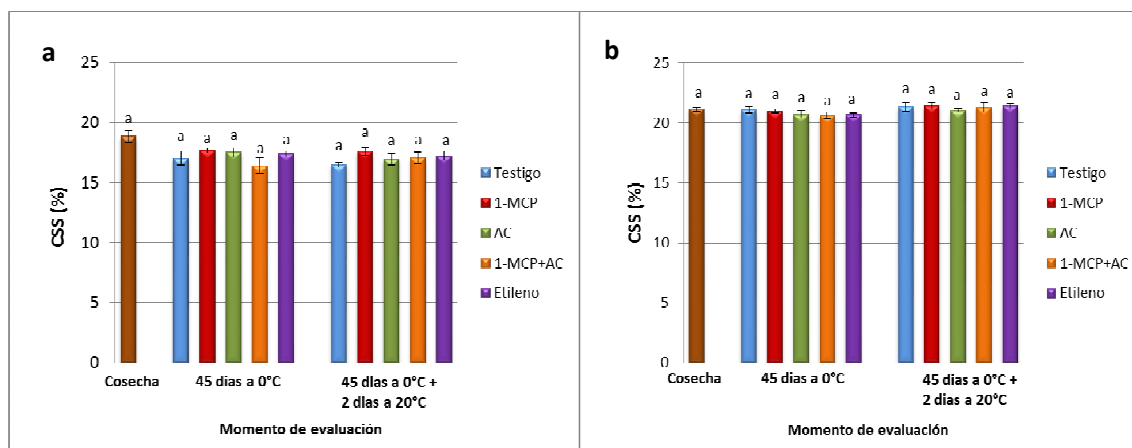


Figura 13. Concentración de sólidos solubles (CSS) en uvas cultivar Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C. Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, en cada momento de evaluación.

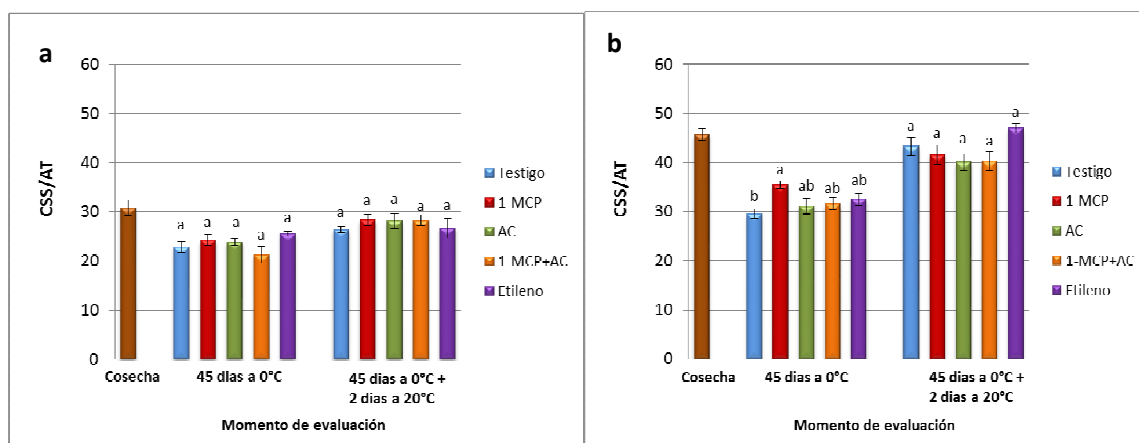


Figura 14. Relación CSS/AT en uvas cultivar Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C. Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, en cada momento de evaluación.

## Firmeza de baya

En cuanto a firmeza de baya, en Moscatel de Alejandría tras 45 días a 0°C no se observaron diferencias significativas (187,7-206,6 g mm<sup>-1</sup>), respecto al testigo (199,3 g mm<sup>-1</sup>) (Figura 15a). Sin embargo el tratamiento con 1-MCP+AC mostro menor firmeza (186,32 g mm<sup>-1</sup>) que el tratamiento con etileno (206,7 g mm<sup>-1</sup>). Dicho comportamiento se debería a la estimulación de la deshidratación por parte del 1-MCP (Illic *et al.*, 2011) y no al ablandamiento producido por la pérdida de integridad de la pared celular, ya que la expresión de los genes de las enzimas involucradas en este proceso (celulasas, pectinmetilesterasa, poligalacturonasa y β-galactosidasa) sería inhibida tanto por 1-MCP como por la AC con baja concentración de O<sub>2</sub> y alta de CO<sub>2</sub> (Deng *et al.*, 2007a; 2007b; Wei *et al.*, 2010). Tras vida de anaquel no se observó diferencias significativas entre los tratamientos.

En Crimson Seedless no se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos ni a salida de frio (307,1-347,9 g mm<sup>-1</sup>) ni tras vida de anaquel (275,8-289,5 g mm<sup>-1</sup>) (Figura 15b), posiblemente debido a la alta firmeza que presentó dicha variedad al momento de cosecha.

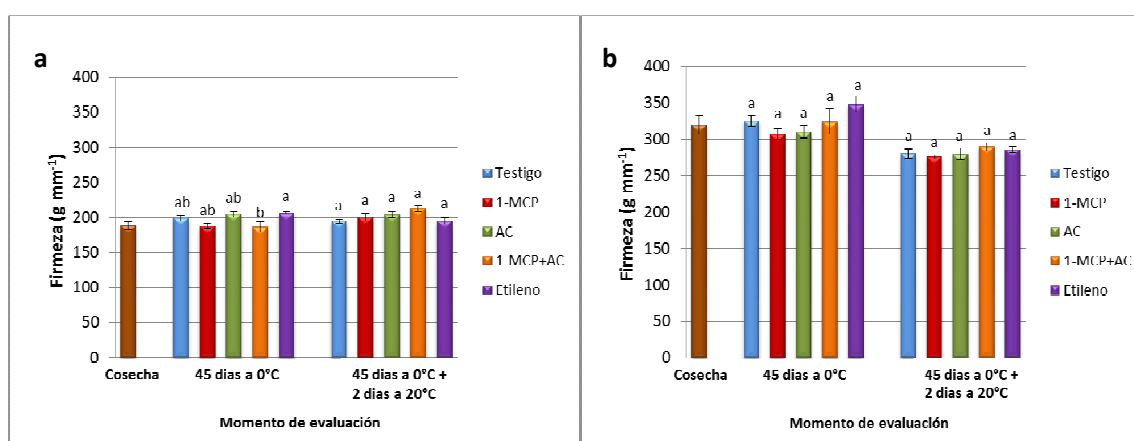


Figura 15. Firmeza de bayas en uvas Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C. Líneas verticales muestran media ± error estándar, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05) entre tratamientos, en cada momento de evaluación.

### Concentración de azúcares

En Moscatel de Alejandría tras 45 días a 0°C se observó la menor concentración de fructosa en los tratamientos con AC (5,59  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) y 1-MCP+AC (4,76  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) respecto al tratamiento testigo (8,02  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) (Figura 16a), probablemente debido a la utilización de este monosacárido como fuente de energía y a la mayor actividad de las enzimas involucradas en su metabolización, estimuladas en condiciones de baja disponibilidad de oxígeno (Mckenzie *et al.*, 2004). Tras vida de anaquel el tratamiento con AC presentó la mayor concentración de fructosa (6,87  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), posiblemente atribuido a la pérdida del efecto de este tratamiento al colocar la fruta en aire, mientras que el tratamiento con 1-MCP+AC mostró la menor concentración de este monosacárido (4,26  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) posiblemente debido a que el 1-MCP ayudaría a mantener un efecto residual de la AC y por tanto la mayor actividad de las enzimas involucradas en su metabolización (Mckenzie, 2004). Las concentraciones de glucosa y sacarosa no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ni a salida de frío ni tras vida de anaquel. En Borsani *et al.* (2009) se muestra que la fructosa entra directamente en la glucólisis como fructosa-6-fosfato (F6P) por acción de la enzima fructosa kinasa, mientras que la glucosa es transformada primero en glucosa-6-fosfato y luego convertida en F6P por acción de una enzima isomerasa, lo que podría explicar la metabolización de fructosa sin que se produzcan cambios en la concentración de glucosa.

Crimson Seedless no mostró diferencias en cuanto a glucosa y fructosa entre los tratamientos a salida de frío (Figura 16b), sin embargo se observó la menor concentración de sacarosa en la fruta provenientes de los tratamientos con AC (0,93  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) y 1-MCP+AC (0,84  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), respecto al testigo (1,62  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), atribuible a una mayor hidrólisis de éste disacárido, que a su vez permitiría mantener altas las concentraciones de fructosa y glucosa a pesar de su metabolización (Pelayo *et al.*, 2003). Tras vida de anaquel se observó la reducción de las concentraciones de fructosa, glucosa y sacarosa respecto al testigo por parte del tratamiento con AC y en fructosa y sacarosa por parte del tratamiento con 1-MCP+AC lo que estaría relacionado a la mayor metabolización de estos azúcares debido al efecto residual del almacenaje en AC y la mayor actividad de las enzimas del metabolismo de carbohidratos inducida por ésta (Li y Kader, 1989; Mackenzie, 2004).

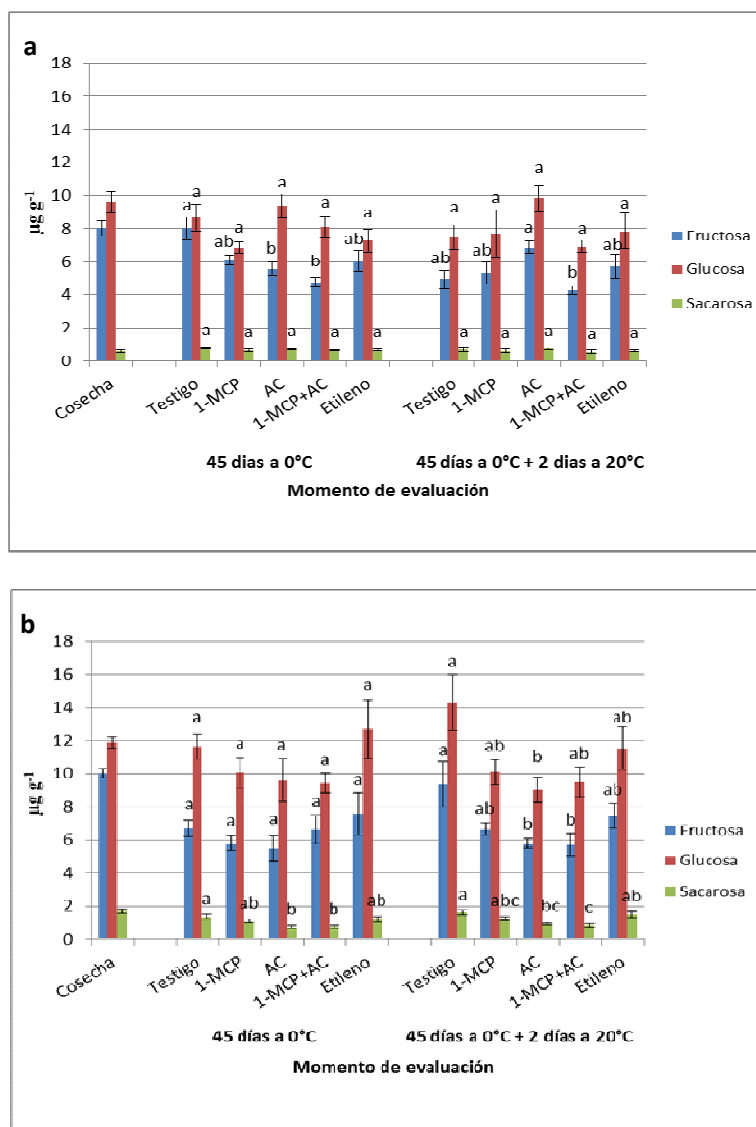


Figura 16. Concentración de azúcares (fructosa, glucosa y sacarosa) en uvas cultivares Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C. Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, en cada azúcar y momento de evaluación.

### Concentración de ácidos orgánicos

Tras 45 días de almacenaje a 0°C en Moscatel de Alejandría no se observó diferencias significativas en cuanto a la concentración de los ácido tartárico (0,26-0,35  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) y cítrico (0,04-0,07  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) (Figura 17a), entre tratamientos. Mientras que AC mostró la mayor concentración de ácido málico (0,35  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), siendo significativo sólo respecto a etileno (0,29  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), probablemente asociada a la reducción de la tasa respiratoria por parte de AC y la estimulación de la misma por parte del etileno, consecuente a lo observado en la AT (Figura 12a) (Li y Kader, 1989; Bower *et al.*, 2003). Posterior a vida de anaquel no se observó diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo el tratamiento con AC mantuvo la tendencia de presentar más ácido málico (0,34  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) que los demás tratamientos (0,29-0,32  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), posiblemente debido a su efecto residual (Li y Kader, 1989).

En Crimson Seedless (Figura 17b) no se obtuvo diferencias significativas en la concentración de los ácidos tartárico (0,26-0,34  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) y málico (0,28-0,33  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) entre los tratamientos a salida de frío. Sin embargo los tratamientos con AC y 1-MCP+AC tendieron a mostrar mayor concentración de ácido málico (0,33  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) que los otros tratamientos (0,28-0,30  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), mientras que la fruta tratada con 1-MCP+AC presentó mayor concentración de ácido cítrico (0,13  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) que el testigo (0,07  $\mu\text{g g}^{-1}$ ). Este hecho probablemente ocurrió debido a que la menor tasa de producción de etileno inducida por éste, generó una reducción de la tasa respiratoria y con ello la menor metabolización de este ácido. Por otro lado Borsanni *et al.* (2009) señalan que la baja disponibilidad de oxígeno, propio de este tratamiento con AC, reduciría la regeneración del NAD (nicotinamida adenina dinucleótido) y con ello la actividad de las enzimas del ciclo de Krebs y por tanto la metabolización de los ácidos. Tras vida de anaquel no se observaron diferencias respecto a la concentración de ácido tartárico (0,28-0,33  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) o málico (0,30-0,31  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), mientras que el tratamiento el testigo mostró mayor concentración de ácido cítrico (0,12  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) que los demás tratamientos (0,06-0,08  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), presuntamente debido a la tendencia de estos últimos a aumentar la tasa respiratoria y con ello la metabolización de dicho ácido.



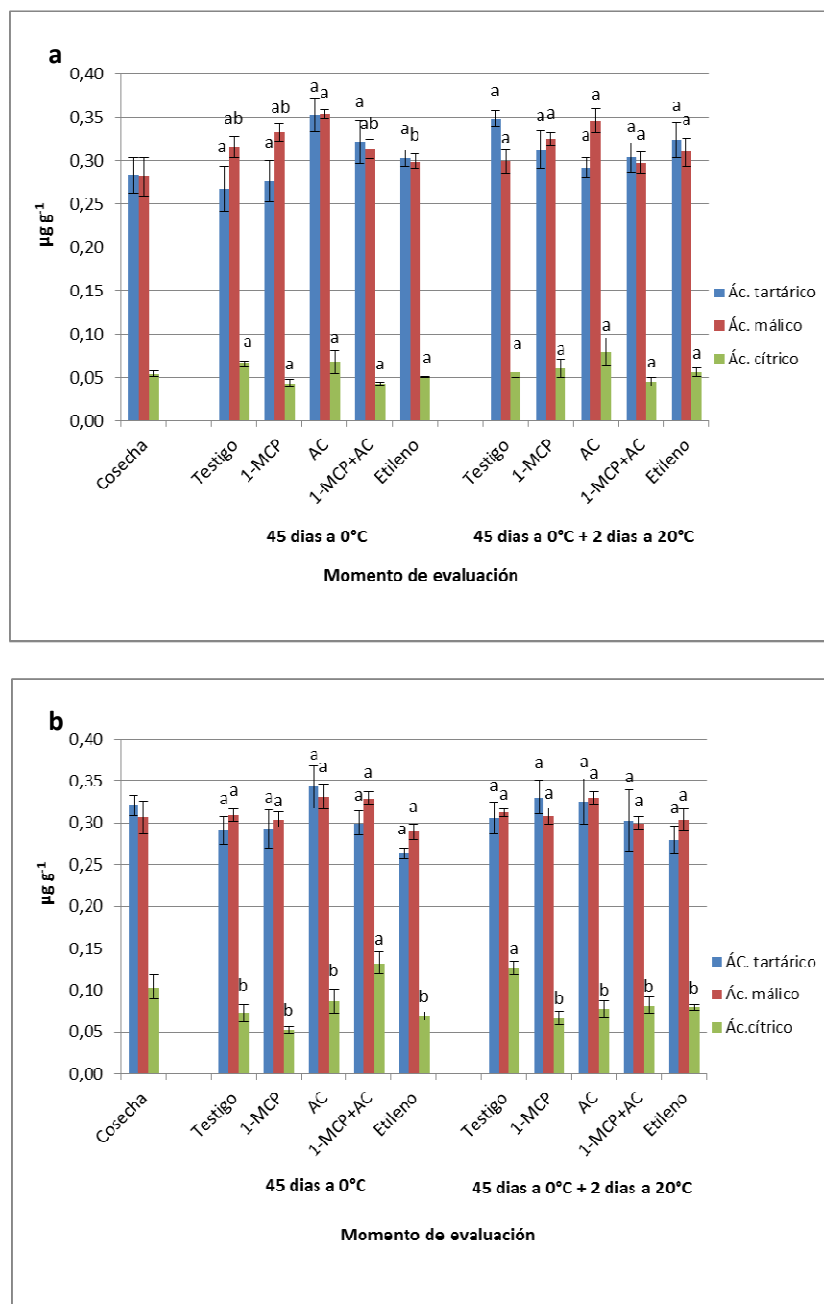


Figura 17. Concentración de ácidos tartárico, málico y cítrico en bayas de uva Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C. Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, para cada ácido, en cada momento de evaluación.

### Volátiles aromáticos responsables del aroma

Los tratamientos aplicados no mostraron efecto alguno respecto a la concentración de terpenos (linalol, geraniol y nerol) en Moscatel de Alejandría (Cuadro 3) tras salida de frío y tras vida de anaquel a 20°C, indicando probablemente la independencia del metabolismo de estos compuestos respecto a la acción de etileno (Valdés *et al.*, 2009). Mientras que en Crimson Seedless se observó un comportamiento similar, con la excepción de que tras vida de anaquel el tratamiento con 1-MCP+AC mostró una concentración significativamente mayor de nerol (1,82  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ) respecto al tratamiento testigo (0,50  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ), probablemente debido a la menor pérdida de este compuesto vía volatilización.

Cuadro 3. Compuestos volátiles aromáticos: terpenos (nerol, linalol y geraniol) en bayas de Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, al momento de cosecha, tras 45 días a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C.

	Moscatel de Alejandría			Crimson Seedless		
	Nerol	Linalol	Geraniol	Nerol	Linalol	Geraniol
	$\mu\text{mol kg}^{-1}$					
Cosecha	0,66	9,61	2,48	0,96	8,38 a	2,59
Tratamientos	45 días a 0°C					
Testigo	0,81 a	10,55 a	2,42 a	5,62 a	9,15 a	1,39 a
1-MCP	4,23 a	8,37 a	2,14 a	1,20 a	11,54 a	0,48 a
AC	0,57 a	14,28 a	1,43 a	1,09 a	20,58 a	0,43 a
1-MCP+AC	0,66 a	12,80 a	1,93 a	0,80 a	10,13 a	0,51 a
Etileno	1,91 a	10,51 a	0,62 a	0,65 a	8,27 a	0,66 a
	45 días a 0°C + 2 días a 20°C					
Testigo	0,80 a	7,14 a	1,23 a	0,50 b	8,49 a	0,41 a
1-MCP	1,08 a	8,78 a	1,87 a	1,58 ab	13,32 a	1,00 a
AC	2,27 a	7,66 a	2,12 a	0,82 ab	26,30 a	3,21 a
1-MCP+AC	0,68 a	9,66 a	1,69 a	1,82 a	13,86 a	0,43 a
Etileno	2,71 a	8,35 a	2,09 a	1,35 ab	12,92 a	0,63 a

Valores representan media, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), entre tratamientos, en cada momento de evaluación.

En cuanto a los aldehídos evaluados, en Moscatel no se observó diferencias significativas tras salida de frío y vida de anaquel (Figura 18a). Sin embargo tras vida de anaquel el tratamiento con 1-MCP+AC tendió a disminuir la concentración de hexanal ( $15,2 \mu\text{mol kg}^{-1}$ ) y trans-2-hexenal ( $22,2 \mu\text{mol kg}^{-1}$ ), respecto al testigo ( $20,0$  y  $37,7 \mu\text{mol kg}^{-1}$  de hexanal y trans-2-hexenal respectivamente), probablemente debido a que la inhibición de la tasa de producción de etileno a salida de frío repercutió en la inhibición de la síntesis de estos compuestos tras vida de anaquel (Bellincontro *et al.*, 2006; Valdés *et al.*, 2009).

En Crimson Seedless, tras salida de frío se observó la tendencia del tratamiento con 1-MCP a presentar mayor concentración de trans-2-hexenal ( $71,9 \mu\text{mol kg}^{-1}$ ) que los demás tratamientos ( $21,6$ - $55,1 \mu\text{mol kg}^{-1}$ ) (Figura 18b), posiblemente asociado al incremento de la síntesis de etileno por parte de éste (Bellincontro *et al.*, 2006), mientras que en los tratamientos con AC y 1-MCP+AC se obtuvo la menor concentración ( $30,6$  y  $21,6 \mu\text{mol kg}^{-1}$  respectivamente), posiblemente debido a la conversión de este aldehído en alcohol por acción de la enzima ADH, estimulada en condiciones de baja concentración de oxígeno (Kimmerer, 1987), y a la inhibición de la síntesis de etileno por parte de 1-MCP+AC (Bellincontro *et al.*, 2006). No se observó efecto de los tratamientos en la concentración de hexanal a salida de frío ( $44,7$ - $61,0 \mu\text{mol kg}^{-1}$ ). Tras vida de anaquel si bien no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, se observó la tendencia a aumentar del hexanal y el trans-2-hexenal en los tratamientos con AC y 1-MCP+AC respecto a salida de frío, según Botondi *et al.* (2012) debido al incremento de la actividad de la enzima ADH en el sentido alcohol-aldehído.

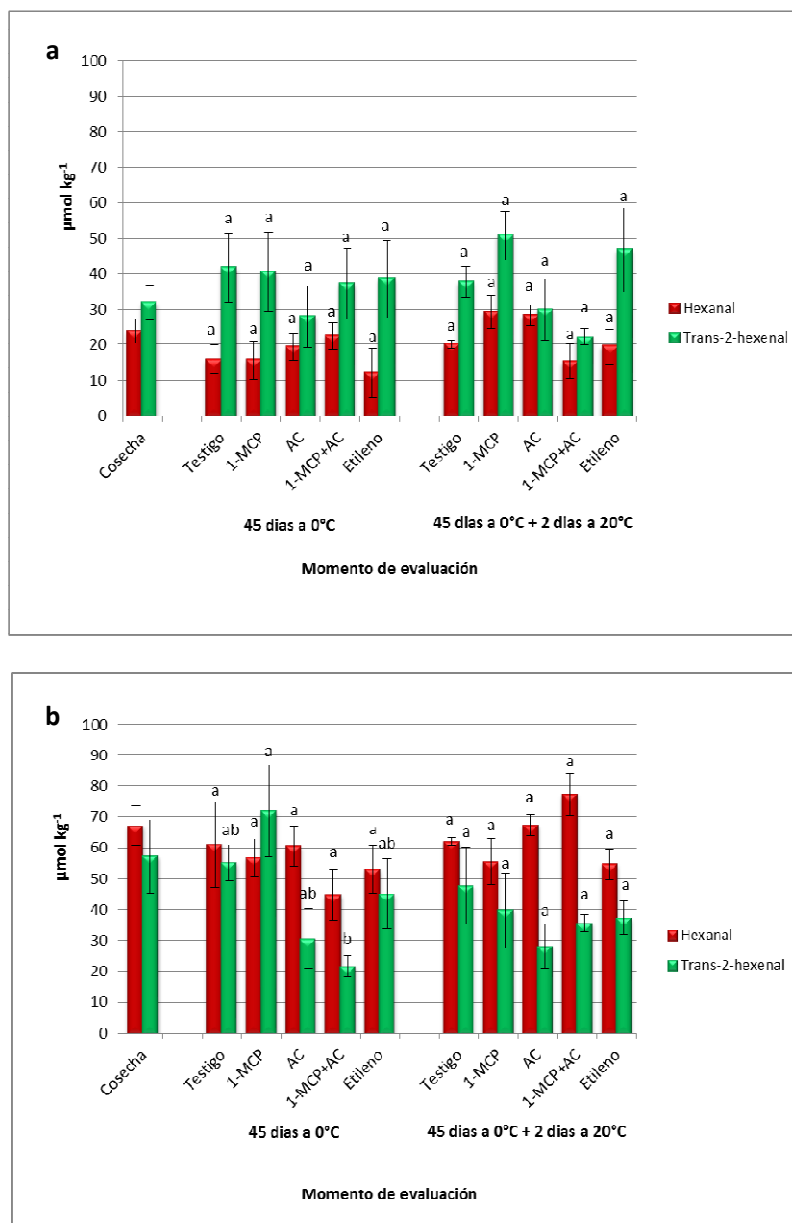


Figura 18. Compuestos volátiles aromáticos: Aldehídos (hexanal y trans-2-hexenal) en bayas de Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C. Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, en cada momento de evaluación.

### Volátiles fermentativos

En Moscatel de Alejandría tras salida de frío se observó un aumento importante en las concentraciones de acetaldehído (9.953,3- 10.170,3  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ) y etanol (24.262,9-26.606,1  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ) en los tratamientos con AC y 1-MCP+AC, respecto al testigo (813,17  $\mu\text{mol kg}^{-1}$  de acetaldehído y 3.268,6  $\mu\text{mol kg}^{-1}$  de etanol) (Figura 19a). Ke *et al.* (1993;1994) señalan que la síntesis de estos compuestos es estimulada bajo condiciones de anoxia, propias de atmosfera controlada con baja concentración de  $\text{O}_2$  y alta de  $\text{CO}_2$ , ya que en dichas condiciones se estimularía la actividad de las enzimas PDC (piruvato decarboxilasa) y ADH encargadas respectivamente de su síntesis. Dicho efecto se mantuvo aún después de vida de anaquel, donde el testigo presentó una concentración de 2.522 y 6.078  $\mu\text{mol kg}^{-1}$  de acetaldehído y etanol respectivamente, mientras que los tratamientos con AC y 1-MCP+AC presentaron valores cercanos a los 11.600  $\mu\text{mol kg}^{-1}$  de acetaldehído y 35.000  $\mu\text{mol kg}^{-1}$  de etanol (Deng *et al.*, 2006; Botondi *et al.*, 2012).

Un comportamiento similar se obtuvo en Crimson Seedless (Figura 19b), donde los tratamientos con AC y 1-MCP+AC mostraron concentraciones de acetaldehído (13.225-13.764  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ) y etanol (54.769-59.012  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ) significativamente mayores que el testigo (753  $\mu\text{mol kg}^{-1}$  de acetaldehído y 3.386  $\mu\text{mol kg}^{-1}$  de etanol). Similar a lo observado tras vida de anaquel, donde si bien se mantuvo dicha tendencia, solo el tratamiento con 1-MCP+AC presento significativamente más acetaldehído (20.107,5  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ) y etanol (76.722,0  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ) que los demás tratamientos (<10.000 y <41.000  $\mu\text{mol kg}^{-1}$  de acetaldehído y etanol respectivamente). En la fruta tratada con AC se mantuvo la concentración de acetaldehído, respecto a salida de frío, pero disminuyó la concentración de etanol (40.259,5  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ), posiblemente debido a la volatilización del mismo y a la transformación de este alcohol nuevamente en aldehído por acción de la enzima ADH que revertiría su actividad en sentido alcohol-aldehído en presencia de oxígeno (Botondi *et al.*, 2012; Deng *et al.*, 2006).

No se observó presencia de etil acetato en ninguna de las variedades a salida de frío o tras vida de anaquel, consecuencia probablemente de la inhibición de la síntesis de etileno por parte AC y 1-MCP+AC que evitaría la conversión de etanol a etil acetato por parte de la enzima etileno dependiente AAT (Defilippi *et al.*, 2004; 2005a; 2005b).

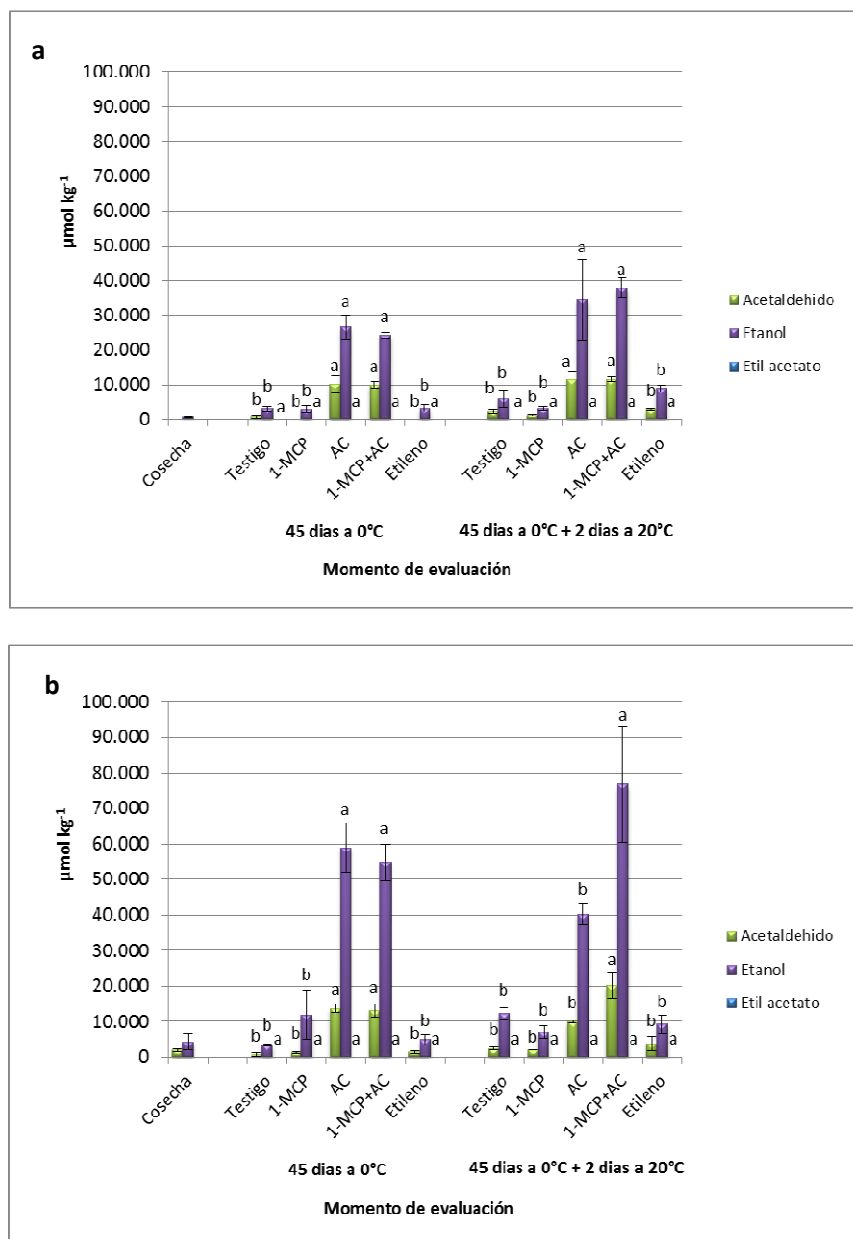


Figura 19. Volátiles fermentativos (acetaldehído, etanol y etil acetato) en bayas de uvas Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b), al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C. Líneas verticales muestran media  $\pm$  error estándar, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, en cada momento de evaluación.

### Fenoles totales

La concentración de fenoles totales (Cuadro 4) no mostró diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna de las variedades estudiadas, en ninguno de los momentos de evaluación.

En Moscatel de Alejandría se observó una alta dispersión de los datos, generada por la alta heterogeneidad en la madurez de las bayas entre e intra racimos y la poca especificidad del método que reúne gran cantidad de compuestos en una medición. Sin embargo, se pudo observar que a salida de frío todos los tratamientos, en especial con AC y 1-MCP, redujeron la concentración de fenoles totales (0,9-2,3 mg de ácido gálico g<sup>-1</sup>), respecto a cosecha (4,48 mg de ácido gálico g<sup>-1</sup>). Similar a lo obtenido por Khorshidi *et al.* (2011) en cereza (*Prunus avium* y *Prunus cerasus*), donde señalan la disminución (cultivar dependiente) de dichos compuestos, tras almacenaje prolongado a bajas temperaturas. Por otro lado, Sanchez-Ballesta *et al.* (2007) indican que el almacenamiento de uva en atmosferas controlada con altos niveles de CO<sub>2</sub> inhibiría la expresión de los genes que codifican las enzimas de la ruta de los fenilpropanoides, encargadas de producir los compuestos fenólicos, lo que explicaría la evidente menor concentración de estos compuestos con el tratamiento con AC. Mientras que autores como DeSantis *et al.* (2007) y McLean *et al.* (2006) señalan un comportamiento similar al inhibir la acción del etileno con 1-MCP, lo que explicaría la disminución de los fenoles totales con dicho tratamiento. Tras vida de anaquel a 20°C en el tratamiento con AC la concentración de fenoles totales tendió a aumentar (4,91 mg de ácido gálico g<sup>-1</sup>), llegando a niveles similares a los del tratamiento testigo (5,08 mg de ácido gálico g<sup>-1</sup>), posiblemente debido a la pérdida de efecto de la AC al colocar nuevamente la fruta en atmosfera convencional. Mientras que con 1-MCP+AC y etileno se observó una fuerte disminución respecto a los demás tratamientos (1,08-1,42 mg de ácido gálico g<sup>-1</sup>), probablemente debido a que la reducción de la tasa de producción de etileno durante salida de frío, habría repercutido directamente en la menor capacidad de dicha fruta para sintetizar estos compuestos aun después de dos días a 20°C.

Cuadro 4. Concentración de fenoles totales en bayas de Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, al momento de cosecha, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más dos días a 20°C.

	Moscatel de Alejandría	Crimson Seedless
	mg de ácido gálico g <sup>-1</sup>	
Cosecha	4,48	1,75
Tratamientos	45 días a 0°C	
Testigo	3,44 a	1,67 a
1-MCP	2,36 a	1,75 a
AC	0,99 a	1,65 a
1-MCP+AC	3,25 a	1,79 a
Etileno	2,87 a	1,77 a
	45 días a 0°C + 2 días a 20°C	
Testigo	5,08 a	1,75 a
1-MCP	3,55 a	1,61 a
AC	4,91 a	1,72 a
1-MCP+AC	1,08 a	1,66 a
Etileno	1,42 a	1,78 a

Valores representan media, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, en cada momento de evaluación

### 3. Evaluación sensorial

En Moscatel de Alejandría el panel de evaluación sensorial no determinó diferencias de textura respecto al testigo (con calificación de 6,11) (Cuadro 5). Sin embargo los tratamientos con 1-MCP y 1-MCP+AC, con calificaciones de 6,6 y 7,2 respectivamente, presentaron mejoría en este atributo respecto al tratamiento con etileno (con calificación de 4,6), posiblemente relacionado a que este último presentó mayor firmeza (Figura 15a). Sin embargo, es importante destacar que los jueces del panel sensorial evalúan textura, que comprende además de la firmeza factores como jugosidad, astringencia, viscosidad, elasticidad, masticabilidad, entre otras (Kader, 2000; Abbott y Harker, 2004), que podrían haber influido sobre la apreciación de dicho atributo.

En cuanto a dulzor se determinó que la fruta tratada con etileno (con calificación de 3,7) fue estadísticamente menos dulce que la fruta testigo, con calificación de 7,3. Sin embargo instrumentalmente no se pudo establecer diferencias en cuanto a la concentración de sacarosa, fructosa o glucosa en la muestra, lo que permite inferir la interferencia de otros compuestos o la textura en la apreciación de este atributo (Kader, 2000). Tieman *et al.* (2012) señalan la interferencia negativa o positiva de ciertos compuestos volátiles aromáticos como el geranial, vía zona retranasal, en la percepción del dulzor en los



alimentos. Por otro lado, el tratamiento con 1-MCP+AC obtuvo la segunda menor calificación en cuanto a dulzor (5,3), sin diferencias significativas respecto a etileno y al testigo, atribuible a la menor concentración de fructosa ( $4,76 \mu\text{g g}^{-1}$ ) presentada por de dicha fruta, respecto a los demás tratamientos ( $5,6-8,0 \mu\text{g g}^{-1}$ ) (Figura 16a). No se determinó diferencias significativas en cuanto a aroma, acidez y astringencia.

Por ultimo en cuanto al sabor general, el panel evaluó con menor calificación a la fruta proveniente de los tratamientos con 1-MCP+AC y etileno similar a lo observado en el caso del parámetro dulzor, demostrando la importancia de este atributo en la percepción final de sabor.

Cuadro 5. Resultados panel de evaluación sensorial en uvas cultivar Moscatel de Alejandría, tras 45 días de almacenaje a  $0^{\circ}\text{C}$ .

Tratamiento	Atributo					
	Textura	Aroma	Dulzor	Acidez	Astringencia	Sabor Gral.
Testigo	6,1 ab	5,7 a	7,3 ab	5,1 a	5,1 a	7,4 ab
1-MCP	6,6 a	5,2 a	8,0 a	5,0 a	5,3 a	7,7 a
AC	6,0 ab	6,0 a	7,7 a	6,2 a	5,1 a	7,7 a
1-MCP+AC	7,2 a	5,0 a	5,3 bc	6,3 a	5,7 a	5,6 bc
Etileno	4,6 b	4,4 a	3,7 c	7,5 a	5,5 a	4,0 c

Valores indican media, n=12. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos.

En Crimson Seedless (Cuadro 6) a diferencias del caso de Moscatel de Alejandría no se determinó diferencias significativas en ninguno de los atributos evaluados, pese a las leves diferencias obtenidas instrumentalmente en cuanto a contenido de ácidos, azúcares y volátiles, ya que éstas estarían por debajo del nivel de percepción por parte de los jueces o interactuando con otros compuestos o sensaciones asociadas a la degustación, que evitarían su percepción (Tieman *et al.*, 2012; Kader, 2000).

Cuadro 6. Resultados panel de evaluación sensorial en uvas cultivar Crimson Seedless, tras 45 días de almacenaje a 0°C.

Tratamiento	Atributo					
	Textura	Aroma	Dulzor	Acidez	Astringencia	Sabor Gral.
Testigo	9,9 a	5,6 a	9,0 a	6,1 a	5,9 a	9,1 a
1-MCP	8,6 a	6,1 a	7,5 a	5,3 a	6,4 a	8,5 a
AC	7,2 a	6,8 a	8,8 a	6,1 a	5,9 a	9,0 a
1-MCP+AC	9,0 a	6,6 a	7,4 a	6,9 a	5,7 a	7,3 a
Etileno	9,6 a	5,5 a	6,5 a	7,1 a	5,2 a	8,7 a

Valores indican media, n=12. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos.

#### 4. Otros atributos de calidad

##### Deshidratación, desgrane y pudrición en racimo

Tras 45 días de almacenaje a 0°C, en Moscatel de Alejandría (Cuadro 7) el tratamiento con AC presentó el menor porcentaje de pudrición (0%), atribuible al efecto inhibitor de la germinación de *Botrytis cinerea*, principal hongo que afecta la vida de postcosecha de la uva, por parte de la alta concentración de CO<sub>2</sub> presente en éste tratamiento (Crisosto *et al.*, 2002; Retamales *et al.*, 2003), mientras que el tratamiento con 1-MCP mostró el efecto contrario (0,99%), posiblemente debido a la menor firmeza presentada por la fruta tratada con éste compuesto (Figura 15a) (Illic *et al.*, 2011). Sin embargo, ninguno de ellos fue estadísticamente significativo respecto al testigo. Luego de vida de anaquel se mantuvo dicha tendencia, pero no se observó diferencias significativas entre los tratamientos.

Por otro lado, tras salida de frío no se observó diferencias significativas en cuanto a porcentaje de deshidratación (0-2%) entre los tratamientos, mientras que tras vida de anaquel el tratamiento con AC presentó menor deshidratación acumulada (0,6 %) que los tratamientos con 1-MCP (2,7 %) y 1-MCP+AC (2,42%) (Li y Kader, 1989; Basiouny, 1998; Illic *et al.*, 2011), aunque sin diferencias significativas, respecto al testigo (2,13%).

El porcentaje de desgrane no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ni a salida de frío (0-0,6%), ni tras vida de anaquel (0,41-0,96%).

Cuadro 7. Porcentaje de deshidratación, desgrane y pudrición en racimos de Moscatel de Alejandría, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C.

Tratamientos	Deshidratación (%)	Desgrane (%)	Pudrición (%)
	45 días a 0°C		
Testigo	1,17 a	0,60 a	0,64 ab
1-MCP	2,28 a	0,21 a	0,99 a
AC	0,02 a	0,11 a	0,00 b
1-MCP+AC	1,71 a	0,00 a	0,47 ab
Etileno	1,40 a	0,25 a	0,36 ab
	45 días a 0°C + 2 días a 20°C		
Testigo	2,13 ab	0,59 a	0,52 a
1-MCP	2,70 a	0,96 a	0,83 a
AC	0,60 b	0,85 a	0,49 a
1-MCP+AC	2,42 a	0,41 a	0,60 a
Etileno	1,64 ab	0,42 a	2,17 a

Valores indican media, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, en cada momento de evaluación.

En Crimson Seedless no se observaron diferencias significativas en cuanto a porcentaje de deshidratación ni a salida de frío (0-1,7%), ni tras vida de anaquel (0-3%) (Cuadro 8). Así como tampoco en cuanto a porcentaje de pudrición (0-0,7% a salida de frío y 0-0,9% tras vida de anaquel) o de desgrane (2,4-3,3% a salida de frío y 4,4-7,7% tras vida de anaquel), lo que podría estar asociado a la alta firmeza y turgor presentada por esta variedad al momento de cosecha, respecto a Moscatel de Alejandría.

Cuadro 8. Porcentaje de deshidratación, desgrane y pudrición en racimos de Crimson Seedless, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C.

Tratamientos	Deshidratación (%)	Desgrane (%)	Pudrición (%)
	45 días a 0°C		
Testigo	1,00 a	2,45 a	0,16 a
1-MCP	0,24 a	3,17 a	0,17 a
AC	1,78 a	2,79 a	0,02 a
1-MCP+AC	0,01 a	4,43 a	0,30 a
Etileno	0,16 a	3,28 a	0,69 a
	45 días a 0°C + 2 días a 20°C		
Testigo	2,41 a	6,93 a	0,09 a
1-MCP	1,24 a	6,32 a	0,90 a
AC	3,52 a	6,36 a	0,17 a
1-MCP+AC	0,02 a	7,77 a	0,22 a
Etileno	0,69 a	4,39 a	0,08 a

Valores indican media, n=4. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, en cada momento de evaluación.

### Deshidratación y pardeamiento de raquis

En Moscatel de Alejandría, tras 45 días a 0°C, el tratamiento con AC mostró menor deshidratación de raquis (1,38) (Cuadro 9) que los tratamientos testigo (2,25), 1-MCP (2,25) y etileno (1,94), similar a lo observado tras vida de anaquel (AC: 1,94; 1-MCP: 2,75 y etileno: 2,44), lo que coincide con lo obtenido por Basiouny (1998) y Artes-Hernández *et al.* (2004), que señalan la disminución de la deshidratación al almacenar la uva en AC.

Respecto al color de raquis a salida de frío todos los tratamientos mostraron mejor color (1,7-2,1) que el tratamiento testigo (2,6), posiblemente debido a la tendencia de dichos tratamientos a reducir la tasa de producción de etileno, lo que pudo haber repercutido directamente en la inhibición de enzimas como la polifenol oxidasa y pirogalol peroxidasa, y con ello en la reducción del pardeamiento ocasionado por éstas al oxidar los compuestos fenólicos presentes en el raquis (Modares *et al.*, 2010; Massolo *et al.*, 2011). Sin embargo estas diferencias no logran mantenerse después de vida de anaquel a 20°C.

En Crimson Seedless se obtuvo diferencias significativas en deshidratación de raquis a salida de frío, donde los tratamientos con 1-MCP (1,0), AC (1,1) y 1-MCP+AC (1,1) mostraron menor deshidratación que el tratamiento testigo (1,9), similar a lo obtenido por Basiouny (1998) e Illic *et al.* (2011), no manteniéndose el efecto tras vida de anaquel. El color del raquis no presentó diferencias importantes entre los tratamientos, posiblemente asociado al excelente estado de éste al momento de cosecha.

Cuadro 9. Determinación visual de deshidratación y color de raquis en Moscatel de Alejandría y Crimson Seedless, tras 45 días de almacenaje a 0°C y 45 días a 0°C más 2 días a 20°C.

Tratamientos	Moscatel de Alejandría		Crimson Seedless	
	Deshidratación <sup>1</sup>	Color <sup>2</sup>	Deshidratación <sup>1</sup>	Color <sup>2</sup>
	45 días a 0°C			
Testigo	2,25 a	2,63 a	1,88 a	1,56 a
1-MCP	2,25 a	2,13 b	1,00 b	1,00 a
AC	1,38 c	1,94 b	1,13 b	1,31 a
1-MCP+AC	1,69 bc	1,69 b	1,13 b	1,25 a
Etileno	1,94 ab	2,13 b	1,63 ab	1,13 a
	45 días a 0°C + 2 días a 20°C			
Testigo	2,25 bc	2,34 a	2,25 a	2,25 a
1-MCP	2,75 a	2,50 a	2,06 a	1,94 a
AC	1,94 c	2,13 a	2,06 a	2,19 a
1-MCP+AC	2,19 bc	2,19 a	2,13 a	2,00 a
Etileno	2,44 ab	2,50 a	1,94 a	1,94 a

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamiento, en cada momento de evaluación.

1 / Escala visual deshidratación raquis 1: Turgente, 2: semi turgente, 3: seco

2 / Escala visual color de raquis: 1: Verde, 2: semi pardo, 3: pardo

## CONCLUSIONES

La inhibición de la síntesis y acción de etileno, mediante el uso de atmósfera controlada y 1-MCP, respectivamente, disminuye la tasa de producción de etileno sólo al ser aplicados de forma conjunta, sin afectar la tasa respiratoria. Mientras que la aplicación exógena de etileno si bien no interfiere sobre su propia síntesis, puede generar un aumento en la tasa respiratoria dependiendo de la variedad.

Los parámetros de sabor utilizados como índices de cosecha en uva, como acidez titulable y concentración de sólidos solubles no son afectados, salvo por 1-MCP que disminuye la acidez titulable en Crimson Seedless.

El uso de AC, ya sea por si sola o en unión a 1-MCP, interfiere en el metabolismo del sabor al modificar la concentración de los ácidos orgánicos y azúcares e inducir la generación de volátiles fermentativos. Sin embargo dicho efecto es variedad dependiente.

La aplicación exógena de etileno puede afectar negativamente la percepción de textura y dulzor en uva de mesa, dependiendo de la variedad. Mientras que la inhibición de su síntesis y/o acción no provoca cambios sustanciales en la percepción de los componentes del sabor ni en su aceptabilidad tras almacenaje prolongado.

## LITERATURA CITADA

Abbot, J and F.R. Harker. 2004. Texture. In: Gros, K., C. Wang and M. Saltveit (Ed.). The Commercial Storage of Fruits, Vegetable, and Florist and Nursery Stocks. Agricultural Handbook number 66. U.S. Department of Agriculture. [En línea]. United States. Recuperado en: <<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/021texture.pdf>>. Consultado el: 18 de Diciembre del 2012.

Agroclima. 2012. Temperaturas máximas y mínimas. [En línea]. Chile. Recuperado en: <<http://www.agroclima.cl/InformesAgroclima/TemperaturaYOcilacion.aspx?IdEst=94>>. Consultado el: 10 de Febrero del 2013.

Alexander, L. and D. Grierson. 2002. Ethylene biosynthesis and action in tomato: a model for climacteric fruit ripening. *Journal of Experimental Botany* 53(377): 2039-2055.

Artés-Hernández, F., E. Aguayo and F. Artés. 2004. Alternative atmosphere treatments for keeping quality of “Autumn Seedless” table grapes during long-term cold storage. *Postharvest Biology and Technology* 31: 59-67.

Argenta, L., X. Fan and J. Mattheis. 2003. Influence of 1-methylcyclopropene on ripening, storage life and volatile production by d’Anjou cv. Pear fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 3858-3864.

Bower, J., W. Biasi and E. Mitcham. 2003. Effects of ethylene and 1-MCP on the quality and storage life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology* 28: 417-423.

Bravo, J. 2010. Mercado de la uva de mesa. ODEPA. Ministerio de agricultura. [En línea]. Chile. Recuperado en: <<http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2405.pdf>>. Consultado el: 19 de Mayo del 2011.

Bravo, J. 2013. Uva de mesa: se ratifica el liderazgo exportador mundial de Chile. ODEPA. Ministerio de agricultura. [En línea]. Chile. Recuperado en: <<http://www.odepa.gov.cl/odepaweb/publicaciones/doc/11258.pdf;jsessionid=33FE296E06B9F86A640290B96B46A7E0>>. Consultado el: 20 de Julio del 2013.

BANCO CENTRAL DE CHILE. 2013. Tipos de cambio. Base de datos estadísticos. [En línea]. Recuperado en: <[http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/common/GraphNewBasketSelected.aspx?origen=cuadro&nombre\\_cuadro=Tipos%20de%20cambio%20\(pesos%20por%20d%C3%B3lar\)&graph\\_CanastaPlus=10&codCuadro=DOLAR\\_OBS\\_ADO](http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/common/GraphNewBasketSelected.aspx?origen=cuadro&nombre_cuadro=Tipos%20de%20cambio%20(pesos%20por%20d%C3%B3lar)&graph_CanastaPlus=10&codCuadro=DOLAR_OBS_ADO)>. Consultado el: 05 de Julio del 2013.

Basiouny, F. 1998. Quality of muscadine grapes as influenced by elevated CO<sub>2</sub> and reduced O<sub>2</sub> atmosphere. *Acta Horticulturae* 464: 375-379.

- Bellincontro, A., A. Fardelli, D. De Santis, R. Botondi and F. Mencarelli. 2006. Postharvest ethylene and 1-MCP treatments both affect phenols, anthocyanins, and aromatic quality of Aleatico grapes and wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 12:141-149.
- Borsani, J., C. Budde, L. Porrini, M. Lauxmann, V. Lombardo, R. Murray, C. Andreo, M. Drincovich and M. Lara. 2009. Carbon metabolism of peach fruit after harvest: changes in enzymes involved in organic acid and sugar level modifications. *Journal of Experimental Botany* 60(6): 1823-1837.
- Botondi, R., V. Russo and F. Mencarelli. 2012. Anaerobic metabolism during short and long term storage of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 64: 83-90.
- Bower, J.H., W.V. Biasi and E.J. Mitcham. 2003. Effect of ethylene and 1-MCP on the quality and storage life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology* 28: 417-423.
- Bureau, S., A. Razungles and R. Baumes. 2000. The aroma of Muscat of Frontignan grapes: effect of the light environment of vine or bunch on volatiles and glycoconjugates. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 2012-2020.
- Callejas, R., M. Brayonic, C. Peppi and E. Kania. 2011. Categorías de firmeza de bayas en diferentes variedades de uva de mesa (*Vitis vinífera* L.). *Revista Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Cuyo* 43(1): 127-141.
- Castro, A. 2005. Efecto del momento de cosecha de uva cv. Merlot sobre la composición química y sensorial de los vinos en el valle del Maipo. Memoria de título Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 108 p.
- Chervin, C., A. El-Kereamy, J. Roustan, A. Latche, J. Lamon and M. Bouzayen. 2004. Ethylene seems required for the berry development and ripening in grape, a non-climacteric fruit. *Plant Science* 167: 1301-1305.
- Chervin, C., N. Terrier, A. Ageorges, F. Ribes and T. Kuapunyakoon. 2005. Influence of ethylene on sucrose accumulation in grape berry. *American Journal of Enology and Viticulture* 57(4): 511-513.
- Chervin, C., N. Terrier, A. Ageorges, F. Ribes and T. Kuapunyakoon. 2006. Influence of ethylene on sucrose accumulation in grape berry. *American Journal of Enology and Viticulture* 57(4): 511-513.
- Coombe, B and C. Hale. 1973. The hormone content of ripening grape berries and the effects of growth substance treatments. *Plant Physiology* 51: 629-634.
- Coombe, B. and M. McCarthy. 2000. Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6: 131-135.



- Crisosto, C. and J. Smilanik. 2004. Grape. In: Gros, K., C. Wang and M. Saltveit (Ed.). The Commercial Storage of Fruits, Vegetable, and Florist and Nursery Stocks. Agricultural Handbook number 66. U.S. Department of Agriculture. [En línea]. United States. Recuperado en: <<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/013ca.pdf>>. Consultado el: 18 de Diciembre del 2012.
- Crisosto, C., D. Garner and G. Crisosto. 2002. High carbon dioxide atmospheres affect stored "Thompson Seedless" table grapes. *HortScience* 37(7): 1074-1078.
- Defilippi, B., A. Dandekar and A. Kader. 2004. Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavor metabolites in apple (*Malus domestica* Borkh) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 5694-5701.
- Defilippi, B., A. Kader and A. Dandekar. 2005a. Apple aroma: alcohol acyltransferase, a rate limiting step for ester biosynthesis, is regulated by ethylene. *Plant Science* 168: 1199-1210.
- Defilippi, B., A. Dandekar and A. Kader. 2005b. Relationship of ethylene biosynthesis to volatile production, related enzymes, and precursor availability in apple peel and flesh tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 3133-3141.
- Deng, Y., Y. Wu and Y. Li. 2006. Physiological responses and quality attributes of "Kyoho" grapes to controlled atmosphere storage. *LWT* 39: 584-590.
- Deng, Y., Y. Wu and Y. Li. 2007a. Effects of high CO<sub>2</sub> and low O<sub>2</sub> atmospheres on the berry drop of "Kyoho" grapes. *Food Chemistry* 100: 768-773.
- Deng, Y., Y. Wu, Y. Li, M. Yang, C. Shi and C. Zheng. 2007b. Studies of postharvest berry abscission of "Kyoho" table grapes during cold storage and high oxygen atmospheres. *Postharvest Biology and Technology* 43: 95-101.
- De Wild, H., E. Otma and H. Peppelenbos. 2003. Carbon dioxide action on ethylene biosynthesis of preclimacteric and climacteric pear fruit. *Journal of Experimental Botany* 387(54): 1537-1544.
- De Santis, D., A. Bellincontro, M. Pasquini and M. Servili. 2007. Influence of ethylene and 1-methylcyclopropene postharvest treatment on aromatic quality of Aleatico grapes. *Acta Horticulturae* 754: 457-462.
- Diakou, P., A. Moing, L. Svanella, N. Ollat, D. Rolin, M. Gaudillere and J. Gaudillere. 1997. Biochemical comparison of two grape varieties differing in juice acidity. *Australian Journals of Grape and Wine Research* 3 (3): 1-10.

Di Rienzo, J., F. Casanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada y C. Robledo. 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Cordova. [En línea]. Argentina. Recuperado en: <<http://www.infostat.com.ar>>. Consultado el: 24 de Marzo del 2011.

El-Kereamy, A., C. Chervin, J. Roustan, V. Cheynier, J. Souquet, M. Moutounet, J. Raynal, C. Ford, A. Latché, J. Pech and M. Bouzayen. 2003. Exogenous ethylene stimulates the long-term expression of genes related to anthocyanin biosynthesis in grape berries. *Physiologia Plantarum* 119: 175-182.

FAO. 2013a. Top export-grape 2010. Food and Agricultura Organization of the United Nations. [En línea]. EE.UU. Recuperado en: <<http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>>. Consultado el: 07 de Julio del 2013.

FAO. 2013b. Top production grapes 2011. Food and Agricultura Organization of the United Nations. [En línea]. EE.UU. Recuperado en: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Consultado el: 15 de Junio del 2013.

Fenoll, J., A. Manso, P. Hellin, L. Ruiz and P. Flores. 2009. Changes in the aromatic composition of the *Vitis vinifera* grape Muscat Hamburg during ripening. *Food Chemistry* 114: 420-428.

Fournand, D., A. Vicens, L. Sidhoum and J. Souquet. 2006. Accumulation and extractability of grape skin tannins and anthocyanins at different advanced physiological stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 7331-7338.

Gong, Y., X. Fan and J. Mattheis. 2002. Reponses of “Bing” and “Rainier” sweet cherries to ethylene and 1-methylcyclopropene. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 127(5): 831-835.

Gorny, J and A. Kader. 1996. Regulation of ethylene biosynthesis in climacteric apple fruit by elevated CO<sub>2</sub> and reduced O<sub>2</sub> atmospheres. *Postharvest Biology and Technology* 9: 311-323.

Gorny, J and A. Kader. 1997. Low oxygen and elevated carbon dioxide atmospheres inhibit ethylene biosynthesis in preclimacteric and climacteric apple fruit. *Journal of the American Society Horticultural Science* 122(4): 542-546.

Hardenburg, R., A. Watada y C. Wang. 1986 (Ed). *The Commercial Storage of Fruits, Vegetable, and Florist and Nursery Stocks*. Agricultural Handbook number 66. U.S. Department of Agriculture. United States. 130 p.

Hardy, P. 1968. Metabolism of sugars and organic acids in immature grape berries. *Plant Physiology* 43: 224-228.

- Harris, J., P. Kriedemann and J. Possingham. 1968. Anatomical aspect of grape berry development. *Vitis* 7: 106-119.
- Heintz, C. and A. Kader. 1983. Procedures for the sensory evaluation of horticultural crops. *HortScience* 18 (1):18-22. [En línea]. EE.UU. Recuperado en: <<http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-852.pdf>>. Consultado el: 20 de Agosto del 2011.
- Illic, Z, R. Trajkovic, Y. Perzelan, S. Alkalai and E. Fallik. 2011. Influence of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on postharvest storage quality in green bell pepper fruit. *Food and Bioprocess Technology* 5(7): 2758-2767.
- Kader, A. 2000. Quality of horticultural products. *Acta Horticulturae* 517: 17-18.
- Kader, A. (Ed). 2002a. Postharvest biology and technology: An overview. (cap. 4, pp. 39-48). En su: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 3<sup>rd</sup> edition. Agriculture and Natural Resources. Publication 3311. University of California. EE.UU. 535 p.
- Kader, A. (Ed). 2002b. Standardization and inspection of fresh fruits and vegetables. (cap. 23, pp. 287-300). En su: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 3<sup>rd</sup> edition. Agriculture and Natural Resources. Publication 3311. University of California. EE.UU. 535 p.
- Kader, A. 2003. A perspective on postharvest horticulture (1978–2003). *HortScience* 38 (5):1004–1008.
- Kader, A. 2008. Perspective flavor of quality of fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 1863-1868.
- Kalua, C. and P. Boss. 2009. Evolution of volatile compounds during the development of Cabernet Sauvignon grapes (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57: 3818-3830.
- Kalua, C. and P. Boss. 2010. Comparison of major volatile compounds from Riesling and Cabernet Sauvignon grapes (*Vitis vinifera* L.) from fruitset to harvest. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 16: 337-348.
- Katz, E., P. Martinez and J. Riov. 2004. Molecular and physiological evidence suggests the existence of a system II-like pathway of ethylene production in non-climacteric *Citrus* fruit. *Planta* 219: 243-252.
- Ke, D., L. Goldstein, M. O'Mahony and A. Kader. 1991. Effect of short-term exposure to low O<sub>2</sub> and high CO<sub>2</sub> atmospheres on quality attributes of strawberries. *Journal of Food Science* 56(1): 50-54.

- Ke, D., M. Mateos and A. Kader. 1993. Regulation of fermentative metabolism in fruit and vegetables by controlled atmospheres. Sixth International Controlled Atmosphere Research Conference, NRAES-71. Cornell University. Ithaca. NY pp. 63-77.
- Ke, D., L. Zhou and A. Kader. 1994. Mode of oxygen and carbon dioxide action on strawberry ester biosynthesis. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 119(5): 971-975.
- Kennedy, J., Y. Hatasaka, S. Vidal, E. Waters and G. Jones. 2001. Composition of grape skin proanthocyanidins at different stages of berry development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49(11): 5348-5355.
- Kimmerer, T. 1987. Alcohol dehydrogenase and pyruvate decarboxylase activity in leaves and roots of eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.) and Soybean (*Glycine max* L.). *Plant Physiology* 84: 1210-1213.
- Khorshidi, S., G. Davarynejad, A. Tehranifar and E. Fallahi. 2011. Effect of modified atmosphere packaing on chemical composition, antioxidant activity, anthocyanin, and total phenolic content of cherry fruits. *Hort. Environ. Biotechnol.* 52(5): 471-481.
- Lelièvre, J., A. Latché, B. Jones, M. Bouzayen and J. Pech. 1997. Ethylene and fruit ripening. *Physiologia Plantarum* 101: 727-739.
- Li, C and A. Kader. 1989. Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 114(4): 629-634.
- MacLean, D., D. Murr, J. Deell and C. Horvath. 2006. Postharvest variation in apple (*Malus x domestica* Borkh.) flavonoids following harvest, storage, and 1-MCP treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 870-878.
- Mckenzie, M., L. Greer, J. Heyes and P. Hurst. 2004. Sugar metabolism and compartmentation in asparagus and broccoli during atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology* 32: 45-56.
- Massolo, J., A. Concellón, A. Chaves and A. Vicente. 2011. 1-methylcyclopropene (1-MCP) delays senescence, maintains quality and reduces browning of non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 59: 10-15.
- Modares, B., A. Ramin and C. Ghobadi. 2010. 1-methylcyclopropene treatment enhanced strawberry fruit quality during storage. *Acta Horticulturae* 876: 255-258.
- Moya-León, M., M. Vergara, C. Bravo, M. Montes and C. Moggia. 2006. 1-MCP treatment preserves aroma quality of “Packham`s Triumph” pears during long-term storage. *Postharvest Biology and Technology* 42: 185-197.

Muñoz-Robredo, P., P. Robledo, D. Manríquez, R. Molina and B. Defilippi. 2011. Characterization of sugar and organic acids in commercial varieties of table grapes. *Chilean Journal of Agricultural Research* 71(3): 452-458.

Muñoz\_Robredo, P., O. Gudenschwager, C. Chervin, R. Campos-Vargas, M. González-Agüero and B. Defilippi. 2013. Study on differential expression of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase genes in table grape cv. Thompson Seedless. *Postharvest Biology and Technology* 76: 163-169.

ODEPA. 2013a. Superficie plantada y producción estimada de frutales en Chile. Ministerio de agricultura. [En línea]. Chile. Recuperado en: <<http://www.odepa.cl/articulos/MostrarDetalle.action;jsessionid=35F191A198F81BF52FAC4CB59C60D38E?idcla=12&idn=1737>>. Consultado el: 07 de Julio del 2013.

ODEPA. 2013b. Exportación de uvas frescas (total) al mundo. Ministerio de agricultura. [En línea]. Chile. Recuperado en: <<http://www.odepa.cl/sice/SerieAnualResult.action;jsessionid=35F191A198F81BF52FAC4CB59C60D38E>>. Consultado el: 07 de Julio del 2013.

ODEPA. 2013c. Exportación de uvas frescas (total) a EE.UU. Ministerio de agricultura. [En línea]. Chile. Recuperado en: <<http://www.odepa.cl/sice/SerieAnualResult.action;jsessionid=35F191A198F81BF52FAC4CB59C60D38E>>. Consultado el: 07 de Julio del 2013.

Palou, L., C. Crisosto, D. Garner and L. Basinal. 2003. Effect of continuous exposure to exogenous ethylene during cold storage on postharvest decay development and quality attributes of stone fruits and table grapes. *Postharvest Biology and Technology* 27: 243-254.

Palou, L and C. Crisosto. 2003. Postharvest treatments to reduce the harmful effects of ethylene on apricot. *Acta Horticulturae* 599: 31-38.

Park, S., J. Morrison, D. Adams and A. Noble. 1991. Distribution of free and glycosidically bound monoterpenes in the skin and mesocarp of Muscat of Alexandria grapes during development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 39: 514-518.

Pelayo, C., S.E. Ebeler and A. Kader. 2003. Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5°C in air or air+ 20 kPa CO<sub>2</sub>. *Postharvest Biology and Technology* 27: 171-183.

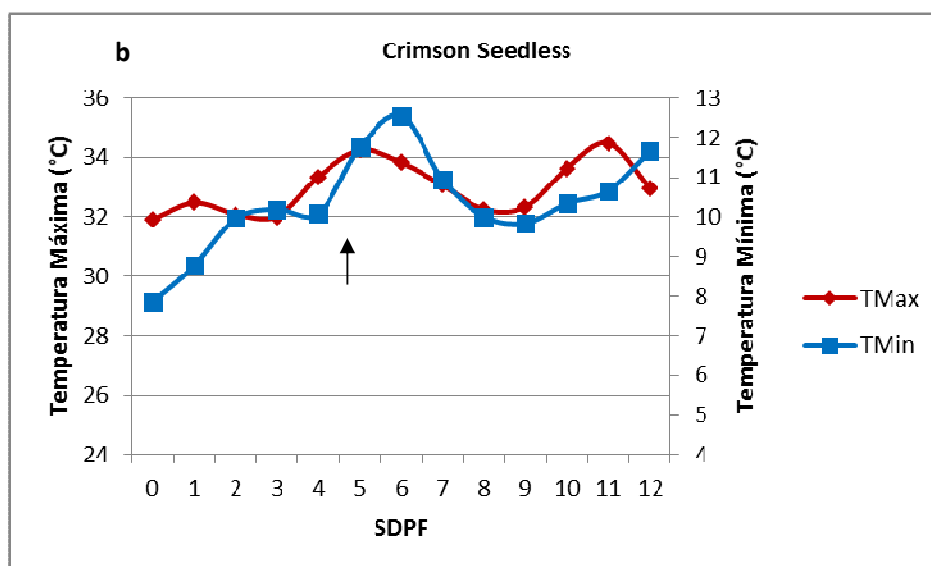
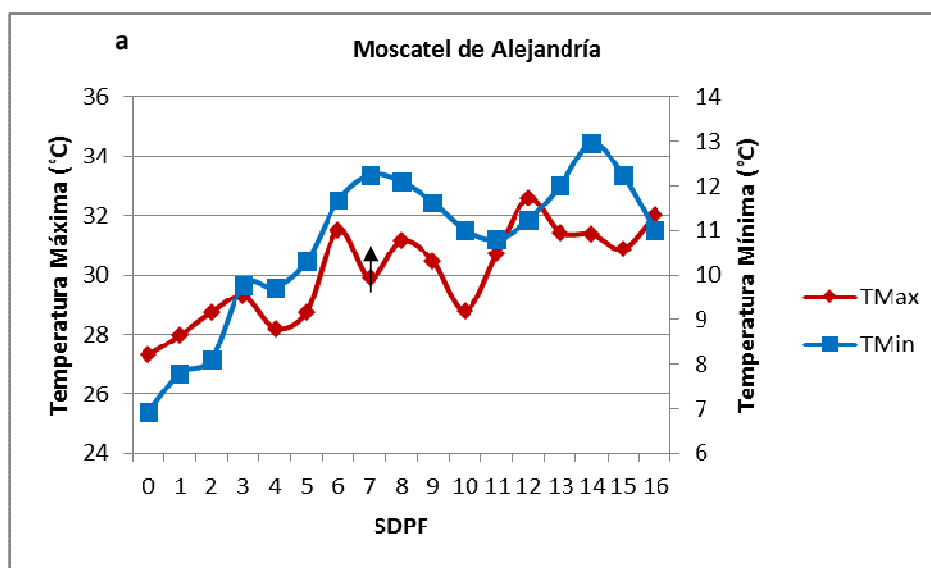
Pelayo, C., J. Ben Abda and A. Kader. 2007. Quality and chemical changes associated with flavor of "Camarosa" strawberries in response to a CO<sub>2</sub>-enriched atmosphere. *HortScience* 42(2): 299-303.

- Pérez, A., R. Olías, J. Espada, J. Olías and C. Sanz. 1997. Rapid determination of sugar, nonvolatile acids, and ascorbic acid in strawberry and other fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45: 3545-3549.
- Pérez, A and C. Sanz. 2001. Effect of high-oxygen and high-carbon-dioxide atmospheres on strawberry flavor and other quality traits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 2370-2375.
- Reid, M. 2002. Maturation and Maturity Indices. pp. 63-71. *In*: Kader A (Ed). *Technology Postharvest of Horticulture Crops*. University of California. United States. Third Edition.
- Retamales, J., B. Defilippi, M. Arias, P. Castillo and D. Manríquez. 2003. High-CO<sub>2</sub> controlled atmospheres reduce decay incidence in Thompson Seedless and Red Globe table grapes. *Postharvest Biology and Technology* 29: 177-182.
- Riov, J. and S. Yang. 1982. Autoinhibition of ethylene production in citrus peel discs: suppression of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthesis. *Plant Physiology* 69: 687-690.
- Robinson, S. and C. Davies. 2000. Molecular biology of grape berry ripening. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6: 175-188.
- Ruffner, H., S. Brem and U. Malipiero. 1983. The physiology of acid metabolism in grape berry ripening. *Acta Horticulturae* 139: 123-128.
- Sánchez-Ballesta, M.T., I. Romero, J. Jiménez, J.M. Orea, A. González-Ureña, M.I. Escribano and C. Merodio. 2007. Involvement of the phenylpropanoid pathway in the response of table grapes to low temperature and high CO<sub>2</sub> levels. *Postharvest Biology and Technology* 46: 29-35.
- Shalit, M., N. Katzir, Y. Tadmor, O. Larkov, Y. Burger, F. Shalekhet, E. Lastochkin, U. Ravid, O. Amar, M. Edelstein, Z. Karchi and E. Lewinsohn. 2001. Acetyl Co-A: alcohol acetyltransferase activity and aroma formation in ripening melon fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 794-799.
- Singh, H., Z. Singh and E. Swinny. 2008. Dynamics of anthocyanin and flavonol profiles in the “Crimson Seedless” grape berry skin during development and ripening. *Scientia Horticulturae* 117: 349-356.
- Singleton, V. and J. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16: 144-158.
- Singleton, V.L. 1966. The total phenolic content of grape berries during the maturation of several varieties. *American Journal of Enology and Viticulture* 17 (2): 126-134.

- Song, J., K. Shellie, H. Wang and M. Qian. 2012. Influence of deficit irrigation on kaolin particle film on grape composition and volatile compound in Merlot grape (*Vitis vinifera* L.). *Food Chemistry* 134: 841-850.
- Sun, L., M. Zhang, J. Ren, J. Qi, G. Zhang and P. Leng. 2010. Reciprocity between abscisic acid and ethylene at the onset of berry ripening and after harvest. *BMC Plant Biology* 10:257-268.
- Tesniere, C., M. Pradal, A. El-Kereamy, L. Torregrosa, P. Chatelet, J. Roustan and C. Chervin. 2004. Involvement of ethylene signaling in non-climacteric fruit: new elements regarding the regulation of ADH expression in grapevine. *Journal of Experimental Botany* 55(406): 2235-2240.
- Tian, M., S. Prakash, H. Elgar, H. Young, D. Burmeister and G. Ross. 2000. Responses of strawberry fruit to 1-methylcyclopropene (1-MCP) an ethylene. *Plant Growth Regulation* 32: 83-90.
- Tieman, D., P. Bliss, L. M. McIntyre, A. Blandon-Ubeta, D. Bies, A. Odabasi, G. Rodriguez, E. van der Knaap, M. Taylor, C. Goulet, M. Mageroy, D. Snyder, T. Colquhoun, H. Moskowitz, D. Clark, C. Sims, L. Bartoshuk and H. Klee. 2012. The chemical interactions underlying tomato flavor preferences. *Current Biology* 22: 1035-1039.
- Tronstad, R (Ed). 1995. *Direct Farm Marketing and Tourism Handbook*. Department of agricultural and resource economics. The University of Arizona. [En línea]. EE.UU. Recuperado en: <<http://ag.arizona.edu/arec/pubs/dmkt/dmkt.html>>. Consultado el: 29 de Mayo del 2011.
- Tromp, J. 2005. Fruit Ripening and Quality. pp. 295-310. In: Tromp, J., A. D. Webster and S. J. Wertheim (Ed). 2005. *Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production*. Backhuys Publishers. Leiden. The Netherlands. 400 p.
- Valdés, H., M. Pizarro, R. Campos-Vargas, R. Infante and B. Defilippi. 2009. Effect of ethylene inhibitors on quality attributes of apricot cv. Modesto and Patterson during storage. *Chilean Journal of Agricultural Research* 69(2): 134-144.
- Wei, J., F. Ma, S. Shi, X. Qi, X. Zhu and J. Yuan. 2010. Changes and postharvest regulation of activity and gene expression of enzymes related to cell wall degradation in ripening apple fruit. *Postharvest Biology and Technology* 56: 147-154.
- Yang, C., Y. Wang, J. Fang and S. Li. 2011. Volatile compound evolution of three table grapes with different flavor. *Food Chemistry* 128(4): 823-830.

## ANEXOS

Anexo I: Temperaturas máximas (TMax) y mínimas (TMin) promedio en Vicuña (Región de Coquimbo) (a) y Los Andes (pre cosecha) (Región de Valparaíso) (b), semanas después de plena flor en Moscatel de Alejandría (a) y Crimson Seedless (b) respectivamente (Agroclima, 2012).





## APÉNDICE

Apéndice I: Pauta no estructurada para evaluación sensorial de uva de mesa.

Nombre:.....

Uva var:..... Muestra N°.....

### Instrucciones:

- Por favor, marque con una línea vertical, la intensidad de su sensación para cada uno de los 6 parámetros a evaluar.

#### 1. Textura

|-----|  
**0 Muy mala** **Excelente 15**

#### 2. Aroma

|-----|  
**0 Sin aroma** **Muy intenso 15**

#### 3. Dulzor

|-----|  
**0 Sin dulzor** **Muy dulce 15**

#### 4. Acidez

|-----|  
**0 Sin acidez** **Muy ácido 15**

#### 5. Astringencia

|-----|  
**0 Sin astringencia** **Muy astringente 15**

#### 6. Sabor general (Aceptabilidad)

|-----|  
**0 Muy malo** **Excelente 15**

**Muchas Gracias...**