

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.

1-METILCICLOPROPENO COMO ALTERNATIVA PARA
MANTENER LA CALIDAD DEL RAQUIS DE UVA DE MESA
(*Vitis vinifera* L.)

POR

PATRICIA EDITH DURÁN ISLAS

TESIS APLICADA PARA

COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL

COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE

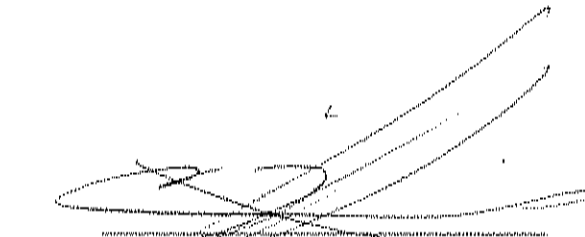
MAESTRÍA EN CIENCIAS

HERMOSILLO, SONORA

NOVIEMBRE DEL 2005

APROBACIÓN

Los miembros del comité designado para revisar la tesis de la Q. B. Patricia Edith Durán Islas, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias.



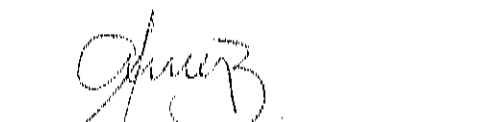
Dr. Reginaldo Báez Sañudo



Dra. María Auxiliadora Islas



Dr. Alberto González León



M. C. Jesús Manuel García Robles

DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

Se permiten y agradecen las citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé el crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita del director del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD).

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa autorización escrita del manuscrito en cuestión del director de la tesis.



Dr. Alfonso A. Gardea Béjar

Director General

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser el soporte diario en mi vida.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD), por la oportunidad de ser una de sus estudiantes del programa de maestría en ciencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo financiero otorgado durante el tiempo en que lleve a cabo mis estudios de posgrado.

Al Dr. Reginaldo Báez Sañudo, por todo el apoyo, consejos y sobre todo por la confianza y libertad que me brindó como estudiante durante este periodo. Mi reconocimiento por su calidad humana y profesional.

A los integrantes de mi comité de tesis: Dra. María Auxiliadora Islas Osuna, Dr. Alberto González León y M. C. Jesús Manuel García Robles por su apoyo y valiosas sugerencias en la realización de este trabajo.

Un agradecimiento profundo al M. C. Jesús Manuel García Robles, por su valiosa e incondicional ayuda en el trabajo de campo así como en el laboratorio, gracias por las enseñanzas y amistad otorgada durante mi estancia.

A la Q. B. Elsa Bringas Taddei y a mis compañeras de laboratorio Deysi y Graciela, por su amabilidad, ayuda y amistad durante este tiempo.

A todo el personal de la Coordinación de tecnología de Alimentos de Origen Vegetal (CTAOV) por toda la ayuda desinteresada que me brindaron.

A mis compañeras y amigas de maestría: Dans, Eneida, Vero, Mónica, Karla, Elsa y Fabby, gracias por su compañía, afecto, enseñanzas, y por los buenos momentos que pasamos juntas.

A mis amigos de Minerales Ely, Amparo, Pedro y Erika que siempre me echaron porras y que estuvieron siempre dispuestos a ayudarme.

A mi familia por todo su apoyo y cariño.

DEDICATORIA

A mis Padres, dedico con todo mi Amor, respeto y admiración. Por apoyarme en mi desarrollo profesional e impulsarme cada día a ser una mejor persona.

¡¡SON LO MAXIMO!! Los Quiero.

A mi Hermano Juan Pablo por ser incondicional en todas mis decisiones, gracias por estar ahí.

A Romeo por su Cariño, Comprensión y gran apoyo antes y durante el desarrollo de este y otros proyectos de mi vida y por estar siempre a mi lado.

A toda mi familia, que siempre han sido la motivación más importante.

CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| LISTA DE FIGURAS..... | x |
| LISTA DE CUADROS..... | xii |
| RESUMEN..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UVA DE MESA..... | 3 |
| Importancia Económica..... | 3 |
| Factores de Calidad de la Uva de Mesa..... | 4 |
| Tamaño de la Baya..... | 4 |
| Color..... | 4 |
| Firmeza..... | 5 |
| Grados Brix..... | 5 |
| Turgencia del Raquis..... | 5 |
| EL RAQUIS DE LOS RACIMOS DE LA UVA DE MESA..... | 5 |
| Características Estructurales..... | 5 |
| Morfología..... | 6 |
| Caracterización de la Cutícula..... | 7 |
| Cutina..... | 8 |
| Suberina..... | 9 |
| Ceras Cuticulares..... | 9 |
| Ceras Epicuticulares..... | 9 |
| Ceras Intracuticulares..... | 10 |
| Cambios Composicionales..... | 10 |
| Deshidratación..... | 10 |
| Encafecimiento..... | 11 |
| Cambios Fisiológicos..... | 11 |
| Respiración..... | 11 |
| Transpiración..... | 12 |

| | |
|---|----|
| Etileno..... | 13 |
| TRATAMIENTOS PARA REDUCIR TRANSPIRACIÓN Y RESPIRACIÓN EN FRUTAS Y HORTALIZAS | 14 |
| Ceras, Resinas y Carbohidratos..... | 14 |
| Lípidos y Resinas..... | 15 |
| Carbohidratos..... | 15 |
| Películas Plásticas..... | 16 |
| Bloqueo de Receptores..... | 16 |
| 1-Metilciclopropeno (1-MCP)..... | 17 |
| JUSTIFICACIÓN..... | 20 |
| HIPOTESIS..... | 20 |
| OBJETIVO GENERAL..... | 20 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 20 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 21 |
| Material..... | 22 |
| Tratamientos..... | 22 |
| Métodos..... | 22 |
| Determinaciones Fisiológicas..... | 22 |
| Tasa de Respiración y Producción de Etileno..... | 22 |
| Determinación Física..... | 23 |
| Pérdida de Peso..... | 23 |
| Determinaciones Químicas..... | 24 |
| Extracción de Cutículas..... | 24 |
| Extracción y Cuantificación de ceras Intracuticulares..... | 24 |
| Diseño de experimentos y Análisis Estadístico..... | 25 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 26 |
| Pérdida de Peso..... | 26 |
| Comportamiento Respiratorio..... | 32 |
| Producción de Etileno..... | 37 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| Peso de la Cutícula del Raquis..... | 42 |
| Ceras Intracuticulares..... | 44 |
| CONCLUSIONES..... | 47 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 48 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Estructura del raquis del racimo de uva de mesa..... | 7 |
| Figura 2. Inhibición de receptores de etileno..... | 18 |
| Figura 3. Diagrama de flujo para llevar a cabo el trabajo experimental..... | 21 |
| Figura 4. Comportamiento de la pérdida de peso en racimos de uva "Flame Seedless" almacenados a 20°C | 27 |
| Figura 5. Comportamiento de la pérdida de peso en racimos de uva "Flame Seedless" almacenados a 2°C por 15 días y trasladados a 20°C..... | 27 |
| Figura 6. Comportamiento de la pérdida de peso en raquis de uva "Flame Seedless" almacenados a 20°C | 31 |
| Figura 7. Comportamiento de la pérdida de peso en raquis de uva "Flame Seedless" almacenados a 2°C por 15 días y trasladados a 20°C..... | 31 |
| Figura 8. Tasa respiratoria de racimos de uva "Flame Seedless" almacenados a 20°C..... | 33 |
| Figura 9. Tasa respiratoria de racimos de uva "Flame Seedless" almacenados a 2°C por 15 días y trasladados a 20°C..... | 33 |
| Figura 10. Tasa respiratoria del raquis de uva "Flame Seedless" almacenados a 20°C..... | 35 |

| | |
|--|----|
| Figura 11. Tasa respiratoria del raquis de uva "Flame Seedless" almacenados a 2°C por 15 días y transferidos a 20°C..... | 35 |
| Figura 12. Dinámica de la producción de etileno por los racimos de uva "Flame Seedless" almacenados a 20°C | 38 |
| Figura 13. Dinámica de la producción de etileno por los racimos de uva "Flame Seedless" almacenados a 2°C por 15 días y transferidos a 20°C..... | 38 |
| Figura 14. Dinámica de la producción de etileno por los raquis de uva "Flame Seedless" almacenados a 20°C | 39 |
| Figura 15. Dinámica de la producción de etileno por los raquis de uva "Flame Seedless" almacenados a 2°C por 15 días y transferidos a 20°C..... | 39 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Peso cuticular del raquis de uva de mesa expresado en $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ al día 0 tratados con 1-MCP y almacenados a 20 y 2 °C..... | 43 |
| Cuadro 2. Contenido de ceras intracuticulares en el raquis de uva de mesa tratados con 1-MCP y almacenados a 20 y 2°C expresado en $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ | 45 |

RESUMEN

México exporta 20 millones de Cajas con 113 libras de uva de 11 variedades "Flame", "PerleHe" y "Sugraone" entre otras. El principal mercado de Exportación es Estados Unidos, en años recientes se ha visto apertura de nuevos mercados en la Unión Europea, requiriéndose conservar la uva por periodos de hasta 30 días. En este contexto dentro del mercado el principal problema de Calidad del producto es la deshidratación de la uva confiriéndole una apariencia de Viejaz y con ello pérdida de calidad. El objetivo de este trabajo es mantener la calidad del racimo de uva de mesa variedad "Flame" mediante aplicación de 1-MCP (1-Metilciclopropeno). Para ello se asperjaron cuatro concentraciones de 1-MCP (estirajo, 250, 500 y 1000 ppm) a racimos, los racimos y racimos fueron almacenados a dos temperaturas de almacenamiento: 20°C y 10 días a 10°C. Se observó que los niveles de pérdida de peso en los racimos completos fueron consistentes, variando entre 3 y 4% de peso por ella, mientras que en racimos fueron mayor y no constante. La aplicación de 1-MCP mostró un efecto benéfico al disminuir la tasa de respiración en racimos y racimos; efecto contrario a la producción de etileno ya que el 1-MCP redujo dicha producción.

INTRODUCCIÓN

El estado de Sonora, cultiva cerca de 14,000 hectáreas de uva de mesa para producir más de 20 millones de cajas de 18 libras (AALPUM, 2005), ubicándose como el principal estado exportador de uva de mesa en el ámbito nacional. Estados Unidos es el principal mercado para la uva de mesa, seguido de Canadá que representan en conjunto el 80% del mercado internacional al que se dirige la producción de uva sonorenses. Inglaterra, Asia, Centro y Sudamérica, Países Nórdicos y recientemente Alemania, representan un 10% más y el restante 10% tiene como destino el mercado nacional. El tiempo estimado para que los racimos de uva lleguen a su destino final es entre 3 y 21 días para lo cual, se requiere conservar la calidad de la uva de mesa por ese tiempo. Para mantener la calidad comercial de los racimos de uva es necesario implementar técnicas de producción con la finalidad de obtener racimos con excelente apariencia y calidad, para que sean aceptados por los países importadores y el consumidor final (Guerrero, 1999).

Una de las limitantes fisiológicas más importantes en la vida poscosecha de la uva de mesa es la pérdida de agua que sufre el racimo, lo cual es atribuido principalmente a la deshidratación del raquis o escobajo. El raquis pierde mucha más agua que la baya y esto explica su alta susceptibilidad a deshidratarse y deteriorarse (Carvallo, 1996). Un estudio realizado por Gardea et al. (1993), mostró que la velocidad de respiración promedio del raquis fue 28 veces mayor que la de las bayas. Por lo tanto, al respirar más, hay una mayor pérdida de agua y transpiración y esto causa la pérdida de calidad de los racimos de uva.

En el intento por retardar o disminuir la deshidratación de racimos de uva se han probado diferentes metodologías pero los resultados han sido poco alentadores. Un campo que permanece poco explorado para uva, es la utilización de barreras físicas como ceras (Kester y Fennema, 1986) y plásticos

(Kader, 2002), así como modificadores fisiológicos donde se encuentra el 1-metilciclopropeno (Blankenship y Dole, 2003). El uso de estos compuestos podría significar una mejor alternativa en el manejo de la deshidratación, ya que muchos de ellos han comprobado su eficiencia en diferentes frutas, verduras y flores.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA UVA DE MESA

La uva de mesa es un fruto no climatérico con baja actividad fisiológica. Se cultiva desde las regiones semiáridas hasta las subtropicales. El suelo es un factor muy importante, ya que la vid difícilmente se desarrolla en tierras con mucha sal, además el pH deberá encontrarse entre 6.5 – 7.5. a pH >7.5, la uva se puede desarrollar en tierras con bajas concentraciones de macro y micronutrientes (Kader, 2002).

La composición química del fruto difiere de acuerdo a la variedad y/o especie. En las diferentes variedades de uva de mesa intervienen diversos factores determinantes en la composición química como el medio ambiente, temperatura, fertilidad de la tierra, humedad y cantidad de luz (Salunkhe y Kadam, 1995).

Importancia Económica

La viticultura es una de las actividades agrícolas que en los últimos 10 años ha tenido un crecimiento y evolución muy importante, situando a Sonora como el principal productor de uva de mesa en México, aportando el 95% de la producción nacional (AALPUM, 2005). La uva de mesa sonorenses (producida en la costa de Hermosillo, Pesqueira y Caborca) es reconocida en los mercados mundiales por su gran calidad y sus procesos de sanidad e inocuidad que han sido certificados por organismos internacionales.

Su importancia económica estriba principalmente en la generación de divisas, que será mayor entre más temprano se coseche, debido a que no hay fruta en el mercado y por lo tanto la producción se vende a buen precio (AALPUM, 2003). La derrama económica generada por esta actividad en el 2004 fue de 190 millones de dólares y para el 2005 se espera alcanzar los 200 millones de dólares (AALPUM, 2005). Las principales variedades que se producen en Sonora son Flame Seedless, Perlette Seedless, Sugraone Seedless y Red Globe, aunque hay otras variedades que también se cultivan en menor escala (AALPUM, 2005).

Factores de Calidad de la Uva de Mesa

Los factores de calidad son necesarios para determinar el estado de madurez y la calidad misma de la uva de mesa. Estos factores se relacionan con los cambios físicos y bioquímicos que ocurren durante la maduración y son los mismos para todas las variedades, lo que difiere son los valores que se manejan para cada variedad.

Tamaño de la Baya

El tamaño depende de la variedad de la uva, este debe de ser uniforme y característico de cada cultivar. La literatura reporta que para la variedad Flame Seedless el diámetro debe ser de 1.8 cm en promedio (García, 2002).

Color

Debe de ser uniforme e intenso y característico para cada variedad, el color es un importante factor de calidad en los racimos de uva, sobre todo en cultivos de color rojo como Flame Seedless que en nuestra región representa una problemática. Esta falta de coloración se puede atribuir a la inhibición de la

formación de pigmentos por las altas temperaturas o a la degradación de los mismos (Winkler et al., 1974).

Firmeza

Es la resistencia que ofrece el fruto a una fuerza de penetración expresada en Newtons (N) (Kader, 2002). Esta medición es básica ya que cuando se degradan las paredes celulares el fruto pierde firmeza y por lo tanto calidad; la firmeza difiere de acuerdo a la madurez y variedad del fruto.

Grados Brix

Representan los sólidos solubles totales (SST). En uvas este valor se debe encontrar entre 14 – 17.5 dependiendo del cultivar. Este parámetro de calidad también se mide por medio de su relación con acidez titulable y debe ser de 20 o mayor (Kader, 2002).

Turgencia del Raquis

Este parámetro es muy importante en la calidad del racimo de uvas, ya que la rápida deshidratación del raquis es la principal causa de deterioro del racimo (Gardea et al., 1994).

EL RAQUIS DE LOS RACIMOS DE LA UVA DE MESA

Características Estructurales

La uva de mesa es un fruto no climatérico con baja actividad fisiológica, formado por el raquis (pedúnculo, laterales y pedicelos) y las bayas (Kader, 2002). El raquis o escobajo representa el elemento primario de contención y transporte de las bayas. Es una estructura vegetativa que soporta directamente

el fruto, además de servir como un sistema de conducción de nutrientes y agua a las bayas (Gardea et al., 1994). Si este conjunto se pierde, el racimo se desgrana y las bayas pierden su validez comercial, aún cuando estas se conserven turgentes y de buen sabor (Nelson, 1985). Es importante señalar que el solo hecho de que el raquis pierda turgencia hace que el racimo de uva pierda valor comercial.

Morfología

El racimo de uva de mesa se compone principalmente por las bayas y el raquis. Este último está formado por el pedúnculo, un eje principal con laterales primarios y secundarios o ramificaciones, también conocido como pedicelos, que contienen una baya en su extremo (Figura 1). La estructura del raquis, varía de acuerdo a la longitud de sus partes, en su resistencia o flexibilidad, así como la adherencia de sus bayas. Una característica del raquis es la de estar cubierto por estomas y lenticelas, por las cuales el vapor de agua se pierde rápidamente (Carvallo, 1996). Esta pérdida de agua se incrementa con los rompimientos de cutículas, causados por malas prácticas de manejo (García, 2002).

Los raquis varían desde succulentos hasta leñosos con avanzada madurez (también llamados "curados"). Los raquis curados se caracterizan por tener un contenido de agua menor que los succulentos, por lo tanto en estado de estrés hídrico el marchitamiento es menor. Por otra parte, los raquis succulentos se decoloran más rápidamente que los "curados", tornándose de color café. Por lo tanto, esto es un factor importante que se debe de tomar en cuenta para el almacenamiento prolongado de uva de mesa (Nelson, 1991).

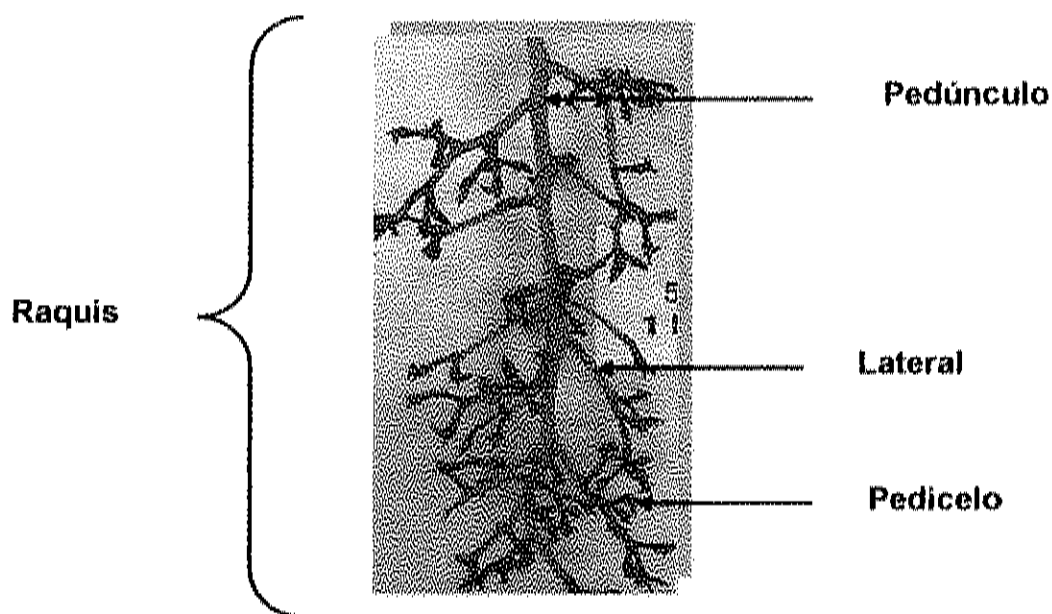


Figura 1. Estructura del raquis de uva de mesa.

Caracterización de la Cutícula

La calidad externa de los frutos y hortalizas es uno de los factores más importantes que delimitan la aceptación comercial de los mismos, ya que la percepción inicial del consumidor es por la apariencia externa del fruto, antes que por su sabor. Por lo tanto, los estudios de la maduración de los frutos deben de tener en cuenta el efecto sobre la capa epidermal y la cutícula; debido que son la primera barrera natural para el control de la pérdida de agua, intercambio de gases y penetración de patógenos, manteniendo las características estéticas de los frutos.

La cutícula es la capa más externa de la epidermis y por lo mismo, cumple con las funciones de protección del órgano vegetal del que forma parte. Regula el intercambio de gases, la pérdida de humedad, la absorción y sorción

Regula el intercambio de gases, la pérdida de humedad, la absorción y sorción de sustancias químicas, actúa como barrera física contra microorganismos patógenos, radiaciones ultravioleta y contaminantes (Albrigo, 1986).

Por formar parte de la epidermis se le asocian también funciones de resistencia a temperaturas extremas, lesiones mecánicas, volatilización de compuestos aromáticos y cambios en textura (Pantástico, 1979).

La cutícula se visualiza como una membrana lipídica formada por muchas capas, las cuales se encuentran situadas arriba de una capa de pectina que las une a las paredes de las células epidérmicas. Estas capas cuticulares son la cutina, suberina y lípidos solubles cuticulares, además de una región que contiene carbohidratos polares y proteínas (Kolattukudy, 1984).

Cutina

La cutina se considera el principal componente de la cutícula por ser la más abundante (alrededor del 95% del total), proporcionando la estructura rígida a la cutícula. Esta característica de la cutina se debe a que forma una matriz polimerizada de lípidos, que es insoluble y por lo mismo sirve de soporte a los lípidos solubles cuticulares (Mendoza, 1996).

Los compuestos más abundantes en la cutina son un conjunto de monómeros de la familia de C_{16} y C_{18} . En la familia de compuestos de 16 carbonos, el compuesto mayoritario es el ácido dihidroxipalmitico, seguido en abundancia por el ácido palmitico y el ácido 16-hidroxipalmitico. Mientras que en la familia de los compuestos de 18 carbonos, los mayores componentes son el ácido 18-hidroxi-octadecanoico, el ácido 9,10-epoxi-18-hidroxi-octadecanoico y el ácido 9,10,18-trihidroxi-octadecanoico y otros análogos de éste, insaturados en el C_{12} (Kolattukudy, 1984).

Suberina

La suberina es el componente minoritario de la cutícula, cuya abundancia es menor al 1%, por ello su papel y composición en el desarrollo de los frutos es poco conocido; sin embargo, se ha especulado que puede contribuir al mantenimiento de la estructura de la cutícula (papel similar al de la cutina) (Báez, 1991). La estructura esta formada por ácidos grasos y alcoholes de cadenas largas (C₂₀-C₃₂), los cuales son muy poco abundantes como componentes de cutina (Kolattukudy, 1984).

Ceras Cuticulares

Las ceras cuticulares son conocidas también con el nombre de lípidos solubles cuticulares. A la fracción que se encuentra embebida en la matriz de la cutina se les llama ceras intracuticulares y a las que cubren la superficie externa de la cutícula se les denomina ceras epicuticulares o superficiales. Se ha establecido que las ceras cuticulares son compuestos únicos que se caracterizan por ser largas cadenas alifáticas, altamente no-polares y poseer elevados puntos de fusión (Riederer y Schneider, 1990).

Ceras Epicuticulares

De todos los componentes cuticulares éstas son las más externas y por lo tanto las más expuestas al medio ambiente. De manera general, las ceras epicuticulares se disponen como laminillas aplanadas que se hacen duras y quebradizas durante el desarrollo del fruto. En estados más avanzados se rompen formando agregados muy pequeños que son menos efectivos contra la pérdida de agua y el intercambio gaseoso (Mendoza, 1996).

Estas ceras se encuentran constituidas por compuestos alifáticos, en su mayoría saturados, de cadena larga (más de 20 carbonos). Estos compuestos

son principalmente alcanos, alcoholes, ácidos grasos, aldehidos, ésteres, alquenos, cetonas y compuestos relacionados (El-Otmani et al., 1989).

Ceras Intracuticulares

Las ceras intracuticulares, o lípidos solubles cuticulares, están embebidos en la matriz de la cutina recubriendo la superficie externa de la cutícula de las plantas. Como parte estructural de la cutícula, contribuyen al mantenimiento de la difusión y transporte de agua y solutos. Están formados principalmente por ácidos grasos y alcanos de cadena larga. Su composición y concentración varía ampliamente a través de las especies y el desarrollo de los órganos. Aunque se les ha asignado un papel central en el mantenimiento de la permeabilidad de la membrana cuticular, existen pocos estudios donde se analiza su composición y concentración, y la posible relación con este proceso (Báez, 1991).

Cambios Composicionales

La estructura del racimo está conformada en un 96% de su peso en fresco de bayas y tan solo en un 4% del raquis o escobajo. Este porcentaje varía dependiendo de la variedad de la uva. En función de esta relación la pérdida de peso es más alta en las bayas, ya que éstas son también las partes más suculentas del racimo. Sin embargo, aunque la pérdida de humedad es menor en raquis, los efectos son más críticos en cuanto a calidad ya que se presenta un obscurecimiento general que demerita la apariencia integral del racimo (Báez et al., 2001).

Deshidratación. El raquis carece de ceras cuticulares, por tal razón está más expuesto a la deshidratación en contraste con las bayas. Éstas cuentan con una epidermis gruesa y ceras cuticulares que actúan como barrera a la

deshidratación (Elboudwarej, 1990). La deshidratación del raquis es mayor en la uva "Flame Seedless" cultivada en la región de Sonora, debido a que se induce una maduración temprana por medio de la aplicación de agroquímicos y prácticas culturales para el desarrollo del color. Esta inducción se dirige a las bayas y no al raquis, por lo que la cosecha se realiza en función de la calidad mínima requerida para la comercialización del fruto, sin importar que el raquis aun no haya lignificado y sus tejidos todavía sean turgentes (Carvallo, 1996). El proceso de maduración o lignificación del raquis es importante porque es la condición natural que previene las altas tasas de deshidratación, preservando por consiguiente la integridad del racimo (Gardea et al., 1993).

Encafecimiento. El oscurecimiento del raquis ocurre como una consecuencia de la pérdida de agua durante el manejo poscosecha de la uva de mesa (Crisosto y Mitchell, 2001). En todos los cultivos, se presenta una correlación alta entre la pérdida de agua de los racimos y el encafecimiento del raquis. La alta velocidad de respiración del raquis puede ser un factor para su oscurecimiento. Una pérdida de agua del 2% o más en raquis en las variedades Perlette, Flame Seedless, Thompson Seedless, Ruby Seedless y Fantasy Seedless, muestran síntomas de oscurecimiento aproximadamente a los 7 días después del almacenamiento (Crisosto y Mitchell, 2001). Por otra parte, se desconoce el mecanismo exacto por el cual se desarrolla el encafecimiento de raquis, pero cuando éste se presenta hay muerte celular y por lo tanto muerte del tejido, lo que causa una disminución de la calidad del fruto y un consecuente rechazo del producto, originando grandes pérdidas (Crisosto et al., 2002; Vial et al., 2005).

Cambios Fisiológicos

Respiración. La respiración es uno de los eventos fisiológicos más representativos de la actividad metabólica en frutas. Es el proceso por el cual

los compuestos orgánicos almacenados como carbohidratos, proteínas y grasas son descompuestos a productos más simples con la siguiente liberación de CO₂, H₂O, en forma de vapor de agua y consumo de oxígeno (Kader, 2002). Todos los tejidos vivos efectúan la respiración, incluso aquellos que ya han sido cortados y que se encuentran en locales de almacenamiento. La respiración en su intensidad, está íntimamente ligada con las distintas etapas del desarrollo del fruto o tejido vegetal.

En el comportamiento respiratorio del racimo y raquis de uva de mesa de la variedad "Flame seedless", se ha observado que durante las primeras horas de almacenamiento, se presenta una disminución notable de la velocidad de respiración. Esta reducción se atribuye al estado de desarrollo y al cambio de temperatura que se presenta en raquis y racimos al pasar del calor del campo a preenfriado y refrigeración. Por esta razón, al inicio respiran más aceleradamente y posteriormente se reduce su respiración. Sin embargo, entre más maduros se encuentren producen menos CO₂. La diferencia en el comportamiento respiratorio de racimos y raquis es que difieren en los valores de las tasas en que ocurre dicha respiración (García et al., 2000).

La velocidad de respiración del racimo completo es baja (0-0.2 mL CO₂/kg.h) comparado con los raquis, los cuales respiran a una velocidad mayor, variando de 0.3 – 0.9 mL CO₂/kg.h (García, 2002). Estas observaciones coinciden con los resultados obtenidos por Gardea y colaboradores (1994), donde muestran que la velocidad de respiración promedio del raquis fue 28 veces mayor que la de las bayas. Por lo tanto, esto explica la susceptibilidad alta del raquis a deshidratarse (Crisosto et al., 2001).

Transpiración. Es el proceso mediante el cual los organismos vivos pierden agua en forma de vapor. Esta pérdida es la causa principal de deterioro de los productos hortícolas ya que no sólo produce pérdidas cuantitativas, sino que también afecta la apariencia, textura y calidad nutricional (Kader, 2002).

Existen al menos tres síntomas de pérdida de peso en uvas. El primero es el marchitamiento del raquis, el cual se vuelve frágil y quebradizo. El segundo es su encafecimiento, lo cual demerita la calidad visual del racimo. El tercero es el marchitamiento de las bayas, las cuales no muestran estos síntomas hasta que son muy evidentes en el raquis. En un estudio hecho por García (2002), se encontró que los niveles de pérdida de peso en raquis incrementan conforme transcurre su maduración desde 0.4 hasta 1.5% de su peso por hora. Se ha observado que un método para evitar la pérdida de peso es la aplicación poscosecha de películas y ceras comestibles (Kester y Fennema, 1986; Nussinovitsh y Lurie, 1995; García, 2002).

Etileno. El etileno (C_2H_4) es una oleofina gaseosa que tiene la propiedad de alterar el crecimiento y desarrollo de las plantas superiores (Bleecker y Schaller, 1996). También se le conoce como la "hormona de la maduración" (Feng et al., 2000), debido a la capacidad de ser fisiológicamente activo en cantidades traza (partes por millón). Además, por el hecho de promover algunos procesos biológicos importantes en la maduración, senescencia, crecimiento, germinación de semillas, entre otras (Thimann, 1983; Feng et al., 2000).

Durante el proceso de maduración, el etileno da lugar a una serie de cambios físicos, bioquímicos y fisiológicos determinantes de la calidad y vida poscosecha del fruto. Entre los más importantes podemos citar: cambio del color, cambios en la composición de proteínas, carbohidratos y en la producción de aromas; cambios en los ácidos orgánicos y en los polifenoles (Rojas, 1993).

Por otra parte, la tasa de producción de etileno reportada para uva de mesa es de 0.1 $\mu L/kg-h$ a 20° C (Kader, 2002). Se sabe que el tejido del raquis produce muy baja cantidad de etileno para poderlo cuantificar (cantidades traza), por esta razón algunos métodos no alcanzan a detectar esa cantidad.

TRATAMIENTOS PARA REDUCIR TRANSPIRACIÓN Y RESPIRACIÓN EN FRUTAS Y HORTALIZAS

Existen muchos estudios realizados con el propósito de reducir el coeficiente de transpiración y respiración en plantas, vegetales y frutas (Bittelli et al., 2001; Suslow et al., 2000; Pérez-Gago y Krochta, 2001., Hershkovitz et al., 2005). En precosecha la velocidad de transpiración durante la sequía permitirá que los cultivos sobrevivan con un mínimo daño, así como también se podría incrementar el aprovechamiento del agua. Ciertos tipos de fungicidas, herbicidas, inhibidores metabólicos y reguladores de crecimiento han sido reconocidos como reductores de la transpiración, ya que usualmente provocan el cierre de los estomas; así como varias clases de películas, emulsiones de latex, ceras polivinílicas y polietileno, entre otros (Kramer, 1974). En poscosecha, el uso de ceras, aceites, parafinas, carbohidratos y películas plásticas, ha permitido reducir la transpiración en frutas y hortalizas. De manera general, estos compuestos se utilizan como barreras a la difusión de los gases, ayudando a reducir la pérdida de humedad y los niveles de oxígeno. Además de incrementar los niveles de CO₂ y el etileno interno de los tejidos, así como inhibiendo la migración de aromas y lípidos (Nussinovitch, 2001).

Ceras, Resinas y Carbohidratos

En años recientes, la aplicación de algunos compuestos como las ceras, carbohidratos, resinas y mezclas, entre otros, han mostrado éxito, ya que cubren la superficie de la fruta y hortalizas y mantienen la calidad del producto fresco en poscosecha. Además, reducen el uso de materiales de empaque no biodegradables. Esta operación de proceso ha sido ampliamente usada para reducir la pérdida de agua (Amarante et al., 2001). Sin embargo, su empleo inadecuado, puede afectar el comportamiento fisiológico del fruto e inducir

anaerobiosis en los tejidos hasta desarrollar fermentación (Amarante y Banks, 2001). De manera natural, los gases y el agua se difunden a través de los poros de la piel del tejido de cualquier fruta y hortaliza y también por medio de la fase acuosa de los componentes de la cutícula. Por lo tanto, el uso de cubiertas sobre la piel de los frutos, puede bloquear los poros presentes (estomas y lenticelas), reduciendo considerablemente la transferencia de CO₂ y oxígeno, y en menor magnitud la pérdida de agua.

Lípidos y Resinas

Estos compuestos son adicionados a la formulación de cubiertas para frutas y hortalizas (como el agua, plastificantes, emulsificantes, lubricantes, ligadores) para reducir el intercambio de los gases, mantener una superficie hidrofóbica, (reducir la pérdida de agua) y también para dar brillo a los productos. Entre los compuestos a base de lípidos, los más conocidos son las ceras naturales como la cera de carnauba, candelilla y salvado de arroz; las ceras a base de petróleo como parafina, polietileno, aceites minerales; así como las ceras de vegetales como los aceites de maíz, soya o coco. Los tipos de resina más frecuentes son de madera y cumarina (Amarante y Banks, 2001).

Con el propósito de tratar de reducir la pérdida de agua en los tejidos vivos mediante el uso de ceras, se han experimentado la adición de éstas, con diferentes niveles de composición en ácidos grasos y carbohidratos a racimos y raquis de uva. Este estudio hecho por García (2002), concluyó que con la aplicación precosecha de ceras comestibles a racimos completos se obtuvo un efecto benéfico al disminuir la tasa de respiración, pérdida de peso y los niveles de deshidratación del raquis.

Carbohidratos

La cubierta para frutas y hortalizas a base de polisacáridos es efectiva para reducir la permeabilidad al O₂ y CO₂, pero no muy efectiva para la pérdida

de agua. Esta propiedad posiblemente está asociada a la densidad de la estructura y a la alta polaridad de la película. Sin embargo, para reducir transpiración en frutas y hortalizas, la cubierta de este tipo, tendrá que ser más gruesa, en comparación a las elaboradas con ceras comestibles (Lau y Meheriuk, 1994).

Películas Plásticas

El empaque en atmósferas modificadas mediante el uso de películas permite prolongar la vida de anaquel de frutas y hortalizas, ya que se genera una atmósfera baja de oxígeno que reduce la tasa de respiración. Además, estas películas actúan como barrera que limitan la difusión de las moléculas de agua, que por consecuencia dentro del material de empaque crean una atmósfera de alta humedad relativa que reduce la transpiración de los productos (Kader, 2002).

La selectividad de películas plásticas en frutas y hortalizas para incrementar vida poscosecha está en función de la permeabilidad al oxígeno y al dióxido de carbono que se pueda realizar a través de la misma. Es importante considerar la actividad respiratoria del producto, para generar una atmósfera con bajos niveles de oxígeno y altos de CO₂, pero que no ocasione anaerobiosis e intoxicación de los tejidos (Silva et al., 1999).

Bloqueo de Receptores

En la actualidad existen agentes bloqueadores de la acción del etileno, que se unen a su receptor específico, impidiendo que éste desencadene las reacciones de maduración y por lo tanto la posterior senescencia de los frutos. El uso de inhibidores de la acción del etileno, es de gran importancia dentro de las actividades agrícolas, debido a que proporciona una protección en contra del etileno (Salisbury, 1994). En años más recientes, se descubrió que diversos

compuestos olefinicos sintéticos volátiles son fuertes inhibidores de la acción del etileno (Sisler y Yang, 1984). Sisler y Serek (1999) reportan que existen cuatro compuestos que han sido ampliamente utilizados en investigaciones científicas: 2,5-NBD, transciclocteno, diszociclopentadieno (DACP) Y 1-Metilciclopropeno, este último teniendo un futuro más promisorio, ya que tiene la capacidad de disminuir la velocidad de transpiración de diferentes órganos vegetales. Por lo tanto, la aplicación de este compuesto podría significar una herramienta útil en el manejo de la deshidratación del racimo de uvas de mesa; específicamente del raquis.

1-Metilciclopropeno (1-MCP)

El 1-Metilciclopropeno (1-MCP) es una oleofina cíclica, inodora y no hay reportes de que presente propiedades tóxicas. La formulación es un polvo blanco, que al mezclarse con agua, o solución buffer, desprende el gas 1-MCP, el cual actúa como competidor del etileno. El 1-MCP ha demostrado ser muy efectivo y se conoce bajo el nombre comercial de SmartFresh en su uso para frutas. El modo de acción del 1-MCP es por adherencia al receptor del etileno en la planta. Básicamente, hace que la fruta o la hortaliza quede "ciega" al etileno (Reid et al., 2001). Se ha encontrado que el 1-MCP a bajas concentraciones como partes por billón (ppb o nL/L) inhibe el sitio activo del etileno irreversiblemente y que su comportamiento es estable en fase gaseosa durante meses, pero inestable en fase líquida (Sisler y Serek, 1999). Su uso fue aprobado recientemente en cultivos horticolas por la Agencia de Protección Ambiental de EUA (EPA, 2004).

Se ha demostrado que el 1-MCP compite con el sitio de acción del etileno sobre el receptor de etileno en el tejido vegetal y es capaz de controlar las respuestas del etileno (Sisler y Wood, 1988; Sisler y Serek, 1999). Es una oleofina que aparentemente actúa de manera irreversible con el receptor de

etileno, en donde, después de cierto periodo de tiempo el tejido vuelve a ser sensible a la acción de esta hormona (Sisler y Serek, 1997).

El etileno puede actuar al aceptar electrones del metal presente en el receptor del etileno, provocando un proceso de sustitución de ligandos que induce la respuesta de acción (Figura 2). Debido a que el 1-MCP contiene un mayor número de sustituyentes en su estructura química, el efecto debe ser más fuerte que en el etileno. Debido a que se une con una mayor fuerza al receptor, quizá permanece unido al metal en el receptor, y la formación del complejo activo no se completa, bloqueando así efectivamente al receptor (Sisler y Serek, 1997).

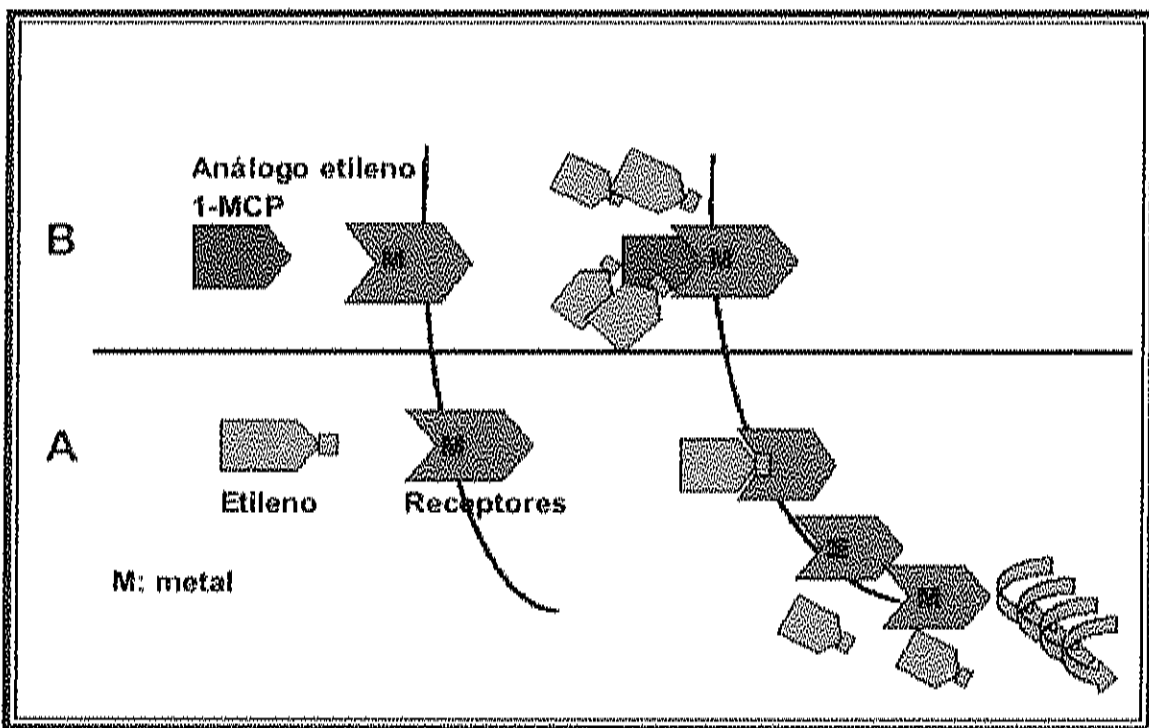


Figura 2. Inhibición de Receptores de Etileno

La eficiencia del uso de 1-MCP depende de varios factores como: la concentración de 1-MCP debe ser suficiente para saturar los receptores y

competir con el etileno presente, el tiempo de exposición debe ser necesario para que el gas se libere y penetre el tejido vegetal, el grado de madurez, el cual tiene gran influencia sobre el resultado final. Si el producto se encuentra en un estado muy maduro, el 1-MCP no será muy efectivo (Blankenship, 2001).

La mayoría de los estudios sobre los efectos del 1-MCP han incluido productos de floricultura (Sisler et al., 1996), donde se ha encontrado que el 1-MCP actúa retardando la abscisión de hojas y flores, y disminuye la pérdida de agua. Por otro lado, investigaciones realizadas en frutas y verduras como manzanas, peras, plátanos, naranjas, ciruelas, duraznos, nectarinas, frutos tropicales, brócoli y tomates han sido muy promisorios. Todos han concluido que el 1-MCP actúa reduciendo la pérdida de firmeza, acidez y color verde; disminuyendo la producción de etileno y respiración (Sisler y Serek, 1997; Abdi et al., 1998; Golding et al., 1998; Fan et al., 1999; Porat et al., 1999).

JUSTIFICACIÓN

La calidad de los racimos de uva de mesa es dependiente de las características de raquis, el cual debe mantenerse turgente durante la comercialización. Para acceder a los diferentes mercados se requiere mantener estas características de calidad hasta por 30 días.

HIPÓTESIS

La calidad del raquis de uva de mesa cultivar "Flame Seedless" puede mantenerse mediante la aplicación de 1-MCP durante precosecha.

OBJETIVO GENERAL

Evitar la deshidratación del raquis de uva de mesa cultivar "Flame Seedless" mediante la aplicación de 1-MCP.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar la dosis de 1-MCP más eficiente para retardar la deshidratación del raquis y mantener la calidad del racimo de uva de mesa.
- ✓ Cuantificar la deshidratación del raquis de uva de mesa y evaluar su comportamiento respiratorio.
- ✓ Determinar el peso cuticular del raquis de uva de mesa.
- ✓ Extraer y cuantificar ceras intracuticulares del raquis de uva de mesa.

MATERIALES Y MÉTODOS

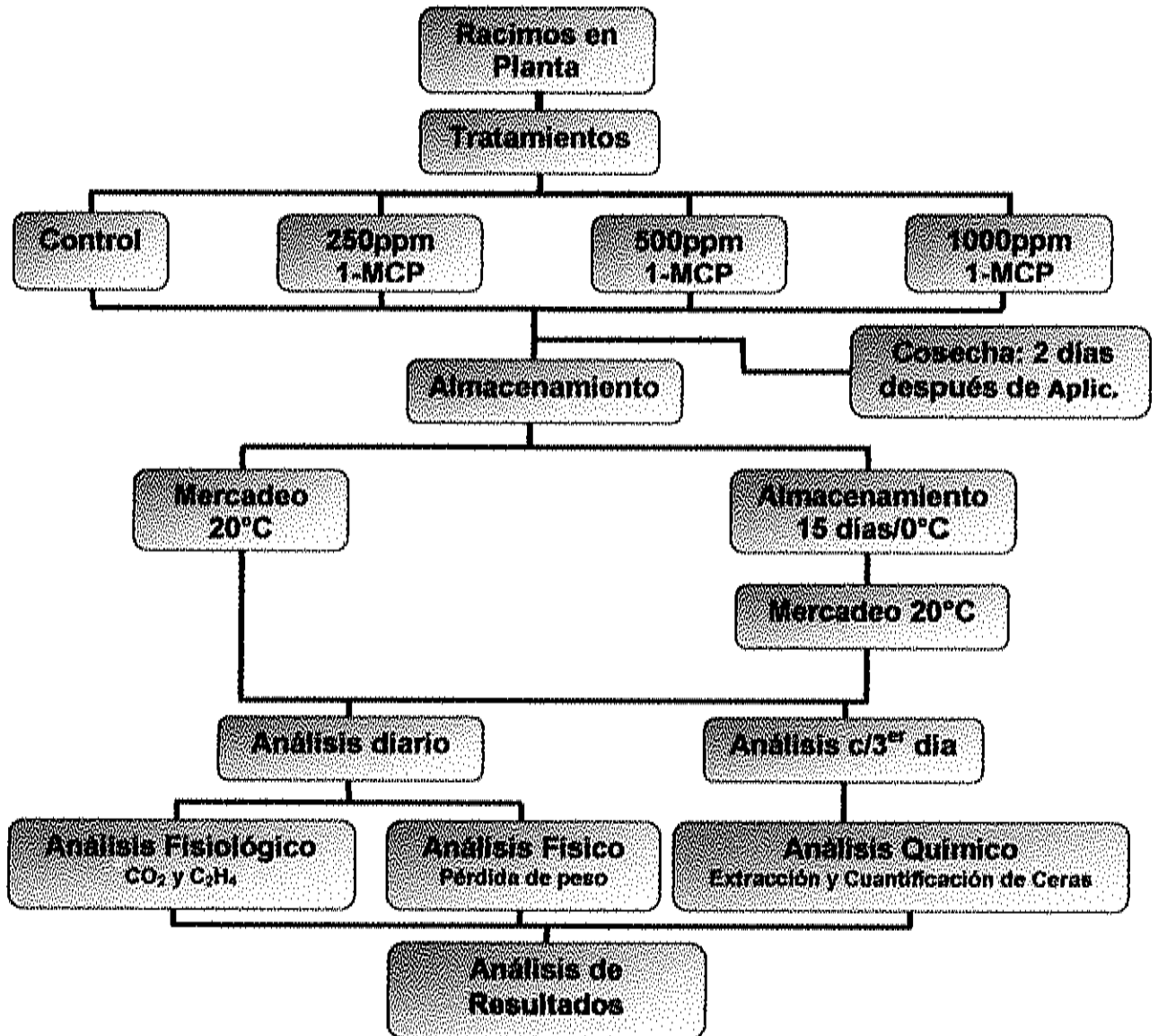


Figura 3. Diagrama de flujo para llevar a cabo el trabajo experimental.

Material

Se utilizaron racimos de uva de mesa (*Vitis vinifera L.*) del cultivar "Flame Seedless" cultivados en el viñedo "Bateve" ubicado en estación Zamora, Sonora.

Tratamientos

Se establecieron 4 tratamientos de 1-MCP, a concentraciones de 250ppm, 500ppm y 1000ppm de 1-MCP y un testigo. Las soluciones se asperjaron a 150 racimos para cada tratamiento antes de ser cosechados. Todos los tratamientos se cosecharon después de dos días de haber realizado la aplicación. Los racimos se dividieron en dos lotes, los cuales a la vez se dividieron en racimos completos y racimos sin bayas (raquis) después, la mitad se almaceno en cámaras de refrigeración a 20° C por 10 días (condiciones de mercadeo) y la otra mitad a 2° C durante 15 días y posteriormente se sometieron a condiciones de mercadeo a 20° C durante 10 días.

Métodos

Determinaciones Fisiológicas

Tasa de Respiración y Producción de Etileno. La producción de CO₂ y de etileno se midió diariamente utilizando 3 racimos completos y 3 raquis por tratamiento, se realizaron 3 repeticiones de cada uno, por medio de cromatografía de gases de acuerdo al método descrito por Saltveit y Sharif (1992). Se utilizó un cromatógrafo Varian Star modelo 3400 equipado con detectores de ionización de flama (FID) y de conductividad térmica (TCD), una

columna (Supelco) metálica de 2 m de largo y 1/8" de diámetro interno, empacada con Hayesep N 80/100. Las condiciones del equipo fueron: temperatura de inyección y columna a 100 y 80° C respectivamente, los detectores a 120° C para el FID y 170° C para el TCD. Se utilizó nitrógeno como gas acarreador a un flujo de 25 mL./min. Para la cuantificación de los gases, se utilizó estándares de concentración conocida (CO₂ al 0.502% y etileno a 1ppm) y se emplearon las siguientes fórmulas para su determinación:

- mL. CO₂/Kg. hr. = (Am)(Cstd/100)(V₁) / (Astd)(P)(T)
- µL. C₂H₄/Kg. hr. = (Am)(Cstd)(V₂) / (Astd)(P)(T)

donde:

Am = Área de la muestra. Astd = Área del std.

Cstd = Concentración del std. P = Peso de la muestra (Kg)

V₁ = Volumen (mL.) T = Tiempo de incubación (h)

V₂ = Volumen (L)

Determinación Física

Pérdida de Peso. La pérdida de peso se midió de manera gravimétrica en una balanza digital OHAUS Voyager (2100 x 0.01g). Se registró el peso diario individual de 3 racimos completos y 3 racimos sin baya (raquis) por tratamiento, registrándose los resultados como porcentaje acumulado de pérdida de peso fresco (Díaz Pérez y Araíza, 1997) utilizándose la siguiente fórmula:

% Pérdida de Peso = (Peso inicial – Peso diario del fruto) (100) / Peso inicial

Determinaciones Químicas

Extracción de Cutículas. En racimos a los que previamente se desgranaron, quedando solamente el raquis, se extrajeron cortes de 2 cm. aproximadamente y se hizo un corte vertical con la ayuda de un bisturí, los cuales se incubaron durante 24 a 72 horas en una disolución de 1 g de $ZnCl_2$ con 1.7 mL de HCl concentrado, agitándose 2 a 3 veces durante este tiempo. Las cutículas aisladas se lavaron varias veces con agua destilada y posteriormente con ácido bórico (H_3BO_3) al 2% durante 24 horas con varias agitaciones. Para eliminar el resto de materia orgánica adherida a ellas, las cutículas se lavaron nuevamente con agua destilada y se colocaron en tubos previamente tarados, incubándose a $55^\circ C$ durante 12 horas (Freeman y Col., 1979; Schonherr y Riederer, 1986).

Extracción y Cuantificación Total de Ceras Intracuticulares. En la extracción de las ceras intracuticulares se emplearon cutículas aisladas, las cuales se incubaron a un volumen apropiado de cloroformo ($200\mu l$ por cm^2 de cutícula), en un baño de agua a $80^\circ C$ durante 30 minutos. La disolución de cloroformo se filtro en un papel Wathman No. 1 y se incubó en tubos prepesados en una estufa a $55^\circ C$ durante 12 horas. Una vez seco el residuo, los frascos se volvieron a pesar, determinándose el total de cera extraída por área de cutícula expuesta ($\mu g/cm^2$). El área de la cutícula se calcula multiplicando el número de cutículas extraídas por el área de cada cutícula (Riederer y Schneider, 1990).

Diseño de Experimentos y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar, analizándose los datos obtenidos en el programa estadístico Number Cruncher Statistical System (NCSS) versión 2002 mediante análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia $P < 0.05$. En caso de existir diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó una prueba de comparación de medias por Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

Pérdida de Peso

Se ha determinado que el racimo, al momento de cosecharse, posee 96% de su peso fresco en las bayas y el 4% restante en el raquis y por lo tanto, se supone que las bayas pierden más agua (Gardea et al., 1994). Pero esto no ocurre así, debido a que las bayas están dotadas de una epidermis gruesa con deposiciones de ceras cuticulares que ayudan a contrarrestar la deshidratación (Báez et al., 1992). Por otra parte los raquis carecen de esta protección y por lo tanto, son más sensibles a la pérdida de agua.

A) Pérdida de Peso en Racimos

En la figuras 4 y 5 se presentan los valores de pérdida de peso en racimos completos expuestos a dos condiciones de temperatura (20°C y 2°C por 15 días y trasladados a 20°C), bajo los diferentes tratamientos aplicados. La pérdida de peso en racimos en ambas condiciones de temperatura se incrementó conforme avanzó el periodo de almacenamiento; siendo mayor este comportamiento en los frutos colocados directamente a 20°C en donde los valores fluctuaron entre 20 y 24% después de 6 días en esta condición. Con respecto al comportamiento entre tratamientos se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) después del segundo día de almacenamiento a 20°C. El tratamiento con 1000 ppm de 1-MCP fue el que presentó menor porcentaje de pérdida de peso, mostrando diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

Con respecto a los frutos almacenados a 2°C por 15 días y trasladados a 20°C, no se encontraron diferencias significativas entre los racimos testigo y

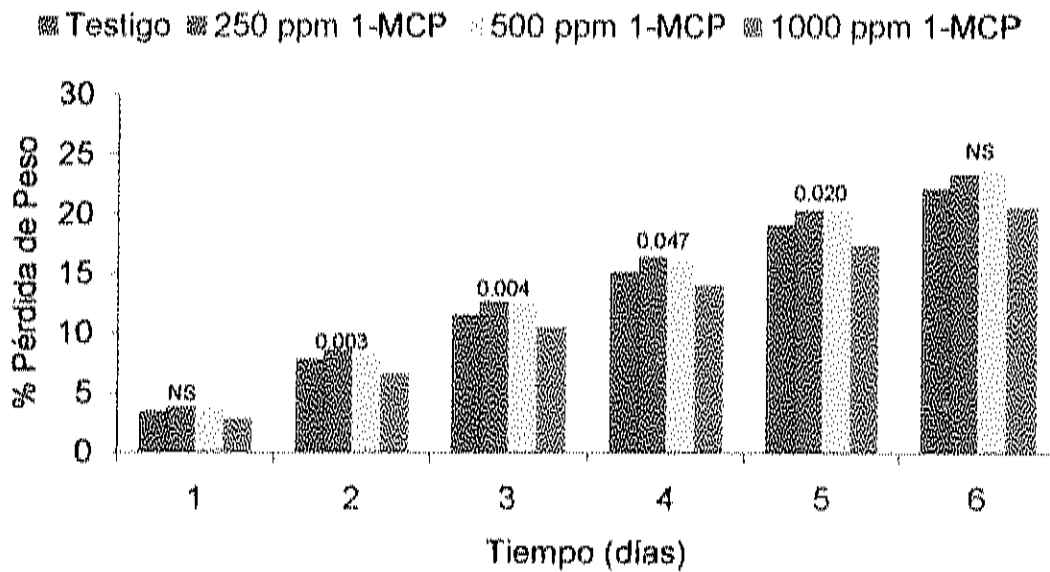


Figura 4. Comportamiento de la pérdida de peso en racimos de uva "Flame Seedless" almacenados a 20° C. (NS. No significativo. La barra en cada columna significa la diferencia mínima significativa ($p < 0.05$)).

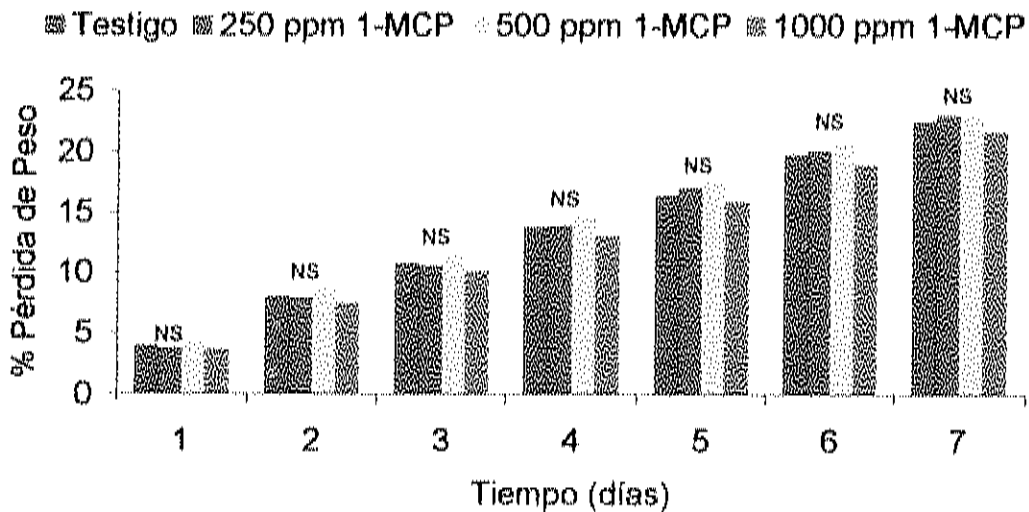


Figura 5. Comportamiento de la pérdida de peso en racimos de uva "Flame Seedless" almacenados a 2°C por 15 días y trasladados a 20° C. (NS. No significativo. La barra en cada columna significa la diferencia mínima significativa ($p < 0.05$)).

los tratados con 1-MCP, sin embargo el tratamiento con 1000 ppm de 1-MCP fue el que presentó una tendencia a perder menos peso con respecto al testigo y los demás tratamientos. Los valores fluctuaron entre 23 y 21% después de 7 días en la condición de mercadeo, posteriores a los 15 días a 2°C.

Por otro lado, la ausencia de diferencias entre frutos tratados y testigo bajo las condiciones de refrigeración pudo deberse a que la refrigeración por sí sola retrasa los procesos fisiológicos de respiración y producción de etileno y la alta humedad relativa (90±5%) reduce también la pérdida de peso.

B) Pérdida de Peso en Raquis

La pérdida de peso de raquis colocados a las dos condiciones de almacenamiento (20°C y 2°C por 15 días y transferidos a 20°C) (Figura 6 y 7) aumentó en el primer día de almacenamiento. Posteriormente, la pérdida de peso fue relativamente constante, siendo mayor este comportamiento en los raquis colocados a 20°C en donde hubo una fluctuación de 71 y 64% después de 6 días en esta condición. Por otra parte, en raquis expuestos a 20°C no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$), presentando una tendencia de menor porcentaje de pérdida de peso el tratamiento testigo.

Con respecto a los raquis almacenados a 2°C por 15 días y transferidos a 20°C (Figura 7), se encontraron diferencias significativas entre raquis tratados con 250 ppm de 1-MCP y raquis control ($p<0.05$), sin embargo no hubo diferencias entre el tratamiento de 500 y 1000 ppm de 1-MCP. Se observó que los raquis tratados con 250 ppm de 1-MCP presentaron menor pérdida de peso siendo de 58% a los 7 días; mientras que el testigo perdió 62% de su peso.

Se observó que los raquis tratados a bajas temperaturas presentaron un efecto opuesto a los raquis almacenados a temperaturas de mercadeo; ya que a 20°C los tratamientos con 1-MCP mostraron un aumento en el porcentaje de pérdida de peso, situación que no sucedió con los raquis almacenados a 2°C, esto probablemente se deba a la combinación de la baja temperatura con el 1-MCP. Lo anterior se puede deber a que los racimos de los cuales se tomó el raquis han sido preenfriados y por consecuencia no presentan el calor de campo, característico al momento de ser cosechados. Los resultados encontrados en este experimento, en cuanto a pérdida de peso de racimos completos y raquis, coinciden con los valores reportados en el estudio de García en el año 2002, donde utilizó la misma variedad de racimos de uva.

En este estudio se observó que los niveles de pérdida de peso de racimos completos fueron relativamente constantes durante su almacenamiento, variando entre 3 y 4% de su peso por día. Sin embargo, en raquis, esta pérdida fue mayor, pero se observó que disminuye conforme transcurre los días de almacenamiento desde 17 hasta 2% de su peso por día. En racimos almacenados a 20°C se encontró un promedio de 25% de pérdida de peso al día 6, mientras que en ese mismo día los racimos almacenados durante 15 días a 2°C y trasladados a 20°C fue de 65% en promedio. Estos resultados concuerdan con Gardea y cols. (1994) y García y cols. (2000), donde reportan que la pérdida de peso del raquis llega a significar hasta el 80% de la pérdida de peso de un racimo durante su comercialización.

Inicialmente los estudios de 1-MCP fueron en floricultura, donde las investigaciones se enfocaron en evitar la abscisión y senescencia de hojas y pétalos de flores cortadas, y la mayoría de estos estudios encontraron que

se retardaba la senescencia de éstas (Porat et al., 1995; Cameron y Reid., 2001; Able et al., 2002), como en el caso de claveles tratados con 1-MCP donde se observó que el 1-MCP duplicó la vida de florero de los claveles (Ichimura et al., 2002). Sin embargo, hasta el momento no existen reportes de estudios que se hayan enfocado en la deshidratación del tallo de las flores, lo cual nos podría servir en raquis.

Por otra parte, se sabe que la pérdida de peso es un factor importante en el deterioro de frutos cítricos como la naranja (no climatérico) y es usualmente acompañado por la declinación de la firmeza, causando una total reducción de la calidad de comercial. Se observó que en naranjas tratadas con 1-MCP no tuvieron un efecto en la reducción de estos parámetros, sin embargo, se observó una disminución en la producción de etileno y mantuvo el color verde (Porat et al., 1999).

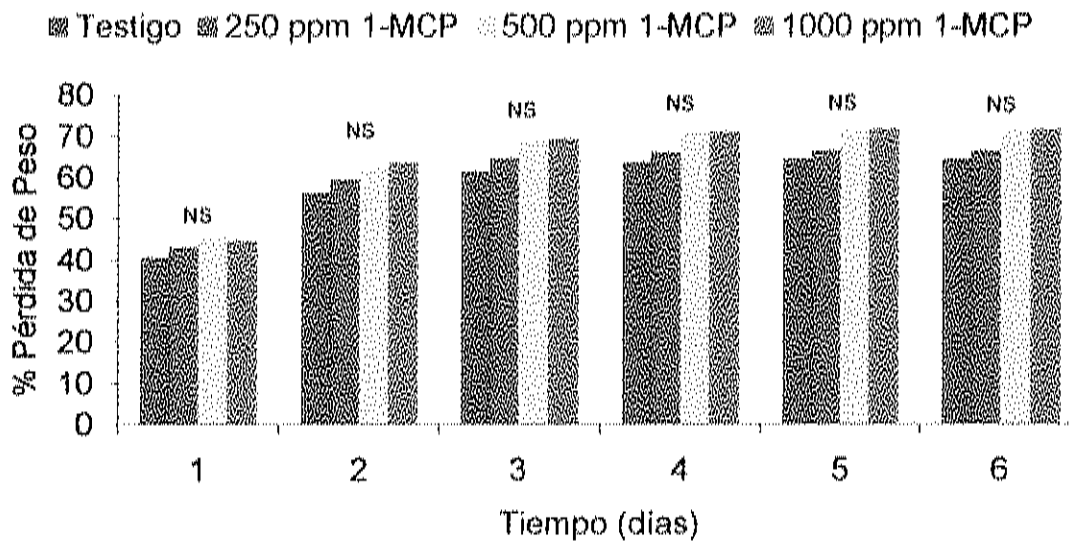


Figura 6. Comportamiento de la pérdida de peso en raquis de uva "Flame Seedless" almacenados a 20° C. (NS. No significativo. La barra en cada columna significa la diferencia mínima significativa ($p < 0.05$)).

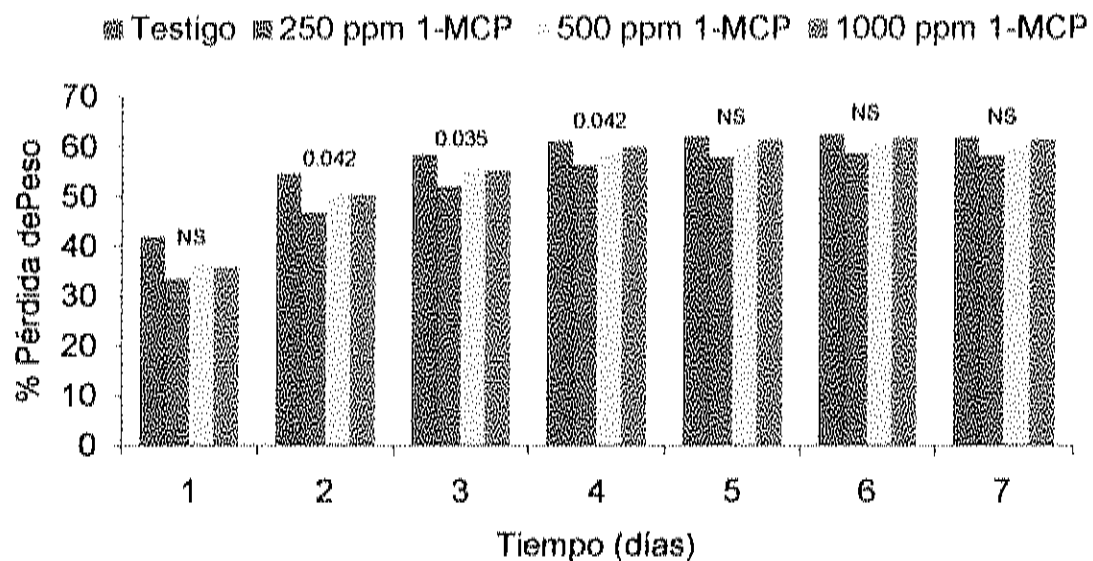


Figura 7. Comportamiento de la pérdida de peso en raquis de uva "Flame Sedles" almacenados a 2°C por 15 días y trasladados a 20° C. (NS. No significativo. La barra en cada columna significa la diferencia mínima significativa ($p < 0.05$)).

Comportamiento Respiratorio

La uva de mesa se clasifica como un fruto no climatérico, debido a que no hay un incremento en la producción de dióxido de carbono al inicio de la maduración. La figura 8 muestra el comportamiento respiratorio de los racimos completos de uva almacenados en las dos condiciones de temperatura (20°C y 2°C por 15 días y transferidos a 20°C). En racimos expuestos a 20°C, se observa una radical disminución en la velocidad respiratoria durante el primer día de almacenamiento, la cual es atribuida a la liberación del contenido calorífico que traen del campo y debido a que no hubo un preenfriado después de ser cosechados.

La tasa respiratoria de los racimos de uva almacenados a 20°C mostró un comportamiento normal, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos. El tratamiento con 1000 ppm de 1-MCP presentó niveles de respiración menores que el testigo, 250 y 500 ppm de 1-MCP. Por lo tanto, el tratamiento con 1000 ppm de 1-MCP presentó un mayor control sobre la tasa respiratoria con valores menores de 15 mL $\text{CO}_2/\text{kg h}$ después del primer día de almacenamiento. El centro de investigación e información de tecnología poscosecha de la universidad de Davis, California, publicó que las tasas de respiración para uva de mesa es de 12-15 mL $\text{CO}_2/\text{kg h}$ para racimos almacenados a 20°C, valores que se encuentran cercanos a los resultados encontrados por nosotros en este experimento (10 a 24 mL $\text{CO}_2/\text{kg h}$) después del primer día de almacenamiento.

Al relacionar pérdida de peso y tasas respiratorias de racimos completos almacenados a 20°C, se encontró que las tasas más bajas de respiración son para los racimos tratados con 1000 ppm de 1-MCP, coincidiendo con los racimos que obtuvieron menor porcentaje de pérdida de peso.

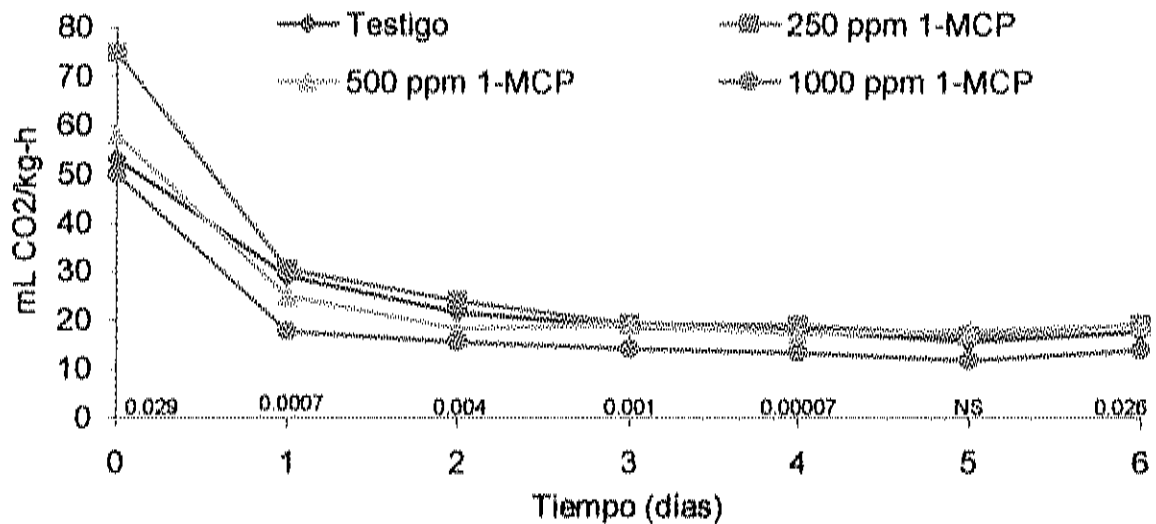


Figura 8. Tasa respiratoria de racimos de uva "Flame seedless" almacenados a 20° C. (NS. No significativo. Barras en cada tiempo de muestreo, significa la diferencia mínima significativa ($p < 0.05$)).

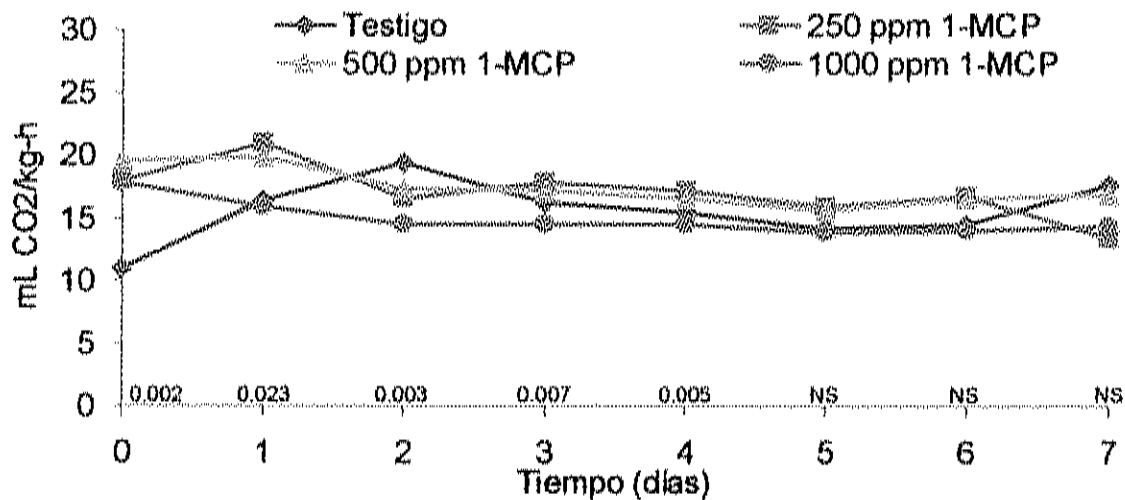


Figura 9. Tasa respiratoria de racimos de uva "Flame seedless" almacenados a 2° C por 15 días y transferidos a 20° C. (NS. No significativo. Barras en cada tiempo de muestreo, significa la diferencia mínima significativa ($p < 0.05$)).

En los frutos almacenados a 2° C por 15 días y transferidos a 20°C, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, los valores encontrados en promedio fueron de 14 mL de CO₂/kg h para racimos tratados con 1-MCP, mientras que para los racimos testigo fueron de 16 mL de CO₂ /kg h. Los racimos de uva tratados con 1000 ppm de 1-MCP fueron diferentes significativamente ($p < 0.05$) al resto de los tratamientos. Presentó un comportamiento menor (valor) en la tasa de respiración hasta el cuarto día de almacenamiento, después del quinto día no mostró diferencias significativas (Figura 9).

El comportamiento respiratorio de raquis (Figuras 10 y 11) se parece al anterior de los racimos almacenados en las dos condiciones de temperatura, pero varía en los valores de las tasas en que ocurre la respiración. El raquis respira a una velocidad diez veces mayor comparada con la tasa de respiración de los racimos (Kader, 2002); por lo tanto, esto explica la susceptibilidad a deteriorarse y deshidratarse, independientemente del daño atribuido a la separación de las bayas, mismo que provoca la producción elevada de CO₂ durante el primer día del análisis.

La Figura 10 muestra el comportamiento de la tasa respiratoria de los raquis tratados y almacenados a 20°C. El análisis de los tratamientos mostró que no hay diferencias significativas entre las dosis aplicadas; sin embargo, el comportamiento de menor producción de CO₂ fue en los raquis tratados con 1000 y 250 ppm de 1-MCP (248 mL CO₂/kg h y 311 mL CO₂/kg h respectivamente), comparado con el tratamiento control (350 mL CO₂/kg h). Por otra parte, los raquis almacenados a bajas temperaturas y transferidos a 20°C presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos de 1-MCP con respecto al testigo (Figura 11). Similarmente a lo anterior, el

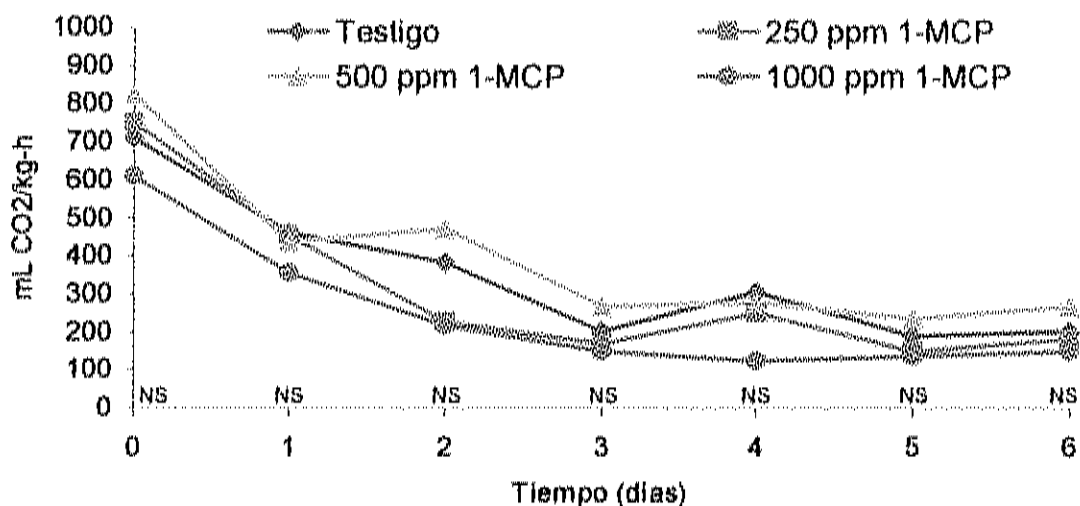


Figura 10. Tasa respiratoria de raquis de uva "Flame seedless" almacenados a 20° C. (NS. No significativo. Barras en cada tiempo de muestreo, significa la diferencia mínima significativa ($p < 0.05$)).

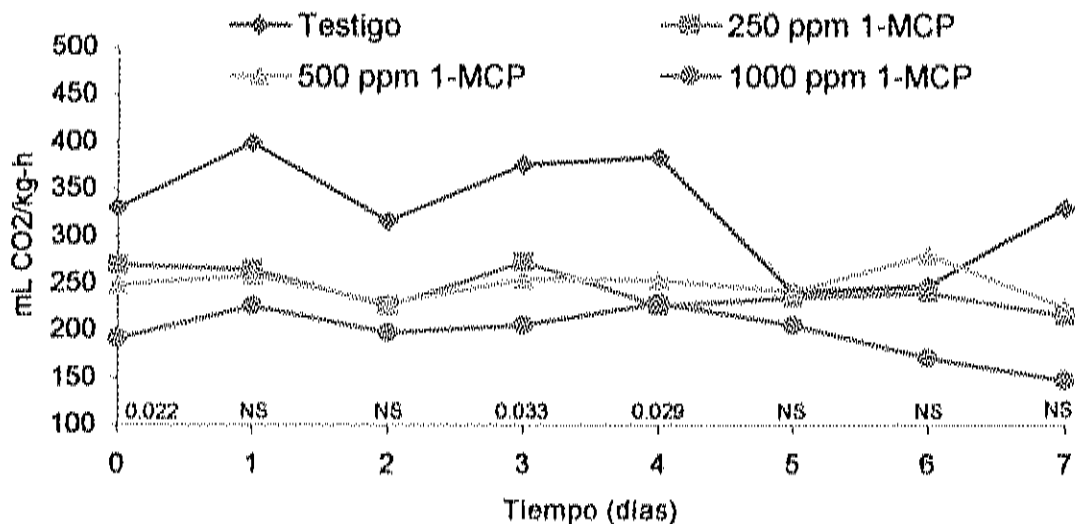


Figura 11. Tasa respiratoria de raquis de uva "Flame seedless" almacenados a 2° C por 15 días y transferidos a 20° C. (NS. No significativo. Barras en cada tiempo de muestreo, significa la diferencia mínima significativa ($p < 0.05$)).

el comportamiento respiratorio de raquis almacenados a 2°C y tratados con 1000 ppm de 1-MCP fue el que mejores resultados presentó, ya que el 1-MCP tuvo un efecto en la disminución en la producción de CO₂. El rango de la tasa respiratoria en raquis almacenados a 20° C y a 2° C fue de 120 - 820 mL CO₂/kg-h y 140 – 390 mL CO₂/kg-h respectivamente; valores que coinciden con los resultados obtenidos por Gardea y colaboradores (1994) con esta misma variedad, donde estudio la pérdida de peso poscosecha de racimos de uva de mesa flame seedless.

Las observaciones señaladas anteriormente, nos permitieron corroborar lo que ya se había encontrado en otros estudios, que el racimo completo respira a baja velocidad comparado con los raquis; los cuales respiran a una velocidad comparativamente más alta (aprox. 12 veces mayor), perdiendo al mismo tiempo más agua y explicando así su alta susceptibilidad a deshidratarse y deteriorarse. Por esta razón, se observa a simple vista que aun cuando las bayas se encuentran firmes y turgentes el raquis ya presenta un marchitamiento y demerita el valor, tanto comercial como de calidad. Lo anterior concuerda con el comportamiento y resultados obtenidos por García (2002), Gardea y col. (1994) y Crisosto y col. (2001) con la misma variedad de uva de mesa.

Por otro lado, en mango tratado con 1-MCP se observaron tasas de producción de CO₂ máximas de 106 a 167 mL/kg-h (Velasco, 2004), esto comparado con los resultados encontrados por nosotros en uva de mesa en el presente estudio son valores mucho mayores lo cual se debe al tipo de fruto ya que frutos climatéricos como el mango tienen reportadas tasas mayores que frutos no climatéricos como uva de mesa los cuales presentan una producción de CO₂ de alrededor de 15 mL/kg-h.

Producción de Etileno

La producción de etileno en los frutos almacenados a 20°C (Figura 12), presentaron un valor máximo de 5.39 $\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$ en el primer día, donde los frutos tratados con 500 ppm de 1-MCP tuvieron mayor producción de etileno. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados; sin embargo, el tratamiento testigo mantuvo mayor control en la producción de etileno (1,3573 $\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$) a diferencia del resto de los tratamientos (en promedio 2,3684 $\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$), lo que indica que no hubo un efecto del 1-MCP sobre la producción de etileno por los racimos almacenados a 20°C.

Con respecto al comportamiento en los racimos almacenados a 2°C durante 15 días y trasladados a 20°C, se presentó una producción máxima de 2.05 $\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$ en el segundo día (Figura 13). Por lo tanto, se observa un efecto en la reducción en producción de etileno atribuido a la baja temperatura comparado con racimos almacenados directamente a 20°C. Asimismo, se observó que el tratamiento de 500 ppm de 1-MCP mostró mayor producción de etileno. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), donde los racimos tratados con 1000 ppm de 1-MCP produjeron menores cantidades de etileno (0,4320 $\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$).

La producción de etileno en raquis almacenados a 20°C (Figura 14) presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los raquis controles fueron los que presentaron una menor producción de etileno los primeros tres días de haber sido almacenados; después de ese día se observó un aumento en la producción, mostrándose un efecto positivo en los tratamientos con 1-MCP después del tercer día. Con lo que respecta a raquis expuestos a 2°C por 15 días y transferidos a 20° C, se encontró que presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 15).

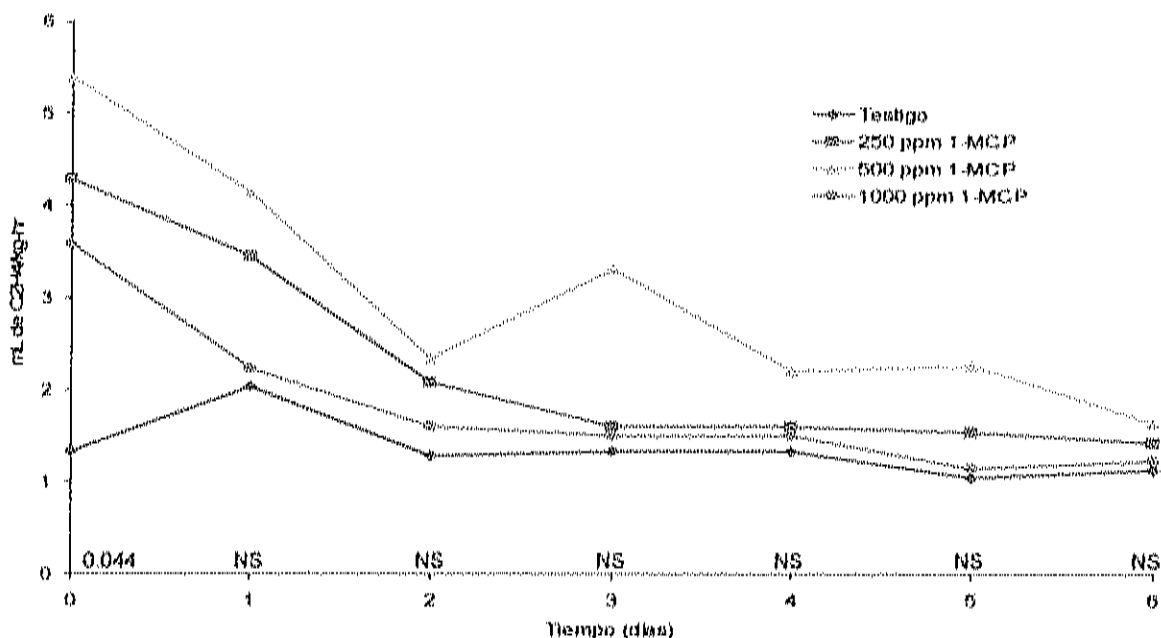


Figura 12. Dinámica de la producción de etileno en racimos de uva "Flame Seedless" almacenados a 20° C. (NS. No significativo. Barras en cada tiempo de muestreo, significa la diferencia mínima significativa ($p < 0.05$)).

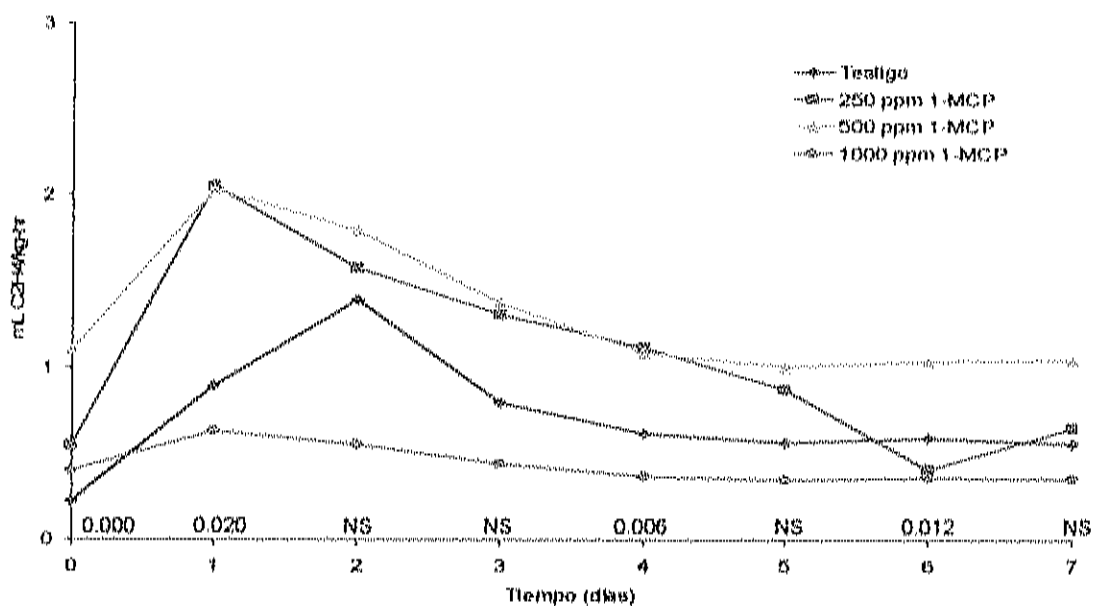


Figura 13. Dinámica de la producción de etileno en racimos de uva "Flame Seedless" almacenados a 2°C por 15 días y transferidos a 20° C. (NS. No significativo. Barras en cada tiempo de muestreo, significa la diferencia mínima significativa ($p < 0.05$)).

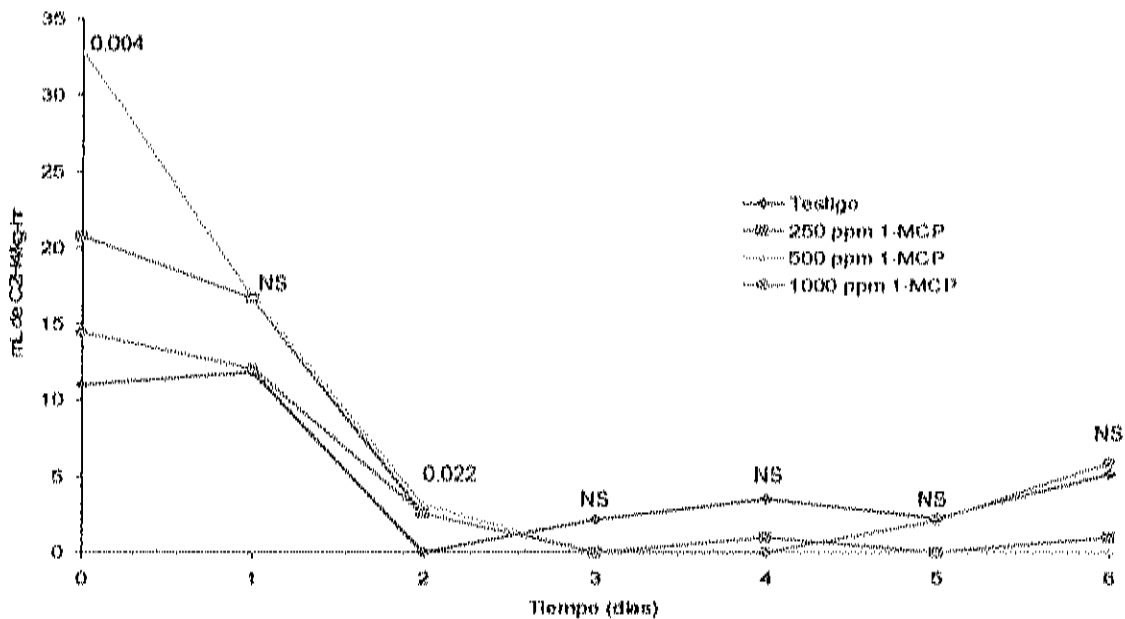


Figura 14. Dinámica de la producción de etileno en raquis de uva "Flame Seedless" almacenados a 20° C. (NS. No significativo. Barras en cada tiempo de muestreo, significa la diferencia mínima significativa ($p < 0.05$)).

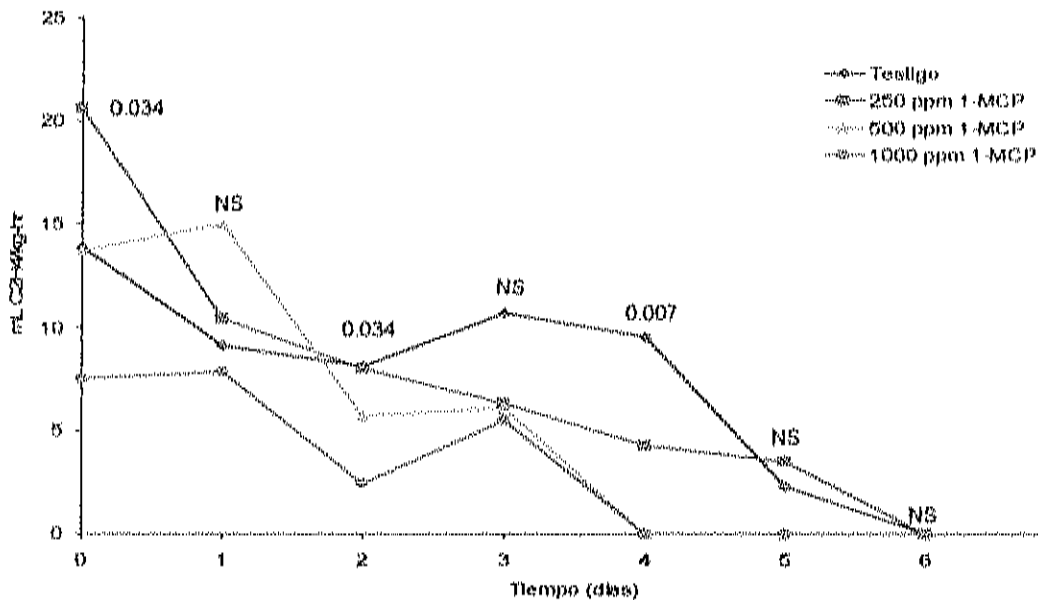


Figura 15. Dinámica de la producción de etileno en raquis de uva "Flame Seedless" almacenados a 2°C por 15 días y transferidos a 20° C. (NS. No significativo. Barras en cada tiempo de muestreo, significa la diferencia mínima significativa ($p < 0.05$)).

Los raquis tratados con 1000 ppm de 1-MCP presentaron una clara reducción en la producción de etileno (2,9044 $\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$), comparado con los otros tratamientos (6,500 $\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$).

Se pudo observar que tanto en racimos, como en raquis tratados con 1-MCP y almacenados a 20° C se presentó un aumento en la síntesis de etileno comparado con el tratamiento testigo, este comportamiento coincide con el reportado por Mullins y col. (2000) en toronja, Chervin y col (2004) en uva y por Ku y Wills (1999) en fresa los cuales son frutos no climatéricos; hasta el momento se desconoce la razón por la cual esto sucede, sin embargo se cree que altas concentraciones de 1-MCP pueden accionar algún sistema natural de defensa en frutos no climatéricos el cual les confiere resistencia, o quizá se de la inducción de la expresión de nuevos receptores.

Sisler y col. (1996) indican que el 1-MCP invariablemente se une al receptor de etileno e hipotetizan que el 1-MCP, compite por la proteína receptora de etileno con el etileno, el cual tiene mayor afinidad por esta proteína (Sisler y Serek, 1997). La producción de etileno puede iniciarse por factores de desarrollo y medio ambiente (Yang y Hoffman, 1984). En ausencia del 1-MCP esta molécula son recibidas por la EBP_s, esta unión da como resultado la inactivación de la cascada de la MAP kinasa (proteína mitógena activada), regulada por la CTR1, la cual a su vez activa la cascada de señales para que se sinteticen la expresión de los genes responsables de las acciones inducidas por el etileno (Mullins et al., 2000). Sin embargo, en presencia del 1-MCP el etileno no se puede unir. Consecuentemente, no se reciben las señales para controlar el metabolismo de etileno y el tejido continua produciendo grandes cantidades de este compuesto, a esto quizás se deba el aumento observado por nuestro estudio.

El efecto de la aplicación del 1-MCP no fue altamente satisfactorio para el control de la producción de etileno, esto puede deberse a que esta oleofina inhibe la acción del etileno y no su biosíntesis.

Peso de la Cutícula del Raquis

La cutícula de los frutos constituye una película periférica que recubre las células epidérmicas que es la principal responsable de la disfunción e intercambio de gases, agua y solutos. La eficiencia de estos procesos a lo largo de la maduración y senescencia está determinada por los cambios cuantitativos y cualitativos en los principales componentes de la cutícula: Cutina y ceras (Kolattukudy, 1984, Albrigo, 1986). Se ha observado que el peso de la cutícula depende en gran medida del contenido de cutina, que en promedio representa el 95% del peso total de la cutícula, mientras que el 5% restante corresponde a ceras (Petracek, 1991).

Con respecto al peso de las cutículas en raquis, expresado como $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (Cuadro 1), se encontraron valores en promedio desde 555 a 262 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ para pedúnculos superiores, inferiores y laterales del raquis. No se observó un efecto marcado en la aplicación del 1-MCP, ya que las variaciones se pudieron deber al muestreo. No existen estudios que nos indiquen el peso de la cutícula en raquis, sin embargo hay reportes en frutas como las cítricas que obtuvieron valores de peso de cutículas, entre 600 y 300 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, se ha visto que el peso de las cutículas de los frutos cítricos es, en general, inferior al de las hojas de las mismas especies (Báez, 1991). Tales valores, aunque ligeramente mayores que los valores máximos encontrados en nuestro estudio resultan comparables. Por otra parte, Mendoza (1996), reportó pesos cuticulares de 834,79 a 2010,98 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ para tomates normales. Estos valores, son superiores a los encontrados en este estudio, pero es importante señalar que los frutos son tejidos más especializados y menos permeables que los tallos como el raquis.

Cuadro 1. Peso cuticular en raquis de uva de mesa expresado en $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ al día 0, tratados con 1-MCP y almacenados a 20 y 2 °C.

| Tratamiento | Pedúnculo Superior Almacenados a 20°C | | Pedúnculo Superior Almacenados a 2°C | | Pedúnculo Inferior Almacenados a 20°C | | Pedúnculo Inferior Almacenados a 2°C | | Laterales Almacenados a 20°C | | Laterales Almacenados a 2°C | |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| | Testigo | 370.61 ^a | 555.55 ^a | 307.69 ^a | 471.70 ^a | 355.26 ^a | 441.86 ^a | 322.19 ^b | 352.11 ^b | 316.29 ^b | 344.92 ^b | 262.30 ^c |
| 250 ppm de 1-MCP | 324.32 ^b | 472.83 ^b | 477.16 ^b | 495.86 ^a | 384.03 ^c | 406.19 ^b | 406.19 ^b | 406.19 ^b | 406.19 ^b | 406.19 ^b | 406.19 ^b | 406.19 ^b |
| 500 ppm de 1-MCP | 437.79 ^c | 479.73 ^b | 384.03 ^c | 384.03 ^c | 384.03 ^c | 384.03 ^c | 384.03 ^c | 384.03 ^c | 384.03 ^c | 384.03 ^c | 384.03 ^c | 384.03 ^c |
| 1000 ppm de 1-MCP | 374.58 ^a | 424.24 ^c | 330.27 ^a | 398.71 ^b | 330.27 ^a | 398.71 ^b | 398.71 ^b | 398.71 ^b | 398.71 ^b | 398.71 ^b | 398.71 ^b | 398.71 ^b |

Diferente letra entre columnas indica diferencia mínima significativa ($p < 0.05$).

Ceras Intracuticulares

En el cuadro 2 se observa el contenido de ceras intracuticulares en raquis de uva de mesa almacenados a condiciones de mercadeo y almacenamiento. Se observaron rangos de 0.1458 a 0.4378 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ para los pedúnculos superiores almacenados a 20°C; de 0.0410 a 0.6967 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ para los pedúnculos superiores almacenados a 2°C; 0.1331 a 0.8629 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$; 0.1852 a 0.7143 para los pedúnculos inferiores almacenados a 20 y 2°C respectivamente. Para laterales almacenados a 20°C encontramos valores que van desde 0.1134 hasta 0.5271 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$; mientras que para los laterales almacenados a bajas temperaturas fueron de 0.1069 a 0.4435 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, todo esto en los cuatro tratamientos.

El comportamiento general en el contenido de ceras intracuticulares en pedúnculo superior, inferior y laterales de los diferentes tratamientos con 1-MCP fue de una disminución con respecto al testigo (Cuadro 2). En pedúnculos superiores almacenados a temperatura de mercadeo se encontró que el tratamiento testigo y el tratado con 1000 ppm de 1-MCP no presentaron una diferencia significativa, mientras que los pedúnculos tratados con 250 y 500 ppm de 1-MCP tendieron a disminuir y fueron diferentes significativamente con el testigo. Similar comportamiento se presentó en pedúnculos superiores almacenados a 2°C, pero difiere en los valores del contenido de cera. En pedúnculos inferiores almacenados a 20°C se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento testigo y el de 250 y 1000 ppm de 1-MCP, siendo menor el contenido de ceras intracuticulares en los pedúnculos testigo, esto en contraste con los pedúnculos almacenados a 2°C, ya que aquí se observó una disminución en el contenido de cera en los tratamientos de 250, 500 y 1000 ppm de 1-MCP con respecto al testigo. Por otra parte, en laterales almacenados a 20°C se encontró que el testigo no presentó diferencia

Cuadro 2. Contenido de ceras intracuticulares en raquis de uva de mesa tratados con 1-MCP y almacenados a 20 y 2°C expresado en µg/cm².

| Tratamiento | Pedúnculo Superior Almacenados a 20°C | Pedúnculo Superior Almacenados a 2°C | Pedúnculo Inferior Almacenados a 20°C | Pedúnculo Inferior Almacenados a 2°C | Laterales Almacenados a 20°C | Laterales Almacenados a 2°C |
|-------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Testigo | 0.3427 ^a | 0.6967 ^a | 0.1538 ^a | 0.7143 ^a | 0.4836 ^a | 0.3390 ^a |
| 250 ppm de 1-MCP | 0.1458 ^b | 0.0410 ^b | 0.8529 ^b | 0.4310 ^b | 0.3942 ^b | 0.3521 ^a |
| 500 ppm de 1-MCP | 0.4378 ^a | 0.2491 ^c | 0.1331 ^a | 0.1852 ^c | 0.1134 ^c | 0.1069 ^b |
| 1000 ppm de 1-MCP | 0.1565 ^b | 0.6212 ^a | 0.3448 ^c | 0.5641 ^d | 0.5271 ^a | 0.44355 ^c |

Diferente letra entre columnas indica diferencia mínima significativa (p < 0.05).

estadísticamente significativa con el tratamiento de 1000 ppm, pero sí con los tratamientos de 250 y 500 ppm. Por último, en laterales almacenados a bajas temperaturas se observó un ligero aumento debido al tratamiento con 1000 ppm de 1-MCP comparado con el testigo.

Por el momento no existen estudios donde reporten contenido de cera intracuticular en raquis, únicamente reportan contenido de cera epicuticular, la cual se encuentra ausente en raquis tanto jóvenes como maduros (Rogiers et al., 2004, Palliotti y Cartechini, 2001). En estos estudios, se concluyó que la pérdida de peso del racimo de uva durante la maduración no es el resultado de algún trastorno en la cutícula; pero es importante señalar que ambos estudios se enfocaron en bayas y no en el raquis. Por otra parte, Petit (2003) reportó que en mangos el contenido de ceras intercuticulares fue de 184.64 a 593.92 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, Mendoza (1996), reportó rangos de valores en frutos de tomate de 54.56 a 96.45 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, valores que se encuentran muy por encima de los encontrados en este estudio; pero se debe considerar la diferencia del tipo de tejido, ya que los frutos son tejidos mucho más especializados.

CONCLUSIONES

- ✓ El tratamiento con 1000 ppm de 1-MCP retrasó la pérdida de peso en los racimos completos. En raquis el tratamiento con 1-MCP no tuvo efecto en la disminución del porcentaje de pérdida de peso.
- ✓ La aplicación de 1000 ppm de 1-MCP disminuyó la tasa respiratoria en racimos completos y raquis.
- ✓ La producción de etileno aumentó con los tratamientos de 1-MCP en racimos completos y raquis almacenados a condiciones de mercadeo, mientras que los almacenados a bajas temperaturas y tratados con 1000 ppm de 1-MCP redujeron la producción de este gas.
- ✓ El peso cuticular y contenido de ceras intracuticulares no mostraron un patrón de comportamiento claro.

BIBLIOGRAFÍA

- AALPUM. Septiembre, 2005. Asociación Agrícola Local de Productores de Uva de Mesa. Información Estadística. Hermosillo, Sonora, México.
<http://www.aalpum.com.mx/principal.htm> (10-Septiembre-2005).
- Abdi, N., Mcglasson, W. B., Holford, P., Williams, M. y Mizeahi, Y. 1998. Responses of Climaeteric and Supressed-Climaeteric Plums to Treatment with Propylene and 1- Methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*. 14: 29-39.
- Able, A. J., Wong, L. S., Prasad, A. y O'Hare, T. J. 2002. 1-MCP is More Effective on a Floral Brassica (*Brassica oleracea* var. *Italica* L.) than Leafy Brassica (*Brassica rapa* var. *chinensis*). *Posthervest Biology and Technology* 26: 147-155.
- Albrigo, L. G. 1986. Peel Morphology and Fruit Blemishes. In: *Citrus Flowering, Fruit Set and Development (Citrus Short Course)*. Edited by Ferguson, J. J. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences. Pp. 73-80.
- Amarante, C. y Banks, N. H. 2001. Postharvest Physiology and Quality of Coated Fruits and Vegetables. *Horticultural Reviews*. 26:161-238.
- Amarante, C., Banks, N. y Ganes, S. 2001. Relationship Between Carácter of Skin Cover of Coated Pears and Permeance to Water Vapour and Gases. *Postharvest Biology and Technology*. 21:291-301.
- Báez, S. R. 1991. Cambios Fisiológicos Asociados a la Maduración y Senescencia de Mandarina Clementina (*Citrus clementina* Hort. Ex. Tanaka). Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Báez, S. R., Bringas, T. E., Ojeda, C. J. y Mercado, R. J. 2001. Uso de Diferentes Mezclas Cerosas para Evitar la Deshidratación del Raquis en Uva de Mesa en Postcosecha. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 43: 119 -122.
- Báez, S. R., Tadeo, F. R., Primo-Millo, F. y Zacarias, L. 1992. Physiological and Ultraestructural Changes During the Ripening and Senescence of "Clementine" Mandarin. *Acta Horticulturae*. 183:14 -18.
- Bittelli, M., Flury, M., Campell, G. S. y Nichols, E. 2001. Reduction of transpiration Though Application of Chitosan. *Agricultural and Forest Metereology*. 107: 167-175.

- Blankenship, M. S. 2001. Ethylene Effects and Benefits of 1-MCP. *Perishable Handling Quarterly*, Nov. Issue No. 108. Postharvest Technology Research and Information Center, University of California, Davis.
- Blankenship, M. S. y Dole, M. 2003. 1-Methylciclopropene: a Review. *Postharvest Biology and Technology*. 28: 1-25.
- Bleecker, A. B. y Schaller, G. E. 1996. The Mechanism of Ethylene Perception. *Plant Physiol.* 111: 653-660.
- Cameron, A. C. y Reid, M. S. 2001. 1-MCP Blocks Ethylene-Induced Petal Abscission of *Pelargonium peltatum* but the Effect is Transient. *Postharvest Biology and Technology* 22: 169-177.
- Carvalho, R. T. 1996. Lignificación del Raquis y su Efecto en la Vida Poscosecha de Uva de Mesa. Tesis de Maestría en Ciencias. DTAOV/CIAD, A.C., Hermosillo, Sonora, México. pp: 143.
- Coppel, L. M. E. 1999. Exportación de Uva de Mesa en los Últimos Cinco Años. 2^{do} Seminario de Viticultura: Exportación y Manejo de la Uva de Mesa. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. pp. 1-10.
- Crisosto, C. H. y Mitchell, G. F. 2001. Postharvest Handling System: Small Fruits. En: Kader, A. A. 2002. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Third Edition. University of California. Agriculture and Natural Resources. pp. 357.
- Crisosto, C. H., Garner, D. y Crisosto, G. 2002. Carbon Dioxide-Enriched Atmospheres During Cold Storage Limit Losses from Botrytis but Accelerate Rachis Browning of "Redglobe" Table Grapes. *Postharvest Biology and Technology* 26: 181-189.
- Crisosto, C. H., Smilanick, J. L. y Dokoozlian, N. K. 2001. Table Grapes Suffer Water Loss, Stem Browning During Cooling Delays. *California Agriculture*. January-February. pp. 39-42.
- Chervin, C., El-Kereamy, A., Roustan, J. P., Latché, A., Lamon, J. y Bouzayen, M. 2004. Ethylene Seems Required for the Berry Development and Ripening in Grape, a Non-Climateric Fruit. *Plant Science*. 06:1-6
- Díaz-Pérez, J. y Araiza, E., 1997. Transpiration Rates in Eggplant Fruit as Affected by Fruit and Caliz Size. *Postharvest Biology and Technology*. 13:45-49.
- Elboudwarej, A. F., Shirezi, A., Cameron, A. y Herner, R. C. 1990. Measurements of Transpiration of Different Parts of Grape Cluster. *Technical Abstracts* 41st Annual Congress Am. Soc. Enol. Vitic. Los Angeles, Cal., pp. 28-36.

- El-Otmani, M., Arpaia, M. L., Coggins, C. W., Pehrson, J. E. y O'Connell, N. V. 1989. Developmental Changes in "Valencia" Orange Fruit Epicuticular Wax in Relation to Fruit Position on the Tree. *Scientia Hort.* 41: 69-81.
- EPA. 2004. environmental Protection Agency. Pesticides: Regulating Pesticides. http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/factsheets/factsheet_129104.htm
- Fan, X., Blankenship, S. M. y Mattheis, J. P. 1999. 1-Methylcyclopropene Inhibits Apple Ripening. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124(6): 690-695.
- Feng, X., Apelbaum, A., Sisler, E. C. y Goren, R. 2000. Control of Ethylene Responses in Avocado Fruit with 1-Methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology.* 20: 143-150.
- Freeman, B., Albrigo, L. G. y Briggs, R. H. 1979. Ultrastructure and Chemistry of Cuticular Waxes of Developing *Citrus* Leaves and Fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104 (6): 801-808.
- García, R. J. 2002. Estudios Fisiológicos Asociados a la Deshidratación del Raquis de Uva de Mesa (*Vitis vinifera L.*). Tesis de Maestría en Ciencias. Hermosillo, Sonora, México. pp. 14-22, 43.
- García, R. J., Ojeda, C. A., Bringas T. E., Mercado, R. J., Mendoza, W. A., Sánchez, E. A. y Báez, S. R. 2000. Niveles de Deshidratación del Raquis de Uva de Mesa Variedad "Flame Seedless". *Rev. Iber. Technol. Postcosecha.* 2: 184-188.
- Gardea, A. A., Martínez-Telléz, M. A., Sánchez, A., Báez, M., Siller, J. H., Gonzáles, G. A., Báez, R., Crisosto, C. H. y Criddle, R. S. 1994. Postharvest Weight Lost of Flame Seedless Clusters. En: *International Symposium on Table Grape Production*. Ed. Rantz, J.M. Anraheim, California, USA. Junio 28 y 29. pp. 203-206.
- Gardea, A. A., Sánchez, A., Báez, M., Báez, R., Siller, J. H., Romo, R. y Avalos, J. 1993. Pérdida de Peso de Racimos de Uva "Flame Seedless" Durante el Empacado y Preenfriado. II Ciclo Internacional de Conferencias Sobre Viticultura. 29 de Junio al 2 de Julio, Hermosillo, Son., Méx., Pp. 142-149.
- Golding, J. B., Shearer, D., Wyllie, S.G. y McGlasson, W. B. 1998. Application of 1-MCP and Propylene to Identify Ethylene-Dependent Ripening Processes Banana Fruit. *Postharvest Biology and Technology.* 14(1): 87-98.
- Guerrero, R. J. C. 1999. Prólogo, 2^{do} Seminario de Viticultura: Exportación y Manejo de la Uva de Mesa. Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.

- Hershkovitz, V., Saguy, S. I. y Pesis, E. 2005. Postharvest Application of 1-MCP to Improve the Quality of Various Avocado Cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 37(3): 252-264.
- Ichimura, K., Shimizu, H., Hiraya, T. y Hisamatsu, T. 2002. Effect of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on the Vase Life of Cut Carnation, *Delphinium* and Sweet Pea Flowers. *Bull. Natl. Inst. Flor. Sci.* 2(1): 1-8.
- Kader, A. A. 2002. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Third Edition. University of California, Agriculture and Natural Resources. pp. 535.
- Kester, J. J. y Fennema, O. R. 1986. Edible Films and Coatings: A Review. *Food Technol.* 47-59.
- Kolattukudy, P. E. 1984. Biochemistry and Function of Cutin and Suberin. *Can. J. Bot.* 62:2918-2933.
- Kramer, P. J. 1974. El Agua y el Papel que desempeña en las Plantas. En: *Relaciones Hídricas de Suelos y Plantas*. EDUTEX, S. A. México. D. F. p 1-50.
- Ku, V. V. V. y Wills, R. B. H. 1999. 1-Methylcyclopropene Can Differentially Affect the Postharvest Life of Strawberries Exposed to ethylene. *HortScience*. 34 (1):119-120.
- Lau, O. L. y Meheriuk M. 1994. The effect of Edible Coating on storage Quality of McIntosh, Delicious and Spartan Apples. *Canadian Journal of Plant Science*. 74: 847-852.
- Mendoza, W. A. 1996. Características Cuticulares y Actividad de poligalacturonasas Durante la Maduración y Senescencia de los frutos de Tomate. Tesis de Maestría. CIAD. pp. 30-34
- Molina, B. R. 1998. Prólogo. 1^{er} Seminario de Viticultura: Mercado, Costos y Manejo de la Producción de Uva en Sonora. Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.
- Mullins, E. D., McCollum, T. G. y McDonald, R. E. 2000. Consequences on Ethylene Metabolism of Inactivating the Ethylene Receptor Sites in Diseased Non-Climateric Fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 19: 155-164.
- Nazir, A. M., Curel, E., Khan, N., Whitaker, M. y Randolph, M. B. 2001. Harvest Maturity, Storage Temperature, and 1-MCP Application Frequency Alter Firmness Retention and Chlorophyll Fluorescence of "Redchief Delicious" Apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126(5): 618-624.

- Nelson, E. K. 1985. Harvesting and Handling California Table Grapes for Market. Bull. 1913. ANR Publications, University of California, Oakland, Cal. pp. 3-13.
- Nelson, E. K. 1991. The Grape. En: Quality and Preservation of Fruits. Ed. Skin N. A. M. CRC Press. Boca Raton, Florida. USA. pp. 165-167.
- Nussinovitch, A. y Lurie, S. 1995. Edible Coatings for Fruits and Vegetables. Review Article. Postharvest News and Information 6(4): 53-57.
- Nussinovitch, S. H. 2001. Permeability and Roughness Determinations of Wax-Hydrocolloid Coating, and Their Limitations in Determining Citrus Overall Quality. Food Hydrocolloid. 15:127-137.
- Palliotti, A. y Cartechini, A. 2001. Developmental Changes in Gas Exchange Activity in Flowers, Berries, and Tendrils of Field-Grow Cabernet Sauvignon. Am. J. Enol. Vitic. 52 (4): 317-323.
- Pantástico, B. 1979. Fisiología de la Postrecolección, Manejo y Utilización de frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales. Segunda impresión. Compañía Editorial Continental, S. A. México, D. F. pp. 28-31.
- Pérez-Gargo, M. B. y Krochta, J. M. 2001. Lipid Particle Size Effect on Water Vapor Permeability and Mechanical Properties of Whey Protein/Beeswax Emulsion Films. J. Agric. Food Chem. 49: 996-1002.
- Petracek, P. D. 1991. Studies on the Properties of Isolated Tomato Fruit Cuticles: Selected Cuticular Physicochemical Characteristics and Cuticular Sorption and desorption of Nonionic surfactant. Thesis Doctoral. Michigan State University. pp. 4-39.
- Porat, R., Shlomo, E., Serek, M., Sisler, E. y Borochoy, A. 1995. 1-Methylcyclopropene Inhibits Ethylene Action in Cut Phlox Flowers. Postharvest Biology and Technology 6: 313-319.
- Porat, R., Weiss, B., Cohen, L., Daus, A., Goren, R. y Drobt, S. 1999. Effects of Ethylene and 1 – Methylcyclopropene on the Postharvest Qualities of 'Shamouti' Oranges. Postharvest Biology And Technology. 15: 155-163.
- Reid, M., Celikel, F., McKay, A. y Hunter, D. 2001. Use of 1-MCP on Floral Products. Perishables Handling Quarterly. pp. 7-10.

- Rieder, M. y Schneider, G. 1990. The Effect of Environment in the Permeability and Composition of Citrus Leaf Cuticles. II. Composition of Soluble Cuticular Lipids and correlation with Transport Properties. *Planta*. 180 (2): 154-165.
- Riederer, M. y Schneider, G. 1990. The Effect of Environment in the Permeability and Composition of Citrus Leaf Cuticles. II. Composition of Soluble Cuticular Lipids and Correlation with Transport Properties. *Planta*. 180 (2): 154-165.
- Rojas, M. 1993. Control Hormonal de Desarrollo de la Plantas. Ed. Limusa. Pp. 35-37.
- Rogiers, S. Y., Hatfield, J. M., Gunta Jaudzems, V., White, R. G. y Keller, M. 2004. Grape Berry cv. Shiraz Epicuticular Wax and Transpiration During Ripening and Preharvest Weight Loss. *Am. J. Enol. Vitic.* 55 (2): 121- 127.
- Salisbury, F. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana. México
- Salunkhe, D. K. y Kadam, S. S. 1995. Grape. Handbook of Fruit Science and Technology. Production, Composition, Storage and Processing. Marcel Dekker, Inc. USA. pp. 7-38.
- Salviet, M. E. y Sharif, A. R. 1992. Ethanol Inhibits Ripening of Tomato Fruit Harvest at Various Degrees of Ripeness Without Affecting Subsequent Quality. *J. Amer. Soc.* 117 (5): 793-798.
- Schonherr, J. y Riederer, M. 1986. Plant Cuticles Sorb Lipophylic Compounds During Enzimatic Isolation. *Plant Cell and Enviroment*. 9: 459-466.
- Silva, F. M., Chau, K. V., Brecht, J. K y Sargent, S. A. 1999. Modified Atmosphere Packaging for Mixed Loads of Horticultural Commodities Exposed to Two Postharvest Temperatures. *Postharvest Biology And Technology*. 17:1-9.
- Sisler, E. C. y Serek, M. 1997. Inhibitors of Ethylene Responses in Plants at the Receptor Level: Recent Developments. *Physiology Plant*. 100: 577-582.
- Sisler, E. C. y Serek, M. 1999. Compounds Controlling the Ethylene Receptor. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 40: 1-7.
- Sisler, E. C., Dupille, E. y Serek, M. 1996. Effects of 1-methylcyclopropene and Methylcyclopropene on Ethylene Binding and Ethylene Action on Cut Carnation. *Plant Growth Regulation*. 18: 79-86.
- Sisler, E. C. y Yang, S. F. 1984. Ethylene the Gaseous Plant Hormone. *BioSci* 34: 234-238.

- Sisker, E. C. y Wood, C. 1988. Competition of Unsaturated Compounds with Ethylene for Binding and Action in Plants. *Plant Growth Regulation*. 7: 181-191.
- Suslow, T. V., Cantwell, M. y Mitchell, J. 2000. Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha. Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA.
- Thimann, K. V. 1983. Senescence in Plants. CRC Press, Inc. pp: 158-205.
- Velasco, U. B. 2004. Aplicación de Cera Comestible en Combinación con 1-MCP para Alargar la Vida de Anaquel de Mangos de las Variedades "ATKINS" y "KEITT". Tesis de Maestría en Ciencias. Hermosillo, Sonora, México.
- Vial, P. M., Crisosto, C. H. y Crisosto, G. M. 2005. Early Harvest Delays Berry Skin Browning of "Princess" Table Grapes. *California Agriculture*, Vol. 59, 9: 103-108.
- Winkler, A. J., Cook, J. A., Kliwer, W. M., Lider, L. A. 1974. *General Viticulture*. University of California Press. California. USA. pp. 709.
- Yang, S. F. y Hoffman, N. E. 1984. Ethylene Biosynthesis and its Regulation Higher Plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 35:115-189.