



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

INSTITUTO DE HORTICULTURA

CONSERVACIÓN Y MANEJO POSTCOSECHA DE PIÑAS ORNAMENTALES

(*Ananas spp.*)

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

PRESENTA:

ROSA LIDIA HERNÁNDEZ ÁLVAREZ

TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2010



La presente tesis titulada “CONSERVACIÓN Y MANEJO POSCOSECHA DE PIÑAS ORNAMENTALES (*Ananas* spp.)” realizada por la alumna Ing. Rosa Lidia Hernández Álvarez, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR: Ph. D. Ma. Teresa B. Colinas León



ASESOR: Dra. María Teresa Martínez Damián



ASESOR: M.C. Amando Espinosa Flores



AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por haberme dado vida, salud y fortaleza para poder escalar un peldaño más en el ámbito profesional.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por la beca otorgada para la realización de los estudios de maestría y el presente trabajo de investigación.

A la **Universidad Autónoma Chapingo** por brindarme la oportunidad de continuar con mi formación académica.

A la Ph. D. **Ma. Teresa B. Colinas León** por sus conocimientos impartidos y su oportuna dirección en la presente Tesis, así como por su generoso apoyo en la conclusión de mis metas.

Al Comité de tesis
**Ma. Teresa B. Colinas León, Ma. Teresa Martínez Damián
y Amando Espinosa Flores**

A la empresa **SipeFlor, S. A. de C.V. La Reina de las piñas**, por su valiosa información aportada en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A mis padres **Octavio Hernández Sánchez y Lidia Álvarez Trujillo** y hermanos **Octavio Cesar y Fernando**, por sus grades enseñanzas, por su amor y confianza depositada en mi.

A mi hijo **Luis Ángel Ramírez Hernández**, quien día a día me da esa chispa de alegría para seguir adelante y alcanzar mis sueños.

A mi esposo **Luis Antonio** y a mis amig@s incondicionales **Eduardo☺, Nadia, Cecilio (colega)**, por ese gran apoyo, sinceramente, gracias.

Y a toda Persona que colaboró directa o indirectamente en la realización de este trabajo.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor del presente trabajo, Ing. Rosa Lidia Hernández Álvarez, es originario de Martínez de la Torre, Veracruz. Realizó estudios de Educación Superior en la Universidad Autónoma Chapingo, donde cursó la carrera de Ingeniero Agroindustrial de 2001 a 2005. Realizó la Maestría en Ciencias en Horticultura en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo durante el periodo 2008 – 2009.

**CONSERVACIÓN Y MANEJO POSTCOSECHA DE PIÑAS
ORNAMENTALES (*Ananas spp.*)
POSTHARVEST CONSERVATION AND MANAGEMENT OF
ORNAMENTAL PINEAPPLE (*Ananas spp.*)**

Rosa Lidia Hernández Álvarez¹ y Ma. Teresa B. Colinas León²

RESUMEN

Dentro de la horticultura, la floricultura toma un papel muy importante, debido a que las flores de corte, tienen un elevado valor comercial, sin embargo son muy perecederas. Dentro de las ornamentales de corte, de reciente introducción al mercado mexicano se encuentran las piñas ornamentales (*Ananas, spp*); las cuales son el objetivo de este estudio. Es necesario generar investigación en cuanto a la mejora de su valor estético, reduciendo la pérdida de calidad durante el manejo postcosecha, con el fin de retardar su senescencia, mediante el uso de soluciones preservadoras interactuando con el uso de 1-Metilciclopropeno (1-MCP), retardador de senescencia de reciente introducción al mercado. Para ello, se realizaron evaluaciones físicas, químicas y fisiológicas, obteniéndose que las mejores soluciones son las formadas por 8-Hidoxiquinoleina citrato (200 ppm) + sacarosa (1%) + Citocinina (Cystar a 0.5 mL·L⁻¹), interactuando con y sin 1-MCP.

Palabras clave: Piña ornamental, 1-Metilciclopropeno, 8-Hidroxiquinoleina citrato, citocinina, sacarosa.

ABSTRACT

Within horticulture, floriculture takes a very important role due to the high commercial value of cut flowers, yet they are highly perishable. Among the cut ornamentals newly introduced to the Mexican market are ornamental pineapples (*Ananas spp.*), which are the focus of this study. It is necessary to generate information in terms of improving their aesthetic value and reducing quality loss during post harvest handling in order to delay their senescence, through the use of preservative solutions interacting with the use of 1-methylcyclopropene (1-MCP), a senescence retardant newly introduced to the market. Therefore, physical, chemical and physiological evaluations were performed to obtain the best solutions, which are those formed by 8-Hydroxyquinoline citrate (200 ppm) + sucrose (1%) + cytokinin (Cystar 0.5 mL·L⁻¹), interacting with and without 1-MCP.

Keywords: ornamental pineapple, 1-methylcyclopropene, 8-hydroxyquinoline citrate, cytokinin, sucrose.

¹ Tesista

² Director

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iiiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Generalidades del cultivo	5
2.1.1 Preparación de terreno	6
2.1.2 Siembra.....	6
2.1.3. Control de malezas	7
2.1.4. Aplicaciones de fungicida	8
2.1.5. Riego por goteo	8
2.1.6 Nutrición.....	8
2.1.7 Control de Sinfilidos	10
2.1.8. Control de Piojo Harinoso y Ácaros	10
2.1.9 Inducción floral.....	11
2.1.10 Protección contra el sol.....	11
2.1.11 Variedades de piña ornamental	12
2.2 Factores que afectan la calidad postcosecha de los ornamentales	14
2.3 Senescencia.....	17
2.3.1 Cambios en la pigmentación	18
2.4. Soluciones Químicas	19
2.4.1 Ingredientes principales en la preparación de soluciones.	20
2.4.1.1 8-Citrato de hidroxiquinoleina (8-HQC)	22
2.4.1.2 Cystar ®.....	23
2.4.1.3 Azúcares.....	24
2.5. Etileno	25
2.5.1-Metilciclopropeno (1-MCP)	25
2.5.2 Ethylbloc	27
2.5.2.1 Método de aplicación de EthylBloc® Sachet:.....	28

III. MATERIALES Y METODOS.....	30
3.1.- Material vegetativo.....	30
3.2.- Establecimiento del experimento.....	30
3.3.- Variables de estudio	31
3.3.1.- Variables físicas	31
3.3.2.- Variables químicas	32
3.3.3.- Variables fisiológicas.....	34
3.4.- Análisis de Resultados	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1 Variables Físicas	37
4.1.1 Diámetro	37
4.1.2 Firmeza	38
4.1.3 Color	40
6.1.4. Unidades SPAD.....	43
4.2 Variables Químicas.....	44
4.2.1 Antocianinas.....	44
4.2.2. Carotenoides y clorofilas.....	46
4.2.3 Azúcares solubles Totales	48
4.2.4. Azúcares Reductores	49
4.3. Variables Fisiológicas	51
4.3.1 Pérdida de peso	51
4.3.2 Respiración y Etileno	53
4.3.2.1 CO ₂	53
4.3.2.2 Etileno	55
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. LITERATURA CITADA.....	59

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Variedades de piñas ornamentales.....	12
Cuadro 2.- Número de sobres a utilizar en una caja.....	28
Cuadro 3.- Diámetro de tallo en la base de la flor.....	38
Cuadro 4.- Firmeza en flores de piña ornamental.....	39
Cuadro 5.- Ángulo de tono (°h) en piña ornamental.....	41
Cuadro 6.- Antocianinas en piña ornamental.....	46
Cuadro 7.- Azúcares totales en piña ornamental.....	49
Cuadro 8.- Azúcares reductores en piña ornamental.....	50

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.- Luminosidad en Piña de ornato.....	42
Fig. 2.- Clorofila en la corona de las piñas ornamentales.....	43
Fig. 3.- Coloración inicial de la corona a la izquierda y final a la derecha.	44
Fig. 4.- a) Caroteno en cáscara y b) Clorofila en cáscara.....	47
Fig. 5.- Pérdida de peso en piña ornamental.....	52
Fig. 6.- Liberación de CO ₂	54
Fig. 7.- Liberación de etileno.....	56

I. INTRODUCCIÓN

Un área muy importante de la horticultura es la floricultura, en la cual, la fase postcosecha incluyendo el acondicionamiento y venta de flores, representan cerca de 80% de las actividades. Requiriendo un manejo de alta especialización y de una mejora de los métodos de empaque con el fin de tener conocimiento de los factores que influyen el mantenimiento de la calidad y la vida de florero (McGlassan, 1998).

Las flores de corte, tienen un alto valor comercial, sin embargo son muy perecederas. Debido a sus altas velocidades de respiración, rápido deterioro y susceptibilidad a daños mecánicos, requieren de un mayor cuidado durante el manejo postcosecha. Los ornamentales ocupan una parte importante en el comercio internacional, a menudo se producen miles de millares en los mercados previstos. Su mercado implica cambios continuos en la oferta y demanda, debido a su gran venta en días festivos. De aquí la necesidad de optimizar el manejo postcosecha de estos cultivos (Reid, 2002).

Existen muchos factores que afectan la calidad postcosecha de los ornamentales, como son el estado de madurez de la flor, el suministro de alimento y agua, el manejo de la temperatura, daños mecánicos, enfermedades, entre otros, que reducen la vida en florero de las flores de

corte. Hasta ahora se ha tenido poco éxito en la conservación de las flores de corte para alargar la vida en florero. Más de 20% de éstas se pierden debido al mal manejo durante la cosecha, empaque, transporte y venta (Rendón, 2004).

Dentro de las ornamentales de corte, de reciente introducción al mercado mexicano se encuentran las piñas ornamentales, las cuales son un adorno muy atractivo para fiestas y pueden encontrarse en grandes supermercados. Se les puede usar para hacer arreglos florales exóticos o también para hacer mezclas originales. La piña miniatura es un miembro de la familia de las bromelias y algunas especies utilizadas para este fin son: *Ananas nanas*, *Ananas bracteatus*, *Ananas comosus*, *Ananas lucidu*, *Ananas parguazensi* y *Ananas sativus* (González, 2007).

En México la producción de piñas ornamentales existe desde 1997, cuando las compañías “Continental Floral Greens (CFG)” de los Estados Unidos y “Sipef” de Bélgica decidieron crear el proyecto “Las Piñas Decorativas”. La finca donde se produjo esta flor se ubicó inicialmente en Catemaco, Veracruz, aunque actualmente se ubican en la zona piñera de mayor importancia de México, en Isla, Veracruz.

Dichas piñas son el centro para este estudio, debido a que es necesario generar investigación en cuanto a la mejora de su valor estético, en lo referente a la disminución de la pérdida de calidad de la planta, durante el manejo postcosecha, con el fin de retardar su senescencia.

En este contexto, el presente trabajo se realizó con los siguientes objetivos:

- 1.- Evaluar el efecto de diferentes soluciones sobre la duración postcosecha de piñas de ornato.
- 2.- Determinar el efecto que el 1- metilciclopropeno (1-MCP) tiene en el incremento de la vida postcosecha de las piñas ornamentales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Las bromelias son un grupo de plantas de origen tropical, concretamente de la Selva de Brasil que comprende muchos géneros diferentes. Su característica principal es que crecen sobre los árboles, en huecos naturales y prácticamente no necesitan sustrato como las plantas normales. Sus hojas son lanceoladas, de tonos variados según su especie.

Lo que se conoce como la flor de las bromelias es en realidad una espiga formada por brácteas, que al principio tienen colores verdes y posteriormente rojos o purpúreos. La verdadera floración se produce dentro de las brácteas, también de vivos colores pero más pequeñas. Cuando una bromelia florece, cerca del segundo año, termina por marchitarse y morir; y los hijuelos tomarán el relevo durante los dos próximos años (García y Serrano, 2005).

Las bromelias se distribuyen desde Chile y Argentina hasta Norteamérica en el sureste de los Estados Unidos pasando por Centroamérica y el Caribe. Solo la especie *Pitcairnia feliciana*, se encuentra en el oeste del África. La altitud en las que crecen estas plantas varía desde el nivel del mar hasta 4500 msnm. Pueden encontrarse en una gran variedad de hábitats, desde el desierto semiárido hasta el bosque mesófilo de montaña y la selva alta perennifolia (García y Serrano, 2005).

Las plantas de la familia Bromeliaceae, presentan hojas arregladas en espiral, conocido comúnmente como 'roseta'. Las hojas pueden sobreponerse entre si de tal manera que forman una especie de reservorio donde se almacena el agua. Prácticamente carecen de raíces especializadas en la captación de los nutrimentos y es a través de las hojas que captan los minerales para su crecimiento y desarrollo. De hecho son consideradas como las plantas mejor adaptadas para la captación de nutrimentos y de humedad a través de sus hojas.

La piña es la planta más conocida de las 2,700 especies agrupadas en 56 géneros de la familia de las Bromeliaceae. Es el único miembro de esta familia que es cultivado para alimento humano. Otras especies que se cultivan son: *Neoglaziovia vairegata* para la obtención de fibra y como plantas de ornato *Guzmania lingulata*, *Aechmea fasciata* y *Vreisia splendens*. La familia Bromeliaceae crece en las regiones tropicales y subtropicales del Continente Americano (Neotropical). El mayor número de especies provienen de Sudamérica, siendo Brasil uno de los mas ricos en esta flora (García y Serrano, 2005).

El nombre científico de la piña de ornato es *Ananas* spp. y algunas de las especies utilizadas para este fin son: *Ananas nanas*, *Ananas bracteatus*, *Ananas comosus*, *Ananas lucidus*, *Ananas parguazensi* y *Ananas sativus*.

2.1 Generalidades del cultivo

La presente información, fue obtenida de la ficha técnica del cultivo de piña ornamental proporcionada por la empresa **SipeFlor, S. A. de C. V.** La Reina

de las Piñas, ubicada en desviación Paso Ganado s/n, Juan Rodríguez Clara, Veracruz.

2.1.1 Preparación de terreno

Las plantas de piña tienen una raíz muy superficial y delicada, por lo que requieren una excelente preparación del suelo. El suelo debe quedar sin terrones, perfectamente mullido y sin áreas que acumulen agua (encharcamientos). Una vez preparado y nivelado (en lo posible) el terreno, se procede a formar las camas de 80 cm de lomo, con 10 a 15 cm de altura (de acuerdo al riesgo de encharcamiento) y calles de 70 cm, que servirán de acceso al personal. El plástico a usar es del tipo agrícola, negro, calibre 110 a 125 y de 120 cm de ancho. Deberá evitarse al máximo que el personal pise el plástico durante todo el ciclo del cultivo, para lograr al menos 2 “cosechas” (plantilla y soca) sin hacer una nueva siembra.

La densidad a establecer es de 50 mil plantas·ha⁻¹, sembrando las nuevas plantas o vástagos cada 30 cm dentro de cada hilera sencilla, procurando que queden a “tresbolillo” para una mejor distribución espacial y desarrollo de raíces. Las hileras sobre las camas deben quedar con una separación de 50 cm, mientras que la distancia entre las camas para el paso del personal es de 100 cm.

2.1.2 Siembra

Durante el proceso de siembra se debe verificar constantemente que las plantas queden bien apretadas y sujetas a la tierra, en total contacto con ella

y sin espacios vacíos o “bolsas de aire” para lograr un excelente prendimiento. Para ello, hay que meter o dar un riego “pesado” durante las 24 horas anteriores a la siembra, con el fin de que la tierra este suficientemente húmeda y la planta quede bien sembrada y agarrada a la tierra.

Se deben sembrar plantas de una sola variedad y de un solo tamaño en cada lote, por lo que se requiere tener mucho cuidado al seleccionarlos, separando de origen los vástagos chicos, medianos y grandes (o en más clasificaciones, si se requiere) y así establecerlos en lotes separados para su adecuado manejo y cosecha.

2.1.3. Control de malezas

Antes de transcurrir 10 días después de la siembra, se debe aplicar una mezcla de herbicidas (selectivos a piña) en el área donde quede la tierra descubierta, sin plástico. Se sugiere una dosis de 1.0 kg de Karmex 80X + 300 gr de Hyvar 80X + 1/2 L de penetrante o adherente por cada tanque de 200 litros de agua que se utilice. La aplicación se debe hacer con bomba de mochila y boquilla 8004, inmediatamente después de una lluvia o después de regar previamente el lote a “punto de saturación”, para que los herbicidas actúen eficientemente. Aún cuando es selectivo a piña, si se aplica Hyvar sobre las plantas una vez que éstas ya enraizaron, se provocan quemaduras e intoxicaciones que solo ponen en riesgo y retrasan el desarrollo de las plantas, por lo que hay que evitarlas.

2.1.4. Aplicaciones de fungicida

Se sugiere -por aplicación- de $4.0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de Alliete 80 WP (Fosetyl-Aluminio de Bayer). Cada aplicación debe ser con bomba de mochila y boquilla 8008, dirigiendo el chorro de la solución (tipo inyección) al cogollo de cada planta para que la bañe y de ahí “baje” a todo el sistema radicular. Se debe diluir 1.0 kg de Alliete por cada 200 L de agua utilizada, correspondiéndole a cada planta una dosis de 40 a 50 mL de la solución. En la primera de éstas aplicaciones se pueden añadir por tanque de 200 L, 250 mL del enraizador Rooting con el objetivo de incrementar la masa radical y con ello mejorar su capacidad de sostén, absorción de nutrientes y agua. Se pueden dar hasta 3 aplicaciones durante el ciclo, especialmente durante las épocas de mayor riesgo por excesos de humedad y previo a la inducción floral.

2.1.5. Riego por goteo

Deberán efectuarse con una frecuencia de dos veces por semana, con tiempos de dos a cuatro horas, según la humedad del terreno.

2.1.6 Nutrición

30 días después de la siembra se puede efectuar la primera fertilización por goteo o fertirrigación. Las aplicaciones de fertilizante se harán cada 15 días, o de acuerdo al comportamiento de las plantas y condiciones del clima.

Primera fertilización:

50 Kg de fosfonitrato + 4 Kg de ácido fúlvico

Segunda fertilización:

50 Kg de fosfonitrato + 50 Kg de sulfato de potasio soluble + 4 Kg de ácido fúlvico.

Durante los siguientes cuatro meses se puede seguir aplicando la misma fertilización que contiene nitrógeno fósforo, potasio y algunos microelementos, por vía goteo. Se debe tener especial vigilancia de la sanidad de las raíces subterráneas, ya que de ello dependerá que los nutrientes así aplicados sean aprovechados por la planta.

Posteriormente y al menos cuatro veces (cada 45 días), se debe hacer una fertilización foliar mediante la aspersión de una solución de 25 kg de nitrato de magnesio + 10 kg de Fertipiña (elementos menores quelatados de Agricura) + 5 kg de ácido fúlvico, disueltos en 1,000 L de agua, correspondiéndole a cada planta alrededor de 20 mL de la solución. Se completan 4 aplicaciones hasta que la planta tenga siete meses de sembrada.

Se deben “preparar” a las plantas para que respondan adecuadamente al tratamiento de inducción floral, ya que esto apoyara al brote de un buen fruto o una bella flor. Para ello, 30 días antes de la inducción floral se aplican 100 kg de nitrato de potasio o cloruro de potasio, con el fin de asegurar una buena gestación y que la planta mejore su balance nutricional y de crecimiento.

2.1.7 Control de Sinfilidos

Primera aplicación de Lorsban 75 WG (clorpirifos de Dow) es a los 15 días después de sembrada la piña. Se sugieren 3 L de este producto por hectárea vía aspersión total o en chorro, dirigido a media mata, a razón de 0.5 L de clorofilitos por tanque de 200 L de agua, aplicando 6 tanques por hectárea.

2.1.8. Control de Piojo Harinoso y Ácaros

Quince días después de la aplicación del Lorsban 75 WG, se sugiere aplicar 5 L por hectárea de Diazol 50 EW (Diazinon de Agricura) vía aspersión total o en chorro, dirigido a media mata, a razón de 0.8 L por tanque de 200 L de agua, aplicando seis tanques por hectárea. Si las poblaciones de ácaro persisten, se sugiere aplicar 5 L por hectárea de Perfekthion (Dimetoato de Basf) vía aspersión total o en chorro, dirigido a media mata, a razón de 0.8 L por tanque de 200 L de agua, aplicando 6 tanques por hectárea. Cabe aclarar que éste último insecticida no está autorizado en piña para producir fruta y aunque en este caso es solo para piña de ornato, deberá consultarse a las autoridades correspondientes para su uso. En ambos casos se puede utilizar la boquilla 8008 y aplicar junto con el insecticida seleccionado, 2 kg de Fertipiña (Agricura) por tanque de agua, para que sean de 10 a 12 kg de producto por hectárea. El número de aplicaciones para el control de estos insectos puede ser de hasta cinco, además de dos para la desinfección de los hijuelos antes de su corte, si los muestreos fitosanitarios así lo indican.

2.1.9 Inducción floral

Se puede hacer con Ethrel 250 (Bayer), Madurex 720 (BASF) o Carburo de Calcio.

Ethrel: 10 mL por cada L de agua.

Madurex: 5 mL por cada L de agua.

Carburo de Calcio: 5 g por cada L de agua

De preferencia se debe usar agua que este lo más fría posible (menos de 10° C) y hacer la aplicación de cualquiera de los productos mencionados por la noche, ya que es cuando la planta tiene mayor probabilidad de que esté con los estomas abiertos. La mejor hora es por la madrugada, de las 4 a las 6 de la mañana. El tratamiento se repite una o hasta tres veces (en julio-agosto), dejando uno o dos días entre aplicación.

A los 40 días “nace” o “brota” la flor y es cuando se debe proteger del ataque de Thecla o Barrenador del fruto. Para ello se sugiere aplicar Sevin 5% granulado (1g / inflorescencia), Sevin 80 (4 kg·ha⁻¹) o mejor aún, Sevin XLR (4 kg·ha⁻¹) (todos de Agricura). Estas aplicaciones hay que hacerlas al menos 2 veces, con un intervalo de 7 a 10 días hasta que las flores individuales hayan cerrado completamente.

2.1.10 Protección contra el sol

Para evitar que los rayos del sol deterioren la coloración del fruto o inflorescencias y lleguen incluso a provocarles quemaduras en la piel, se

debe utilizar malla-sombra 50 o 60% desde poco antes de que la flor emerja, esto es, de la tercera a la cuarta semana posterior a la inducción, para que una vez que brote, ya esté cubierta o resguardada. Si no se cubre oportunamente, se decolora y pierde su belleza natural.

Durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero es posible prescindir del uso de la malla, ya que normalmente es cuando el sol se encuentra mas “lejos”, sus rayos son más inclinados y por ello la flor no se decolora. Sin embargo, el dejarlos expuestos implica el riesgo de que las condiciones pudieran ser particularmente calientes y uno o varios días bastarían para provocar daños.

2.1.11 Variedades de piña ornamental

En el cuadro 1 se presentan las variedades de piñas decorativas y de ornato con calidad de SipeFlor, que son empleadas en arreglos florales:

Cuadro 1.- Variedades de piñas ornamentales

 Geliana (CI 8)	<table> <tr> <td>Tamaño de manejo:</td><td>Chico</td></tr> <tr> <td>Medida de fruta:</td><td>de 4 a 6 cm</td></tr> <tr> <td>Tamaño del tallo:</td><td>de 30 a 50 cm</td></tr> <tr> <td>Tamaño de corona:</td><td>de 3 a 4 cm</td></tr> <tr> <td>Vida de anaquel:</td><td>de 15 a 20 días</td></tr> </table>	Tamaño de manejo:	Chico	Medida de fruta:	de 4 a 6 cm	Tamaño del tallo:	de 30 a 50 cm	Tamaño de corona:	de 3 a 4 cm	Vida de anaquel:	de 15 a 20 días
Tamaño de manejo:	Chico										
Medida de fruta:	de 4 a 6 cm										
Tamaño del tallo:	de 30 a 50 cm										
Tamaño de corona:	de 3 a 4 cm										
Vida de anaquel:	de 15 a 20 días										

 Carmina (CI 5)	Tamaños de manejo: Chico Medida de fruta: de 4 a 6 cm Tamaño del tallo: de 30 a 50 cm Tamaño de corona: de 3 a 4 cm Vida de anaquel: de 15 a 20 días
 Luciana (CI 3)	Tamaños de manejo: Chico y Mediano Medida de fruta: Chico, de 4 a 5 cm Mediano, de 5 a 7 cm Tamaño del tallo: Chico, de 38 a 48 cm Mediano, de 45 a 55 cm Tamaño de corona: de 3 a 5 cm Vida de anaquel: de 12 a 15 días
 Striatus	Tamaño de manejo: Chico, Mediano y Grande Medida de fruta: Chico, de 4 a 5 cm Mediano, de 5 a 7 cm Grande, de 8 a 10 cm Tamaño del tallo: Chico, de 30 a 40 cm Mediano, de 35 a 45 cm Grande, de 35 a 45 cm Tamaño de corona: de 3 a 4 cm Vida de anaquel: de 8 a 12 días
 Bracteatus	Tamaño de manejo: Chico, Mediano y Grande Medida de fruta: Chico, de 4 a 5 cm Mediano, de 5 a 7 cm Grande, de 8 a 10 cm Tamaño del tallo: Chico, de 30 a 40 cm Mediano, de 35 a 45 cm Grande, de 35 a 45 cm Tamaño de corona: Chico, de 3 a 5 cm Mediano, de 3 a 5 cm Grande, de 5 a 8 cm Vida de anaquel: de 8 a 12 días (http://www.sipeflor.com/index.php)

2.2 Factores que afectan la calidad postcosecha de los ornamentales

De acuerdo con Reid (2002), los factores que interviene en la reducción de la calidad postcosecha de las ornamentales, son:

Madurez floral: La mínima madurez de las flores de corte es cuando están en botón. Muchas flores son cortadas en botón, para que abran durante el almacenamiento, transporte o distribución; esto trae muchas ventajas como son la reducción del tiempo de crecimiento, mayor densidad de producto empacado, disminuye la temperatura de control, menos susceptibilidad a daños mecánicos y la disminución de la deshidratación.

Suministro de alimento: La rápida velocidad de respiración y el rápido desarrollo de los botones florales y flores indican la necesidad de proporcionar carbohidratos a las flores después de la cosecha. Los niveles de carbohidratos son altos cuando la planta esta en crecimiento con altas condiciones de luz y el manejo cultural adecuado. Dichos niveles son altos generalmente por las noches, por las tardes después de un día soleado; sin embargo, las flores son preferentemente cosechadas por las mañanas, porque las temperaturas son bajas, la planta tiene un alto contenido de agua y además se tiene todo el día para procesarlas. La vida de florero de muchas flores cortadas puede ser mejorada, adicionando una solución azucarada. Las flores de corte pueden estar en solución por periodos cortos (24 h) y posteriormente a bajas temperaturas. El azúcar es una parte esencial de las soluciones utilizadas para abrir botones para la distribución y preservación en florero, usada en venta al detalle y a nivel casero. Por ejemplo si a las

rosas rojas no se les adiciona azúcar en florero, éstas se tornan de un tono azulado; por otro lado, el ennegrecimiento en flores de corte (*Protea nerifolia*) inducido por la baja cantidad de carbohidratos en inflorescencias cosechadas, se previene con manejo de la flor a alta intensidad de luz.

Temperatura: Una alta velocidad de respiración en flores de corte es un indicador de su velocidad de crecimiento y senescencia. Como todo sistema biológico, la respiración en flores de corte incrementa logarítmicamente con el incremento de la temperatura. La velocidad de senescencia puede reducirse drásticamente con el enfriamiento. Un rápido enfriamiento y mantenimiento apropiado de la temperatura son esenciales para mantener la calidad y vida de florero de las flores de corte. La temperatura óptima de almacenamiento es 0° C; Sin embargo puede haber daños por frío, que se manifiestan como obscurecimiento de los pétalos, marchitamiento, caída de hojas y pétalos.

Suministro de agua: Las flores de corte cuyo tallo es frondoso, tiene una mayor área superficial y por tanto la pérdida de agua por marchitamiento es rápida. La pérdida de agua se reduce con la baja temperatura, otra razón por la cual se recurre al enfriamiento. Durante el almacenamiento y distribución, pueden ser rehidratadas utilizando las técnicas adecuadas. Las flores de corte, absorben sin dificultad las soluciones si no está obstruido el tallo por burbujas de aire, bacterias o aguas de baja calidad.

- Burbujas de aire: cuando el aire se estanca en el tallo durante el corte, se puede remover, cortando unos centímetros del tallo bajo el agua, y mediante rehidrataciones utilizando una solución ácida (3-4 pH) o colocando el tallo en agua caliente a 41 °C (tibio).
- Bacterias selladoras: el azúcar mejora la vida de florero, sin embargo propicia el desarrollo de bacterias y hongos. Las sustancias que generan las bacterias y ellas mismas tapan los conductos de agua de las flores. Por esta razón los recipientes deben limpiarse y desinfectarse y llevar las flores a soluciones que contengan germicidas para prevenir el crecimiento de microorganismos.
- Calidad del agua: Las aguas duras contiene minerales que hacen a las aguas alcalinas. Dichas aguas no pueden moverse fácilmente en el tallo y reducen la vida de florero. Por ello se recomienda des-ionizar el agua o bien hacer las aguas ácidas. Las flores conservadas comercialmente, generalmente no presentan aguas acidificadas y en este caso se les puede adicionar algún ácido. Algunos iones encontrados en aguas de drenaje son tóxicos para las flores de corte; el Sodio es tóxico en claveles y rosas, el flúor es tóxico para gerbera, gladiola y algunas variedades de rosas (en concentraciones de 1-2 ppm).

Etileno: algunas flores como el clavel y la rosa se echan a perder muy rápido al estar expuestas a una diminuta concentración de etileno. En claveles y chícharo el etileno induce a la flor al proceso de senescencia. En muchas

flores compuestas, genera la abscisión de la flor y su ruptura. En algunos casos, niveles de etileno de 0.1 ppm, pueden inducir daños en las flores. En almacenamiento y las áreas de manejo no solo son diseñadas para evitar la contaminación por etileno, sino para remover el que en ellas se encuentre (mediante ventilación). El tratamiento con tiosulfato de plata aniónico (STS) reduce el efecto del etileno. La refrigeración también reduce la producción de etileno y la sensibilidad a este compuesto.

Daños mecánicos: Los pétalos rasgados, el tallo roto, y otros daños, son indeseables desde el punto de vista estético. Además son susceptibles a enfermedades. La respiración y la evolución de etileno son altas en plantas dañadas, por lo que se reduce su almacenamiento y vida de florero.

Enfermedades: Las flores son susceptibles a enfermedades no solo por la fragilidad de sus pétalos, sino por las soluciones azucaradas utilizadas, que son un excelente suministro de nutrientes para algunos patógenos. El organismo responsable de *Botrytis cinerea* “gray mold” puede germinar libremente dondequiera que la humedad esté presente. En un ambiente húmedo, como lo es la cabeza de la flor, éste puede crecer a temperatura cercana al congelamiento.

2.3 Senescencia

La senescencia es la última parte del proceso de desarrollo que lleva de la madurez a la completa y final pérdida de organización y funciones (Bidwell, 1987).

Hardenburg, *et al* (1988) consideran que la senescencia es el proceso que sigue a la madurez fisiológica y conduce a la muerte ya sea de las células, tejidos, órganos o de la planta completa. La polinización causa una aceleración considerable de la senescencia de los pétalos, tales como la decoloración, marchitamiento, síntesis de antocianinas y abscisión.

Unos de los síntomas más obvios de la etapa final de la senescencia en los pétalos es la pérdida de peso fresco, deshidratación y marchitamiento, los cuales ocurren aun cuando las flores cortadas son mantenidas en agua (Halevy y Mayak, 1979).

2.3.1 Cambios en la pigmentación

La decoloración es un factor muy importante para determinar la calidad de flor de corte, y en muchos casos es la principal razón para la determinación de la vida de florero. Los principales tipos de pigmentos contribuyentes al color de las flores son las antocianinas y carotenoides. El grado de pigmentación esta influenciado en gran parte por constantes cambios ligeros de pH. El cambio de color en pétalos senescentes parece deberse a un cambio de pH en la vacuola, sin embargo, solo en muy pocos casos el cambio de color es causado por un pH muy bajo (<3) o uno muy alto (>7) afectando la antocianina *per se*. En muchas flores el factor decisivo que determina la intensidad del color es la copigmentación con otros flavonoides y componentes relacionados (Halevy y Mayak, 1979).

2.4. Soluciones Químicas

Se ha estudiado una gran cantidad de soluciones químicas para el manejo de flores en estado de botón y conservación durante el almacenamiento, pero son pocas las que han dado buenos resultados. Las soluciones conservadoras consisten en disolver en agua un elemento nutritivo, una sustancia reductora del metabolismo y un agente antimicrobiano (Halevy y Mayak, 1981).

Las distintas soluciones que se utilizan para colocar las flores después de la cosecha tienen propósitos específicos (Reid, 2002, consultado en Kader, 2007).

Rehidratación: Las flores marchitas deben rehidratarse en un refrigerador, utilizando agua desionizada que contenga un germicida. Se pueden agregar agentes humectantes (0.01 a 0.1%) y el agua debe acidificarse con ácido cítrico, citrato de hidroxiquinoleína (HQC) o con sulfato de aluminio a un pH cercano al 3.5. No debe agregarse azúcar a la solución y esta debe contener un biocida.

Pulsado: El término pulsado significa colocar por un periodo corto las flores frescas recién cosechadas en una solución formulada para incrementar su almacenamiento y vida de florero. La sacarosa es el ingrediente principal de estas soluciones y la concentración adecuada varía de 2 a 20%, dependiendo del cultivo. Algunas flores cortadas también se fumigan con 1-MCP y se pulsan con STS para reducir los efectos diversos del etileno. Las

flores pueden ser pulsadas con STS por periodos cortos a temperaturas tibias (10 min a 21°C) o por periodos largos a temperaturas de refrigeración (20 h a 2°C). Los pulsados cortos (10 min) en soluciones de nitrato de plata son benéficos para algunas especies. Las funciones del nitrato de plata no están completamente esclarecidas. En algunos casos parece funcionar estrictamente como germicida.

Apertura de botones: Las flores cortadas en la etapa de botón se tratan con soluciones para su apertura antes de la venta. Estas soluciones contienen un germicida y azúcar. El follaje de algunas flores (especialmente rosas) puede dañarse si la concentración de azúcar es muy alta. Los botones deben de abrirse a temperatura relativamente tibia (21 a 27°C), humedad moderada (60 a 80%) e intensidad de luz razonablemente alta (100 a 200 bujía-pie).

El uso de soluciones preservantes en todas las etapas del mercado de las flores es de mayor importancia, pues reduce la pérdida de éstas, aumenta su longevidad, sus cualidades generales y la satisfacción del consumidor (Hardenburg *et al*, 1988).

2.4.1 Ingredientes principales en la preparación de soluciones.

Las soluciones químicas conservadoras están formadas por distintos ingredientes químicos a diferentes concentraciones disueltos en agua, los cuales tienen propiedades como acidificantes, agentes humectantes, sustratos energéticos, germicidas antioxidantes, inhibidor de la síntesis o de

la acción del etileno, regulador de crecimiento o bien inhibidor enzimático (Halevy y Mayak, 1981).

Así entonces, al preparar una solución, la persona encargada del manejo de las flores a la hora de preparar una solución, tiene que tomar en cuenta lo siguiente: (Zagory, *et al*, consultado en Yahia e Higuera, 1992)

Agua: El agua dura (alto contenido de carbonato de calcio) suele dañar a la flor, ya que impide que el agua suba fácilmente por el tallo, lo cual hace que la flor tenga dificultad para obtener el suministro necesario. En el caso de flor cortada el empleo de agua desmineralizada es mucho mejor que el agua corriente.

Acidez: Las flores soportan mejor los medios ácidos (pH) de 3.2 a 3.5. Es conveniente vigilar el pH de las soluciones conservadoras y si no se encuentra dentro del rango se recomienda añadir compuestos ácidos. El empleo de 8-HQC incrementa la acidez.

Nutrientes: La mejor concentración de azúcar en una solución conservadora va a depender del propósito de la misma. Las soluciones de rehidratación no deben contener nada de azúcar; las soluciones fijadoras y de apertura de yemas deben tener la concentración correcta para que la flor sea tratada. Las soluciones de mantenimiento, por lo general contienen 1.5 a 2% de azúcar.

Desinfectante: Pocos de los desinfectantes usados en flor cortada, muestran una verdadera eficacia en la erradicación de los microorganismos presentes en el agua. Dos de los productos más comúnmente usados: 8-hidroxiquinoleína citrato y 8-hidroxiquinoleína sulfato, previenen el rápido crecimiento de bacterias, pero no llegan a exterminarlas. Una mezcla de compuestos cuaternarios de amonio, es muy efectiva, pero resulta tóxica en algunas plantas (causa el blanqueamiento del tallo y reduce la vida útil de la planta). El nitrato de plata es el producto que presenta mayor eficacia, sin embargo su efectividad se ve reducida por la concentración de cloro que tiene el agua corriente. El mejor producto para aplicaciones comerciales es probablemente el hipoclorito. Uno de los problemas que presenta es que reduce la acidez de la solución y es necesario añadir compuestos ácidos para mantener el nivel inicial.

2.4.1.1 8-Citrato de hidroxiquinoleína (8-HQC)

Es un compuesto formado por 8-Hidroxiquinoleína (8-HQ) y ácido cítrico anhidro, el cual es un bactericida y agente acidificante, que previene el bloqueo vascular e incrementa la absorción del agua y longevidad de la flor. (Marousky, 1969).

La propiedad antiséptica del 8-HQC ha ido atribuida a su habilidad de precipitar elementos menores (Cu, Mn, Fe, Zn) tan efectivamente que los microorganismos no pueden usarlos para la formación de vitaminas esenciales para su crecimiento. Además se le atribuyen propiedades acidificantes. La adición de 8-HQC a las soluciones de sacarosa mantiene la

absorción de agua por más tiempo, lo cual es esencial para prevenir marchitamiento y deshidratación de los tallos florales. Como inhibidor de microorganismos reduce el crecimiento de las bacterias y evita el atascamiento bacteriano de los tejidos conductores de agua (Marousky, 1969).

2.4.1.2 Cystar ®

El cystar es una solución de citocinina 1.9% [6-benzyladinina [n-(fenilmetil)-1H-purina-6 amina]. Regulador de crecimiento vegetal, basado en una citocinina natural, el cual mejora la calidad vegetativa, mejora la calidad de los frutos y aumenta el rendimiento de los cultivos (Valent de México, S.A., 2009).

Las citocininas constituyen un grupo de hormonas vegetales que promueven la división y la diferenciación celular. Aparte de su papel como reguladores de la formación de nuevos órganos, las citocininas también intervienen en la apertura de estomas, supresión de la dominancia apical e inhibición de la senescencia de las hojas al hacer mas lento el proceso de degradación de la clorofila, el RNA, los lípidos y las proteínas que ocurre en las hojas en el otoño o al ser separadas de la planta, entre otros procesos.

La aplicación externa de citocininas a un tejido que necesite de la hormona, promueve en éste un mecanismo autoinductor de síntesis de citocininas, con lo que su contenido y efecto fisiológico puede ir más allá del sitio en el que

se aplicó (a todos los órganos de la planta), produciendo beneficios más generalizados (Taiz y Zeiger, 2006).

Halevy y Mayak (1979), observaron que los niveles endógenos de citocininas en los pétalos de rosa disminuyeron cuando las flores envejecieron y los niveles fueron mas bajos en cultivares de vida corta que de vida larga. Una aplicación externa de citocininas retrasó la senescencia de varios tipos de flores.

2.4.1.3 Azúcares

La aportación de sacarosa suministra sustratos para la respiración e induce el cierre estomatal. La sacarosa disponible como sustrato retarda la senescencia al disminuir la actividad enzimática para la producción de etileno. Se ha encontrado que el azúcar aplicado a las soluciones conservadoras, mantiene la estructura y funcionamiento de las mitocondrias. Los azúcares, especialmente sacarosa y glucosa, parecen tener un efecto importante en el mantenimiento de la turgencia y en la provisión de sustrato energético durante la apertura de pimpollos (Paulin, 1997).

La sacarosa es incluida en la mayoría de las soluciones preservativas. La concentración óptima varía con el tipo de tratamiento y la flor, las altas concentraciones son utilizadas para el pulsado, intermedias para apertura de botones y bajas para el mantenimiento de florero (Halevy y Mayak, 1981).

2.5. Etileno

El etileno participa en la vida poscosecha de muchos cultivos hortofrutícolas siendo a menudo perjudicial al acelerar su senescencia y reducir su vida de anaquel, y algunas veces benéfico al aumentar la calidad del producto al promover una maduración más rápida y uniforme antes de la distribución y venta al menudeo. Muchas fases del crecimiento y desarrollo de las plantas están afectadas por el etileno, debido a que estimula la germinación de algunas semillas latentes, cambia la dirección del crecimiento de las plántulas para superar algunos obstáculos en el suelo, estimula el crecimiento de raíces especialmente aireadas en suelos inundados, causa la abscisión de hojas en plantas bajo condiciones de estrés por sequía, puede estimular la floración, además de poder disparar la maduración y abscisión de frutos. En la actualidad, el etileno se considera como una hormona, sustancia importante en los mecanismos que controlan el crecimiento y desarrollo de las plantas (Reid, 2002, consultado en Kader, 2007).

2.5.1-Metilciclopropeno (1-MCP)

El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es un compuesto que bloquea la acción del etileno en plantas y frutas cosechadas. Actúa uniéndose a los receptores de etileno, bloqueando los efectos de este (Sisler y Serek, 1997).

El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es una olefina cíclica sintética que se ha identificado como un inhibidor potencial de la acción del etileno. Este compuesto, tiene mayor afinidad por los sitios de unión del etileno que el mismo etileno; de esta forma, el 1-MCP compite por estos sitios y no permite

que el etileno dispare la cadena de transducción de señales en la célula. El etileno se acopla a una región del receptor, la alteración química de la molécula produce la transcripción en ARNm para la formación de proteínas y enzimas responsables de la maduración. Asimismo, el 1-MCP está clasificado por la Agencia de Protección del Ambiente de EUA como un regulador de crecimiento, con un modo de acción inocuo para el ser humano, cuya concentración no supera las 5 ppb en pulpa de manzanas (Zoffoli, 2002).

La propiedad inhibidora de la acción del etileno del producto 1- MCP fue descubierta y patentado en EUA en 1996 por Sisler y Blankenship.

Los primeros trabajos y el desarrollo comercial del producto se realizaron en flores, demostrando el efecto al atrasar la senescencia natural. El producto es comercializado, bajo el nombre Ethylblock y Smartfresh en flores y frutos u hortalizas, respectivamente.

La aplicación se realiza en forma gaseosa, a través de la volatilización del compuesto en contacto con agua caliente (40°C), con agitación o aireación. La concentración efectiva varía entre 50 a 1000 ppb, y se dosifica en función del volumen total de la cámara. Los resultados con aplicaciones comerciales de 1-MCP en flores, demuestran que se mantienen insensibles al etileno por un período de 12 a 15 días a 24 °C (Zoffoli, 2002).

2.5.2 Ethylbloc

EthylBloc® Sachet es un polvo envuelto en un material que absorbe el agua, el cual, al humedecerse, libera gas 1-MCP para extender la vida y utilidad de numerosas flores recién cortadas, flores de macetas, así como plantas de jardín, vivero y follaje. Las plantas se tratan con este gas en cajas para flores y cajas de envío. Este producto es para uso exclusivo en cultivos ornamentales y no comestibles. No usar en exteriores o en otras áreas que no estén cerradas.

Ingrediente activo: 1-Metilciclopropeno	0,014%
Otros ingredientes:	99,986%
Total:	100,000%

EthylBloc® Sachet puede ampliar la vida útil y la utilización de numerosas flores frescas cortadas, así como flores en maceta, plantas para setos, vivero y de follaje. El producto funciona al inhibir los efectos negativos del etileno y así previene o disminuye la muerte prematura de las flores, la caída de las hojas y/o las flores, y que se pongan amarillas.

EthylBloc® Sachet ha sido diseñado específicamente para utilizarse en todos los niveles de las industrias de floricultura y viveros, incluyendo productores, distribuidores, vendedores al por mayor, creadores de bouquets, ventas por correo y minoristas (tales como floristerías, centros de jardinería, viveros y grandes superficies).

EthylBloc® Sachet es fácil de usar y tiene costos de mano de obra mínimos. Los tratamientos con EthylBloc® Sachet son beneficiosos para numerosas flores y plantas. Entre las especies que muy probablemente se beneficien de una aplicación adicional figuran aquellas con más de una flor por tallo (por ejemplo, boca de dragón, delphiniums, claveles miniatura y alstroemerias) así como flores de la misma planta en diferentes estados del desarrollo (por ejemplo, geranios, nomeolvides y azaleas).

2.5.2.1 Método de aplicación de EthylBloc® Sachet:

Cada EthylBloc® Sachet contiene 2.5 gramos de polvo. El número de sobres a utilizar por caja se puede determinar con base al cuadro 2, midiendo el volumen de la caja. Para determinar el volumen de la caja, mida el largo, el ancho y el alto de la caja, ya sea en pies o metros. Después, multiplique el largo por el ancho por el alto, para obtener el volumen ya sea en pies cúbicos (ft³) o metros cúbicos (m³). Encuentre el volumen de la caja en el cuadro en mención y determine el número de sobres necesarios para tratar dicho tamaño específico de caja. Por ejemplo, si la caja tiene dos pies de largo, tres pies de alto y un pie de ancho, el volumen será (2 x 3 x 1= 6) 6 ft³. Con base en el cuadro 2, se necesitan cuatro sobres para tratar dicha caja.

Cuadro 2.- Número de sobres a utilizar en una caja

Volumen de la caja(ft ³)	Volumen de la caja (m ³)	Numero de sobres a usar por caja
0-3	0-0.08	2
3-6	0.08-0.17	4
6-9	0.17-0.25	6
9-12	0.25-0.34	8
12-15	0.34-0.42	10

Una vez teniendo el número de sacos a utilizar, sumerja cada sobre en agua limpia, coloque los sobres húmedos en la caja y cierre inmediatamente la tapa de la misma. Las solapas para enfriamiento previo deben permanecer cerradas cuando se esté llevando a cabo el tratamiento. La caja que contiene los sobres húmedos puede manipularse entonces de acuerdo con los procedimientos corrientes de almacenamiento y envío. La caja debe permanecer cerrada por lo menos cuatro horas, durante el almacenamiento y el envío, para asegurar que las flores o las plantas hayan recibido un tratamiento efectivo.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1.- Material vegetativo.

El material utilizado, fueron piñas ornamentales Luciana-CL3, obtenidas de la empresa SipeFlor S.A. de C. V., ubicada en Desviación de Paso Ganado s/n en Juan Rodríguez Clara, Veracruz.

3.2.- Establecimiento del experimento.

Las piñas de ornato se llevaron al Laboratorio de Usos Múltiples del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, donde después de 2 días de traslado, se sometieron a hidratación por 24 horas, pasado ese tiempo las flores fueron divididas en 4 grupos, a los cuales se aplicaron las siguientes soluciones:

T1: 8-Hidroxiquinoleina Citrato (8-HQC, 200 ppm) + sacarosa (1%) + cystar ($0.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$)

T2: 8-HQC (200 ppm) + cystar ($0.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$)

T3: 8-HQC (200 ppm) + sacarosa (1%)

T4: Agua

Transcurridas 24 horas (4 días desde su cosecha), cada grupo de flores, se subdividió en 2, de los cuales uno se trató con 1-MCP utilizando 4 sobres/caja (0.12 m^3) y el otro no; por un periodo igual de 24 horas, para

posteriormente sacarlas de las cajas y colocarlas nuevamente en hidratación por un lapso de 24 horas.

Cabe mencionar que las flores recibieron 6 días de manejo antes de iniciar las evaluaciones considerando los 2 días que llevó el traslado de las flores desde el lugar de producción hasta el laboratorio de investigación.

Transcurridos los 6 días, se evaluó el efecto del 1-MCP y la 8 - Hidroxiquinoleína Citrato (8-HQC) en los diferentes tratamientos, para determinar características físicas, químicas y fisiológicas durante el desarrollo del experimento, hasta la marchitez de las flores.

3.3.- Variables de estudio

3.3.1.- Variables físicas

Diámetro

Se midió el diámetro de los tallos en la base de la flor cada 3 días con ayuda de un vernier (MITUTOYO de 6 pulgadas).

Firmeza

Se midió la firmeza con ayuda de un Texturómetro (COMPACT GAUGE), colocando la punta del aparato justo al centro de la flor y tomando la lectura registrada por el aparato una vez atravesada la cascara de tal flor. Las mediciones se realizaron los días 1, 4, 8, 15 y 22.

Color

El cambio de color fue tomado con un espectrofotómetro (XRITE modelo SP62) mediante L, c, h, en el centro de la flor cada 3 días durante el desarrollo del experimento.

Unidades SPAD

Se midió el cambio en la coloración de la corola mediante el medidor Minolta® SPAD 502, el cual es un instrumento que permite evaluar indirectamente y en forma no destructiva el contenido de clorofila en la hoja. Dichas mediciones se realizaron cada 3 días en el transcurso del experimento.

El medidor Minolta® SPAD 502 mide la concentración relativa de clorofila por medio de la luz transmitida a través de la hoja a 650 nm (longitud de onda fotosintéticamente activa) y 940 nm.

3.3.2.- Variables químicas

Antocianinas

Para la extracción de antocianinas, se pesó un gramo de muestra de la periferia central de la cascara de la piña, la cual fue macerada con ayuda de nitrógeno líquido, en condiciones de semioscuridad, posteriormente se suspendió en 10 mL de ácido clorhídrico 0.1 N y se agitó durante 10 minutos e inmediatamente se centrifugó durante 40 minutos a 17000 rpm (22.5 g) y la absorbancia del sobrenadante fue medida a 516 nm con ayuda de un espectrofotómetro (spectronic 21D, Milton Ray). La concentración fue calculada mediante la expresión:

(Absorbancia 516/4.48)*100/Peso de muestra * Factor de dilución

Expresada como mg .g⁻¹ de peso fresco

Carotenoides y clorofilas

Para la extracción de clorofilas y carotenoides, se peso un gramo de muestra tomada de la periferia central de la cascara de la piña y fue molida en condiciones de semioscuridad y suspendidos en 10 mL de acetona fría al 80%. Inmediatamente después las muestras se centrifugaron a 17000 rpm y la absorbancia del sobrenadante fue medida a 663.2, 646.8 y 470 nm. Tanto la concentración de clorofila a y b, como la de carotenoides (C_{x+c}) fue calculada de acuerdo a la metodología descrita por Lichtenthaler en 1981 y expresada como g·mL⁻¹ de peso fresco.

$$C_a = 12.25 A_{663.2} - 2.79 A_{646.8}$$

$$C_b = 21.50 A_{646.8} - 5.10 A_{663.2}$$

$$C_{a+b} = 7.15 A_{663.2} + 18.71 A_{646.8}$$

$$C_{x+c} = [(1000 A_{470} - 1.82 C_a - 85.02 C_b)]/198$$

Azúcares solubles totales (por el método de antrona)

Se pesó un gramo de muestra tomada de la parte central de la pulpa, la cual se colocó en un matraz Erlenmeyer de 125 mL junto con 40 ml de alcohol al 80%, se dejó hervir por 30 min, filtro y el sobrenadante, se evaporó en baño maría, cuidando no se caramelizara.

Se re-disolvió el precipitado en 20 mL de agua destilada, se tomo una muestra de 50 µL y se colocó en tubo de fondo plano, ajustando a 3 mL con agua destilada, se le agrego 6 mL de ácido mas antrona, teniendo los tubos en un baño de hielo, a continuación se calentó a baño maría por 3 min, se dejo enfriar y se leyó a una absorbancia a 600nm, con ayuda del espectrofotómetro "Spectronic 21D". Las unidades utilizadas son $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$.

Azúcares reductores (por el método de Nelson Somogyi)

De la muestra ya re-disuelta que se obtuvo para azúcares solubles totales, se tomo 75µL y se colocó en un tubo de fondo plano y ajusto a 1 mL con agua destilada, se le agrego 1 mL de reactivo de Nelson (A+B), se agitó vigorosamente y se calentó a baño maría por 20 min. Cubriendo cada tubo con papel aluminio; transcurrido ese tiempo se dejó enfriar en baño de hielo. Se le agrego 1 mL de arsenomolibdato, se agitó vigorosamente y agregó 7 mL de agua destilada y se leyó a una absorbancia de 540 nm en un espectrofotómetro "Sprectronic 21D"; expresado en $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Las evaluaciones de las variables químicas se realizaron los días 1, 4, 8, 15 y 22.

3.3.3.- Variables fisiológicas

Pérdida de peso

Se evaluó la pérdida de peso cada 3 días durante el desarrollo del experimento, registrando en cada medición el peso exacto de las flores para después poder aplicar la fórmula $((P_i - P_f)/P_i) \cdot 100$. Para poder reportar el resultado en % de pérdida de peso.

Respiración y Etileno

En un recipiente herméticamente cerrado de volumen conocido, se colocó un tallo floral durante una hora. Transcurrido ese tiempo, con una jeringa se tomó una muestra de 7 ml del espacio aéreo, y se inyectó en un tubo vacutainer, el cual se colocó en congelación a -18°C. Posteriormente con ayuda de una jeringa hipodérmica, se inyectó 1 mL de la muestra en un cromatógrafo de gases Varian modelo 3400 con una columna SS, empacada Poropak N, 2 m x 1/8" OD x 2.0 mm OI, con 2 detectores TCD (detector de conductividad térmica para CO₂) y FID (detector de ionización de flama para etileno).

Las condiciones de trabajo fueron: Columna a 80 °C, Detector a 170 °C, Filamentos a 210 °C, Inyector a 150 °C, Detector (FID) a 250 °C. Como estándar se utilizó etileno (103 mg L⁻¹) y CO₂ (399 mg L⁻¹), como gas de arrastre "Helio" con un flujo de 32.3 mL·min⁻¹.

Los cálculos se realizaron mediante las siguientes formulas:

$$\text{CO}_2 = \frac{(\text{Am}-\text{At}) * (\text{Cp}) * (\text{Vr}-\text{Vd})}{(\text{Ap}) * (\text{pf}) * (\text{ti})}$$

$$\text{Etileno} = \frac{(\text{Am}-\text{At}) * (\text{Cp}) * (\text{Vr}-\text{Vd})}{(\text{Ap}) * (\text{pf}) * (\text{ti}) * 1000}$$

Dónde:

Am = Área muestra

At = Área testigo

Cp = Concentración Patrón ($\text{CO}_2 = 399 \text{ ppm}$; etileno = 103 ppm), expresada en mL.

Vr = Volumen del recipiente (L)

Vd = Volumen desplazado (L)

Ap = Área patrón ($\text{CO}_2 = 8564.75$; etileno = 4776507.5)

Los resultados se expresaron como mL de $\text{CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ y como μL de etileno $\cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.

3.4.- Análisis de Resultados

Se utilizaron cinco repeticiones por tratamiento, la unidad experimental fue una piña de ornato, cuyos datos obtenidos se analizaron mediante un diseño factorial completamente al azar y la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey con un α de 0.05. El análisis se realizó con apoyo del programa SAS (SAS Institute, 1989).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables Físicas

4.1.1 Diámetro

Al día 1 los tallos del tratamiento T1 (8-HQC, sacarosa, cystar), presentaron el mayor diámetro, no así en el tratamiento MT2 (MCP, 8-HQC, cystra) que fue en el que estadísticamente se encontró el menor de los diámetros de todos los tratamientos. A partir del día 4 y hasta el día 13 de evaluación, no se observó diferencia entre los tratamientos, sino hasta el día 16.

Básicamente en la tercera semana de evaluación se encontró diferencia en el tratamiento MT4 (MCP, agua) el cual mostró el menor de los diámetros y es a partir de este día cuando se identificó a los tratamientos T1 y MT1 como los mejores estadísticamente, ya que mantuvieron el mejor diámetro y al tratamiento 4 (testigo) como el peor estadísticamente hablando (Cuadro 3).

Al no identificar diferencias estadísticas entre usar o no 1-MCP para mejorar el diámetro de los tallos, se considera al tratamiento T1 como el mejor, al mantener el flujo constante a través del tallo y con ello evitar el estrangulamiento de dicho tallo en la unión tallo-piña, gracias a que la 8-HQC evitó el desarrollo bacteriano, la sacarosa realizó el papel osmótico y el cystar, la citoquinina exógena permitió el almacenamiento de las flores por mas tiempo al retrasar la senescencia. (Larsen y Scholes, 1966, Taiz Zeiger, 2006).

Cuadro 3.- Diámetro de tallo en la base de la flor.

Tra	Días de evaluación								
	1	4	7	10	13	16	19	22	
T1	14.85 a ^z	13.91	13.43	13.43	13.12	12.92 a	13.11 a	13.17 a	
T2	13.42 ab	13.31	13.28	13.07	12.90	12.78 a	12.99 ab	12.01 ab	
T3	13.90 ab	13.50	13.05	12.94	12.76	12.88 a	12.94 ab	11.91 ab	
T4	13.95 ab	13.81	12.82	12.68	12.21	11.98 ab	11.87 ab	10.09 b	
MT1	14.11 ab	13.81	13.02	13.38	13.16	13.26 a	13.10 a	13.09 a	
MT2	12.98 b	12.99	12.93	12.61	12.18	12.27 ab	11.72 ab	12.05 ab	
MT3	13.16 ab	13.26	12.95	12.89	12.46	12.27 ab	11.95 ab	11.09 ab	
MT4	13.55 ab	13.68	12.58	12.03	12.26	11.30 b	11.35 b	11.14 ab	
CV	6.54	5.31 ^{NS}	5.69 ^{NS}	6.90 ^{NS}	5.91 ^{NS}	5.53	5.78	7.41	

^z Valores con la misma letra dentro de las columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Tra = Tratamientos; NS= No significativo; CV = Coeficiente de variación.

4.1.2 Firmeza

Al evaluar la firmeza de las piñas, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos durante la primera semana de análisis, siendo hasta el día 8 donde se identificó al tratamiento T2 como en el que presentó la mayor firmeza (125.3 N). Esta diferencia permaneció durante la segunda semana de análisis, y a partir del día 15 no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos en cada uno de los días (cuadro 4)

El cambio de firmeza se observó a través de los días. A medida que las flores avanzan es su estado de madurez descende la firmeza de las mismas, y es sabido que las principales causas de ello son los cambios en la estructura y composición de las paredes celulares mediante la degradación o hidrólisis enzimática de sustancias celulósicas pécticas y ácidos poligalacturónicos (Pantastico, 1979).

Cuadro 4.- Firmeza en flores de piña ornamental

Tratamiento	Días de evaluación					
	1	4	8	15	22	
T1	123.50	a ^z	105.20 a	112.33 ab	119.80 a	111.25 a
T2	119.93	a	115.87 a	125.30 a	126.47 a	105.20 a
T3	122.67	a	121.67 a	111.80 ab	118.57 a	119.63 a
T4	113.30	a	113.77 a	106.33 b	110.83 a	105.93 a
MT1	113.10	a	119.67 a	119.60 ab	116.33 a	112.98 a
MT2	105.30	a	113.53 a	113.37 ab	116.30 a	115.53 a
MT3	122.17	a	113.47 a	110.83 b	107.37 a	106.65 a
MT4	117.07	a	115.20 a	114.67 ab	114.63 a	111.54 a
CV	8.33		8.95	5.16	8.21	7.12

^z Valores con la misma letra dentro de las columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; CV = Coeficiente de Variación.

Según Nelmes y Preston (1968), se ha encontrado que hay diferencias en la estructura de la pared celular en diferentes etapas de maduración del fruto. Durante la maduración se registra un ablandamiento de la estructura celulósica fibrilar, dependiendo del grado de solubilidad de las sustancias pécticas y hemicelulósicas incrustantes que se encuentran entre las microfibrillas. Los cambios que siguen, son en esencia de la composición. Con los cambios en el grosor de la pared celular, la morfología de la célula se hace redondeada y tiende a disociarse (Sacher, 1967). Sin embargo, se observó que al día 4 la firmeza sufrió un ligero aumento en el tratamiento MT1 (119.67 N) y MT2 (113.53 N) mientras que para los tratamientos T1 y T2 ese aumento se presentó durante la segunda semana y para el tratamientos T3 éste se dio a partir de la tercera semana, lo cual pudo deberse a que la epidermis de los frutos se tornó más flexible a medida que maduraron, como consecuencia de la pérdida de agua que sufren durante el proceso, interfiriendo con la correcta medición del penetrómetro.

Al mismo tiempo pudo observarse, que aún cuando las flores de todos los tratamientos siguieron un comportamiento fisiológico normal, hubo diferencias en cuanto a la velocidad de reacción de los procesos, ya que la pérdida de la firmeza de los tratamientos T4, MT3 y MT4 fue más rápida en comparación al resto. Así que el uso de 1-MCP interactuando con los tratamientos en la concentración usada en el experimento no tuvo la particularidad de disminuir el deterioro de las flores, así que aunque no se use y tan solo se someta a las flores a alguna de las soluciones de los tratamientos T1, T2 o T3 hará que dichas flores alcancen una mayor vida útil.

Esto permite inferir que las flores sometidas a estos tratamientos garantizan una mayor vida útil, pudiendo asegurar su distribución en un mayor tiempo y espacio.

4.1.3 Color

El color en la cascara de la piña no presentó diferencias estadísticas en los valores de ángulo de tono ($^{\circ}h$) entre los tratamientos durante los primeros 16 días de evaluación, sino es a partir de la tercera semana, donde se presentó una disminución del color amarillo al disminuir los valores de $^{\circ}h$ en el tratamiento 4 (agua), llevando el color hacia el rojo; mientras que para el último día de análisis, esta disminución se presentó también en el tratamiento MT4 (Cuadro 5).

Cuadro 5.- Angulo de tono (°h) en piña ornamental

Tra	Días de evaluación							
	1	4	7	10	13	16	19	22
T1	81.64	84.32	83.45	87.30	86.81	86.13	88.26 a ^z	86.16 a
T2	85.36	86.75	88.93	87.61	89.67	87.39	88.84 a	88.57 a
T3	85.98	86.59	88.89	89.07	88.20	87.14	88.89 a	86.57 a
T4	82.63	84.35	86.78	87.17	87.24	84.03	81.94 b	79.92 b
MT1	83.98	87.62	88.06	87.68	87.70	88.65	88.57 a	87.76 a
MT2	84.98	86.58	86.70	88.39	89.00	87.32	88.87 a	87.91 a
MT3	82.30	82.56	85.49	87.66	87.44	87.05	88.36 a	87.67 a
MT4	84.50	86.29	87.08	87.92	88.44	85.28	88.83 a	83.41 b
CV	4.11 ^{NS}	3.09 ^{NS}	2.99 ^{NS}	2.83 ^{NS}	2.69 ^{NS}	2.86 ^{NS}	2.72	2.83

^zValores con la misma letra dentro de columnas, son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; °h (ángulo de tono) = 0° (rojo); 90° (amarillo); 180° (verde); 270° (azul); Tra = Tratamientos; CV = Coeficiente de variación.

Al ser estadísticamente homogéneos el resto de los tratamientos, la concentración de 1-MCP recomendada por el fabricante no es relevante para mantener y/o mejorar la característica de °h en las piñas ornamentales y tan solo con el uso de las soluciones de acondicionamiento las flores pueden mantener por una semana más su calidad en comparación con las que solo fueron sumergidas en agua (T4 y MT4).

En lo que respecta a croma (C*) los valores encontrados fueron estadísticamente iguales, no se presentaron cambios en el transcurso de la evaluación, indicando la permanencia de la pureza del color. La brillantez (L*) presentó diferencias durante la primera semana de evaluación, donde al día 4 los tratamientos T2 y MT2 presentaron el valor mayor de L*, mientras que al día 7, el tratamiento MT3 fue el que presentó la mayor brillantez.

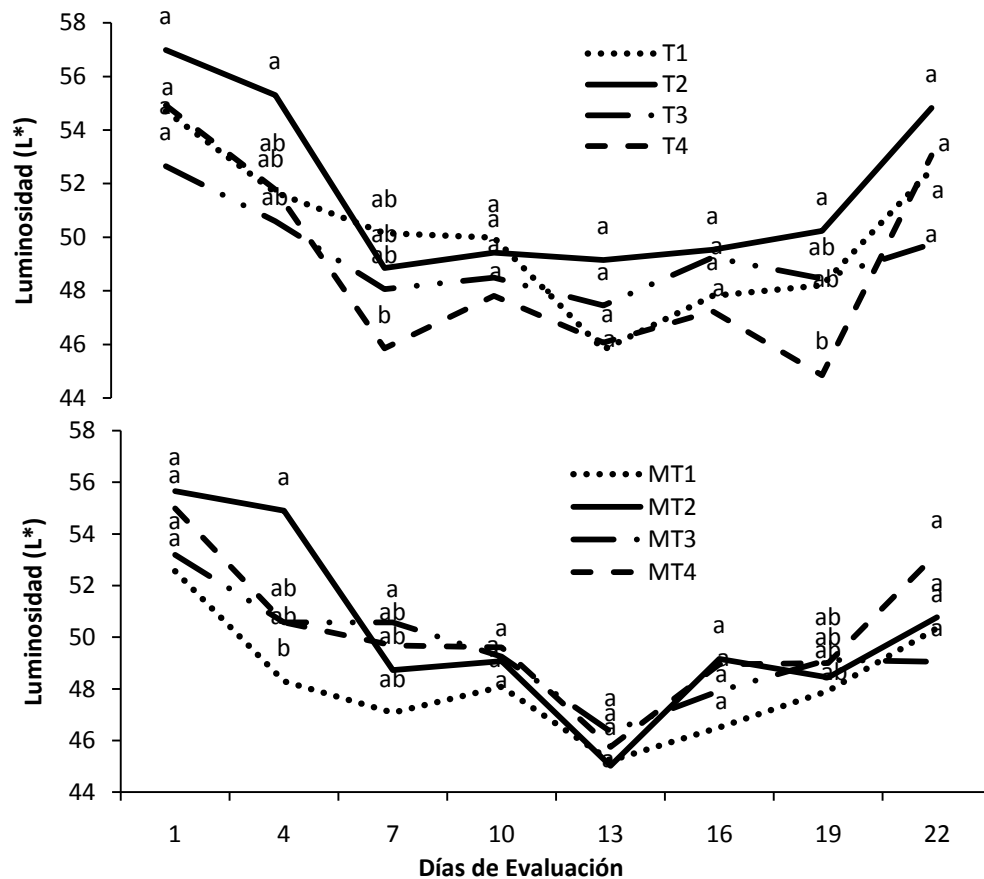


Fig. 1.- Luminosidad en Piña de ornato.
L* (luminosidad) = 0 (oscuro); 100 (claro).

En la figura 1, puede notarse que al día 13 de la evaluación se tuvo la mínima brillantez sin presentar diferencias estadísticas entre los tratamientos y en los siguientes días, los valores se fueron incrementando. Mostrando así al tratamiento T2 como el de mayor valor en L*; de aquí que este tratamiento fue el que mejor funcionó para potenciar la luminosidad de las piñas de ornato, confiriéndole mayor brillo y claridad a las flores de tal tratamiento en comparación al resto de ellos y así, reflejar en el conjunto de características de color que aquellas flores que presentaron una mejor calidad visual fueron las sometidas al tratamiento T2.

6.1.4. Unidades SPAD

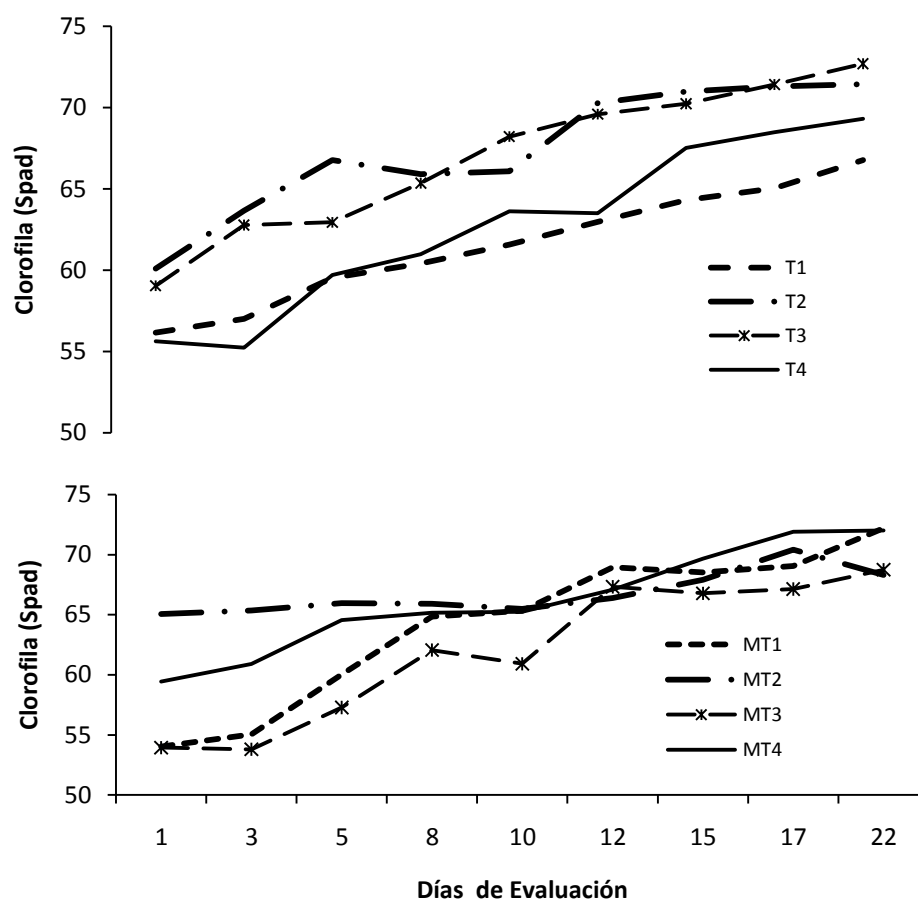


Fig. 2.- Clorofila en la corona de las piñas ornamentales

Con lo que respecta a las unidades SPAD medidas en la corona, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos en cada uno de los días de evaluación y como se puede observar en la figura 2, los tratamientos tendieron a aumentar los valores en el transcurso del análisis. Este incremento paulatino puede atribuirse a la temperatura del ambiente (20-25°C) donde se realizó el experimento, ya que cuando la temperatura aumenta en el rango de 15 y 20 °C se produce un fuerte incremento en la clorofila, compuesto asociado con la medición de las unidades SPAD,

mientras que por encima de 20 °C, la tasa de aumento en la concentración de clorofila decrece abruptamente con su incremento (Dwyer *et al.*, 1991).

Las lecturas SPAD fueron afectadas por el tipo de solución a la cual fueron expuestas las piñas durante la etapa de postcosecha que corresponde a la senescencia de éstas, de tal manera que la lectura más alta corresponde al tratamiento T1.

La mayoría de las flores presentaron un halo de color amarillo-marrón en la periferia de las hojas y a medida que transcurrieron los días de análisis, dicho halo se fue perdiendo hasta quedar en un tono verde cenizo cada hoja (Figura 3).

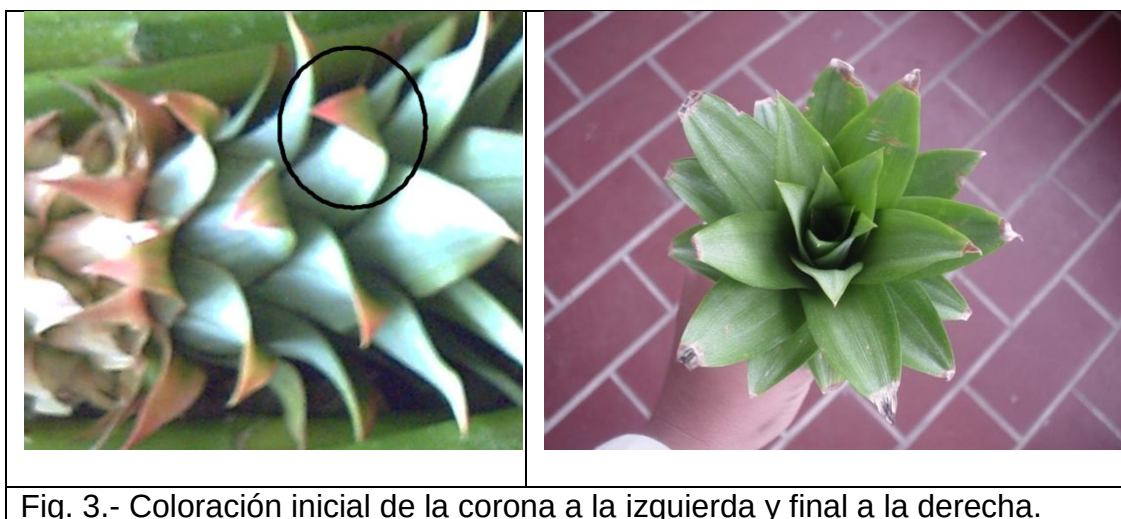


Fig. 3.- Coloración inicial de la corona a la izquierda y final a la derecha.

4.2 Variables Químicas

4.2.1 Antocianinas

Con lo que respecta a la evaluación de antocianinas, la mayor cantidad de estos pigmentos lo presentaron los tratamientos MT1 y MT3, sin superar al

resto de los tratamientos, excepto al MT2 el cual resultó ser el peor de los tratamientos, de aquí que para esta característica, el uso de 1-MCP en la concentración propuesta por el fabricante, no tiene relevancia para mantener o mejorar la cantidad de tal compuesto en las piñas ornamentales, ya que generó los mismos resultados que sin haberlo usado (Cuadro 6). Cabe resaltar que estos pigmentos se encuentran en bajas concentraciones ya que no son los más importantes en las piñas.

Como se puede observar en el cuadro 6, conforme transcurrieron los días de evaluación, el contenido de antocianinas fue aumentando en cada uno de los tratamientos, donde en el tratamiento T1 se presentó 37% de aumento en estos pigmentos, así que este tratamiento se puede considerar como el mejor de todos ya que incrementó este compuesto al doble en comparación con el testigo (tratamiento T4). De aquí que la mezcla formada por un bactericida y acidificante, un nutriente y un regulador de tipo hormonal, además de prolongar la vida de anaquel puede mejorar la concentración de antocianinas y con ello mejorar el color de la cascara de las piñas de ornato, gracias a que se evita el bloqueo vascular. La citocinina juega un papel importante en la movilización de nutrientes, la sacarosa, además de proveer de sustrato energético, tiene efecto sobre la síntesis de pigmentos, actuando como precursor, lo que puede explicar el aumento en la intensidad de color (Marousky, 1969, Paulin, 1997, Taiz y Zeiger, 2006).

Cuadro 6.- Antocianinas en piña ornamental.

TRAT	Días de evaluación					
	1	4	8	15	22	%
T1	0.76 ab ^z	0.87 ab	0.95 b	1.00 b	1.03 ab	37
T2	1.12 ab	1.14 ab	1.14 ab	1.19 ab	1.16 ab	4
T3	1.01 ab	1.03 ab	1.11 ab	1.11 ab	1.18 ab	17
T4	1.04 ab	1.04 ab	1.11 ab	1.17 ab	1.24 ab	18
MT1	1.38 a	1.40 a	1.49 a	1.53 a	1.61 a	17
MT2	0.72 b	0.77 b	0.94 b	0.99 b	0.75 b	3
MT3	1.35 a	1.35 a	1.37 ab	1.43 a	1.57 a	16
MT4	0.91 ab	0.91 ab	1.02 b	1.10 ab	1.11 ab	22
CV	34.64	25.11	19.88	24.19	31.13	

^zValores con la misma letra dentro de las columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; CV = Coeficiente de variación.

Por otro lado, tan solo el uso de 8-HQC junto con cystar interactuando con y sin 1-MCP limitan la síntesis de antocianinas, ya que se movilizan los nutrientes de las flores hasta agotarlos durante los primeros 15 días, gracias a la corriente de transpiración, que es el flujo de agua causado por la transpiración a través del xilema (Salisbury y Ross, 1994), así que, hacia el final de la evaluación se contabilizó una cantidad de antocianinas similar a la inicial (cuadro 6).

4.2.2. Carotenoides y clorofilas

Se determinaron carotenoides y clorofilas en la cáscara de la piña ornamental, obteniéndose que a medida que avanzaron los días de evaluación la cantidad de carotenos incrementó mientras las clorofilas disminuyeron, lo cual concuerda con Dull (1967) quien encontró que la aparición de etileno estimula la velocidad de respiración de las piñas (fruta), así como la disminución de la clorofila en la cáscara.

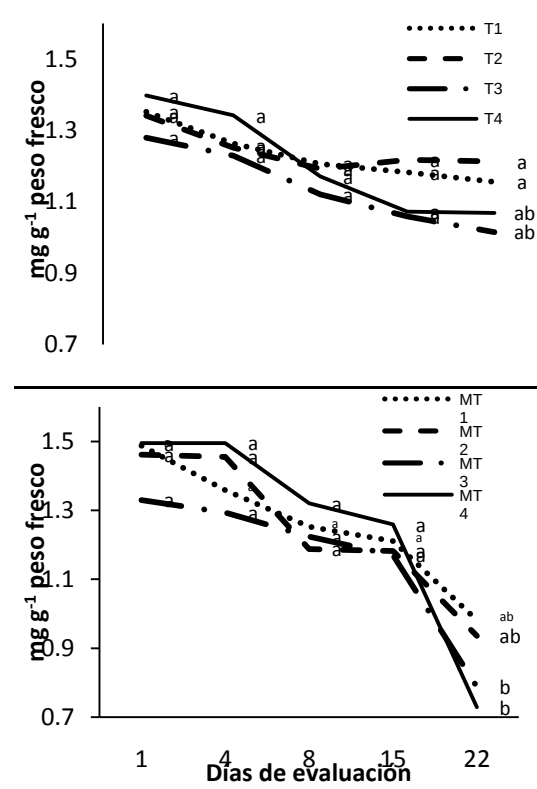
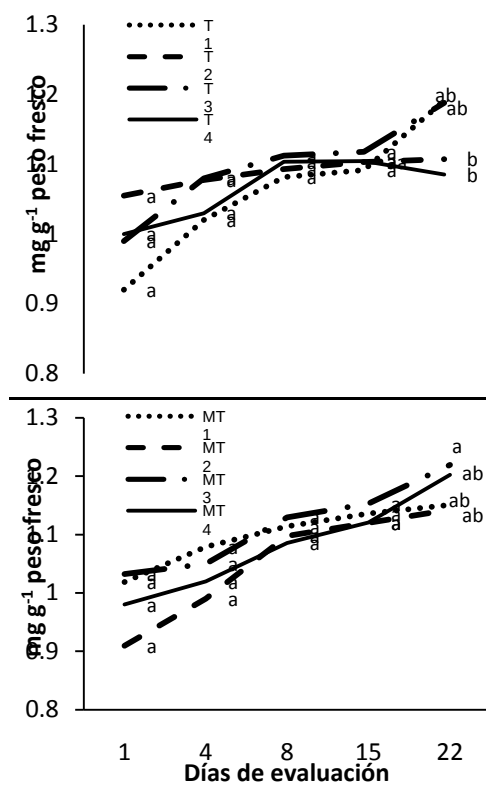


Fig. 4.- a) Carotenos en cáscara

Fig. 4.- b) Clorofilas en cáscara

En la Figura 4 a) y b), se puede observar que para la variable carotenos no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos en los primeros días de análisis, sino hasta el día 22, donde se encontró que el tratamiento MT3, fue estadísticamente diferente a los tratamientos T2 y T4, mientras que para la variable clorofila los tratamientos T1 y T2 fueron estadísticamente diferentes a los tratamientos MT4 y MT3, tratamientos que presentaron la mayor respiración y la mayor pérdida de clorofila para dar paso al incremento en carotenos, incremento lento, pero que se fue dando conforme transcurrió el experimento. Que de acuerdo con Buchanan-Wollaston (1997), el síntoma mas claro de la senescencia es la degradación de la clorofila y el desenmascaramiento de los carotenoides, los cuales pueden acumularse o disminuirse durante esta fase.

Como se observa en la figura, los tratamientos que presentaron una mayor cantidad de clorofila la final del tratamiento fueron aquellos en los que la solución preservativa incluía cystar, ya que la citocinina como retardador de senescencia, hace más lento el proceso de degradación de la clorofila (Taiz y Zeiger, 2006). Esto coincide con lo antes mencionado por las Unidades SPAD

4.2.3 Azúcares solubles Totales

En azúcares solubles totales se encontraron diferencias estadísticas desde el primer día de análisis. Donde el mayor contenido lo presentó el tratamiento MT4, quedando los tratamientos T1, T3 y MT1 como los de menor cantidad de este compuesto, al día 4 de análisis el tratamiento MT3 presentó la mayor cantidad de azúcares solubles totales mientras que el T3 continuo siendo el peor de ellos; hasta el final de la evaluación, al presentar la menor cantidad de estos azúcares de todos los tratamiento.

Durante la segunda semana de evaluación (día 8-14) el mayor contenido de azúcares se presento en el tratamiento MT3, sin embargo para el día 15 (inicio de la 3^a semana) la cantidad de azúcares en las flores se fue perdiendo poco a poco, dejando al tratamiento MT4 como el peor de los tratamientos y al tratamiento T2 como el mejor estadísticamente hablando; ésta variación en el contenido de azúcares totales a través del periodo de evaluación, se pudo deber al aumento en la tasa respiratoria y por lo tanto los azúcares inicialmente almacenados en la piña se fueron consumiendo

parcialmente, ya que a medida que avanza la senescencia aumenta la tasa respiratoria y con ello se agota el sustrato.

Al final de la evaluación el mejor de los tratamientos fue MT1 y los que presentaron el menor contenido fueron el T3 y MT3, de aquí que la adición de sacarosa a la solución con 8-HQC mantiene los azúcares durante las primeras 2 semanas, sin embargo al mezclarla con cystar, y si además es sometida a 1-MCP, esta variable se ve muy favorecida, ya que se retarda la senescencia y con ello se mantiene la calidad postcosecha de las piñas de ornato (Cuadro 7).

Cuadro 7.- Azúcares solubles totales en piña ornamental

Tra	Días de evaluación									
	1		4		8		15		22	
T1	10.79	b ^z	9.87	abc	10.00	c	13.86	ab	8.53	abc
T2	12.59	ab	9.15	bc	9.87	c	14.53	a	8.14	bc
T3	10.18	b	7.11	c	10.92	bc	12.57	ab	6.90	c
T4	12.88	ab	10.24	ab	12.28	bc	12.27	ab	8.43	abc
MT1	10.52	b	11.03	ab	9.46	c	10.58	ab	11.30	a
MT2	11.16	ab	8.88	bc	11.92	bc	11.70	ab	9.09	abc
MT3	12.19	ab	12.53	a	16.75	a	11.17	ab	7.03	c
MT4	14.33	a	11.60	ab	12.90	b	8.65	b	10.69	ab
CV	9.84		10.97		8.52		11.65		11.57	

^z Valores con la misma letra dentro de las columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$; Tra = Tratamientos; CV = Coeficiente de variación.

4.2.4. Azúcares Reductores

En cuanto a los azúcares reductores, se encontraron diferencias estadísticas desde los primeros días de análisis, donde al día 4, en el tratamiento MT4, se presentó el mayor contenido, y a partir del día 8 y hasta terminar la

evaluación, el mejor tratamiento fue el MT1, presentando un promedio de 8.68 mg g⁻¹ en comparación al tratamiento MT3 con 6.65 mg g⁻¹ de azúcares reductores, de aquí que para que las piñas ornamentales logren mantener los carbohidratos de reserva para llevar a cabo las funciones fisiológicas de la flor cortada por mas tiempo, el uso de 1-MCP en ésta concentración es funcional interactuando con la solución preservante, ya que al final del periodo de evaluación las flores que recibieron este tratamiento tuvieron el mayor contenido de azúcares reductores, lo cual coincidió con Figueroa (2005), quien afirma que al tratar las flores con soluciones preservantes se da un incremento en los azúcares reductores, debido a la utilización de la sacarosa exógena de la solución preservadora, que probablemente tuvo una rápida hidrólisis (Cuadro 8).

Cuadro 8.- Azúcares reductores en piña ornamental

Tra	Días de evaluación					
	1	4	8	15	22	
T1	6.03 a ^z	6.20 bc	7.56 bc	7.01 a	8.03 ab	
T2	8.83 a	6.70 abc	7.24 bc	6.85 a	7.45 ab	
T3	6.18 a	5.14 c	8.11 ab	7.39 a	7.95 ab	
T4	5.56 a	5.98 bc	5.63 c	5.44 b	7.70 ab	
MT1	5.85 a	7.83 ab	9.10 a	7.43 a	8.68 a	
MT2	5.68 a	4.81 c	8.46 ab	7.39 a	7.04 ab	
MT3	5.16 a	8.08 ab	6.77 bc	6.18 ab	6.65 b	
MT4	6.17 a	8.94 a	7.34 bc	6.93 a	7.72 ab	
CV	21.00	12.64	8.89	6.50	8.53	

^z Valores con la misma letra dentro de las columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P≤0.05; Tra = Tratamientos; CV = Coeficiente de variación.

El incremento que se presentó en los tratamientos T1,T3, MT1 Y MT3, se pudo deber a la hidrólisis de la sacarosa presente en las soluciones

preservantes catalizada por la presencia de alguna enzima hidrolítica, las cuales son sintetizadas a medida que avanza la senescencia (Halevy y Mayak, 1981).

4.3. Variables Fisiológicas

4.3.1 Pérdida de peso

La pérdida de peso de las piñas en los tratamientos que se expusieron a 1-MCP fue menor comparada con las que no fueron tratadas con este compuesto. En función a la pérdida de peso, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos en los primeros 13 días de evaluación sino hasta el día 16 donde se observan diferencias entre ellos, encontrándose que el mejor tratamiento fue el T1 y las piñas que presentaron la mayor pérdida de peso fueron las de los tratamientos T4 y MT4 (agua sin y con 1-MCP, respectivamente). Esta tendencia permaneció en los siguientes días, y es al día 22 donde la mayor pérdida de peso (8.33%) la registró solo el tratamiento T4 (testigo). Ubicando a los tratamientos T1 y MT1 como los mejores estadísticamente hablando al presentar una pérdida de peso de 0.47% y 0.73% respectivamente. Van Doorn (1997), encontró que la pérdida prematura de turgencia en muchas especies de flores cortadas se debe a la oclusión en el sistema de conducción de agua, lo cual coincide con lo encontrado en el presente trabajo ya que el testigo reportó la mayor pérdida de peso en comparación al resto de los tratamientos y por tanto menor duración en florero.

Halevy y Mayak (1981), encontraron que las flores de corte inicialmente incrementan su peso y luego disminuye, por lo que las flores que mantienen o aumentan su peso presentan mayor vida de florero que aquellas en las que el peso disminuye inicialmente, de aquí que, el uso de 1-MCP en la concentración utilizada en este experimento es muy útil, ya que la interacción de 1-MCP con las solución aplicada al tratamiento T1 reduce en 36% la pérdida de peso que si solo se utiliza la solución preservadora y con ello conservar por una semana más las flores con las mejor calidad visual en comparación al resto de los tratamientos. En la figura 5 se puede observar la variación de la pérdida de peso en los diferentes días de análisis para cada tratamiento.

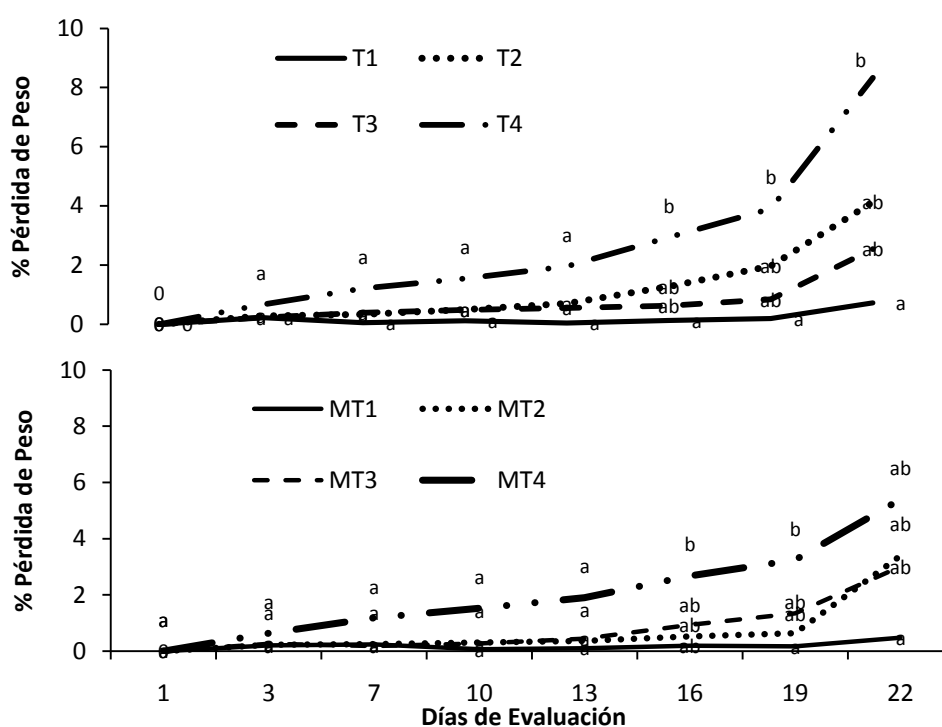


Fig.5. Pérdida de peso en piña ornamental

La interacción de 1-MCP con 8-HQC+sacarosa+cystar, mantuvo una semana mas las flores con una pérdida de peso mínima, retardando el proceso de senescencia al participar el 1-MCP como inhibidor de la maduración a través del bloqueo de la acción del etileno, la 8-HQC como bactericida y agente acidificante que inhibe la proliferación de microorganismos en el tallo. La sacarosa no solo se utiliza como sustrato energético, sino también para mantener la turgencia y cystar, la citocinina que al transportarse a través del xilema permite retardar la senescencia (Zoffoli, 2002, Sisler y Serek, 1997, Marousky, 1968; Paulin, 1977; Salisbury y Ross, 1994).

4.3.2 Respiración y Etileno

4.3.2.1 CO₂

Dull, (1967), al caracterizar la postcosecha de la piña reportaron que éste es un fruto no climatérico, ya que al realizar la investigación del flujo respiratorio de la piña, durante su segunda semana de maduración encontraron un incremento de dicho flujo ($30 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), el cual no es reportado como el máximo en comparación con la respiración inicial que se obtuvo, de alrededor de $50 \text{ mL} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, de aquí que el término “climatérico” es aplicado cuando ocurren cambios bioquímicos durante la maduración, sin embargo, en esta investigación, la piña ornamental, presentó un máximo climaterio en los tratamientos T4, MT4 y MT3, superior al valor obtenido al inicio del experimento (Figura 6), lo cual coincide con lo obtenido por Bose *et al.*, en Dull, (1967), el cual reporta la obtención de un máximo climaterio en piña variedad Kew, fruta proveniente del noreste de la India.

De aquí que para evitar que las piñas ornamentales presenten ese climaterio, el tratamiento MT1, interactuando con 1-MCP a la concentración utilizada en el presente, muestra ser el mejor ya que mantiene la velocidad de respiración muy baja en comparación al resto de los tratamientos desde el inicio hasta el final de la evaluación.

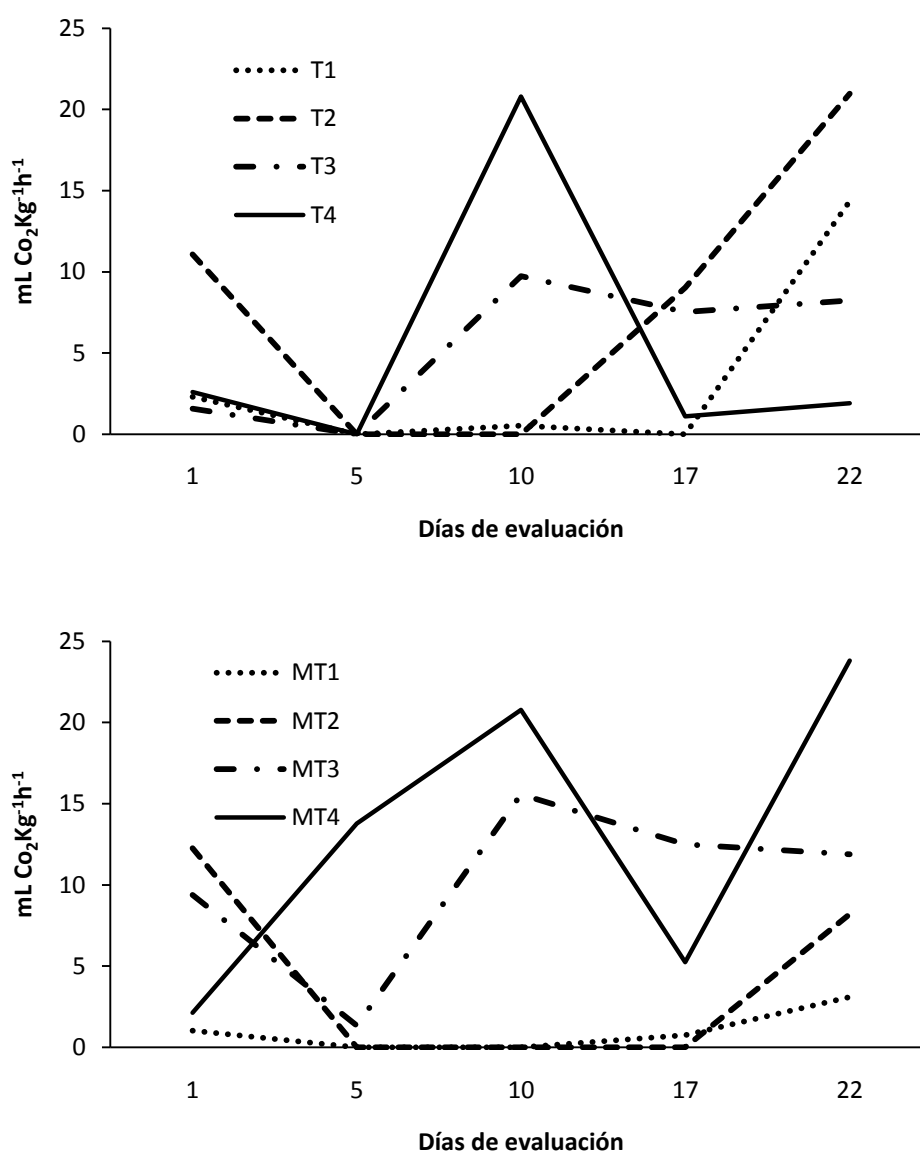


Fig. 6.- Liberación de CO₂

En la figura 6 puede observarse que los tratamientos T4 y MT4 (testigos sin y con 1-MCP, respectivamente), presentaron la mayor respiración y por tanto la menor vida de anaquel, lo cual podría explicarse por la ausencia de sacarosa en la solución, ya que de acuerdo a lo reportado por Van Doorn (2001), el azúcar exógena retarda la senescencia de las flores.

4.3.2.2 Etileno

En lo que respecta a la producción de etileno, los tratamientos T1, MT1, T2 y MT2, produjeron menos etileno que el resto de los tratamientos, lo cual esta relacionado con la mayor duración de las flores sometidas a estos tratamientos, lo cual implica una senescencia más tardía, al participar la citocinina con roles antagónico con el etileno al regular el proceso de senescencia (Taiz y Zeiger, 2006). La presencia de citocininas está relacionada con la producción de clorofila, por lo que tejidos jóvenes siempre tienen un alto nivel y actividad de la hormona. Al llegar a una edad adulta o bien por condiciones de estrés, los órganos pierden la capacidad de mantener su actividad metabólica y por ende se sintetizan menos citocininas y en donde faltan estas, la senescencia es una condición prevalente. Como se puede observar en la figura 7, al ir avanzando la senescencia incrementó la producción de etileno.

El incremento en la producción de etileno, acompañó al aumento en la producción de CO₂, lo cual concuerda con Dull (1967), el cual encontró que la aparición de etileno estimula la velocidad de respiración de la fruta piña, así como la disminución de la clorofila en la cascara.

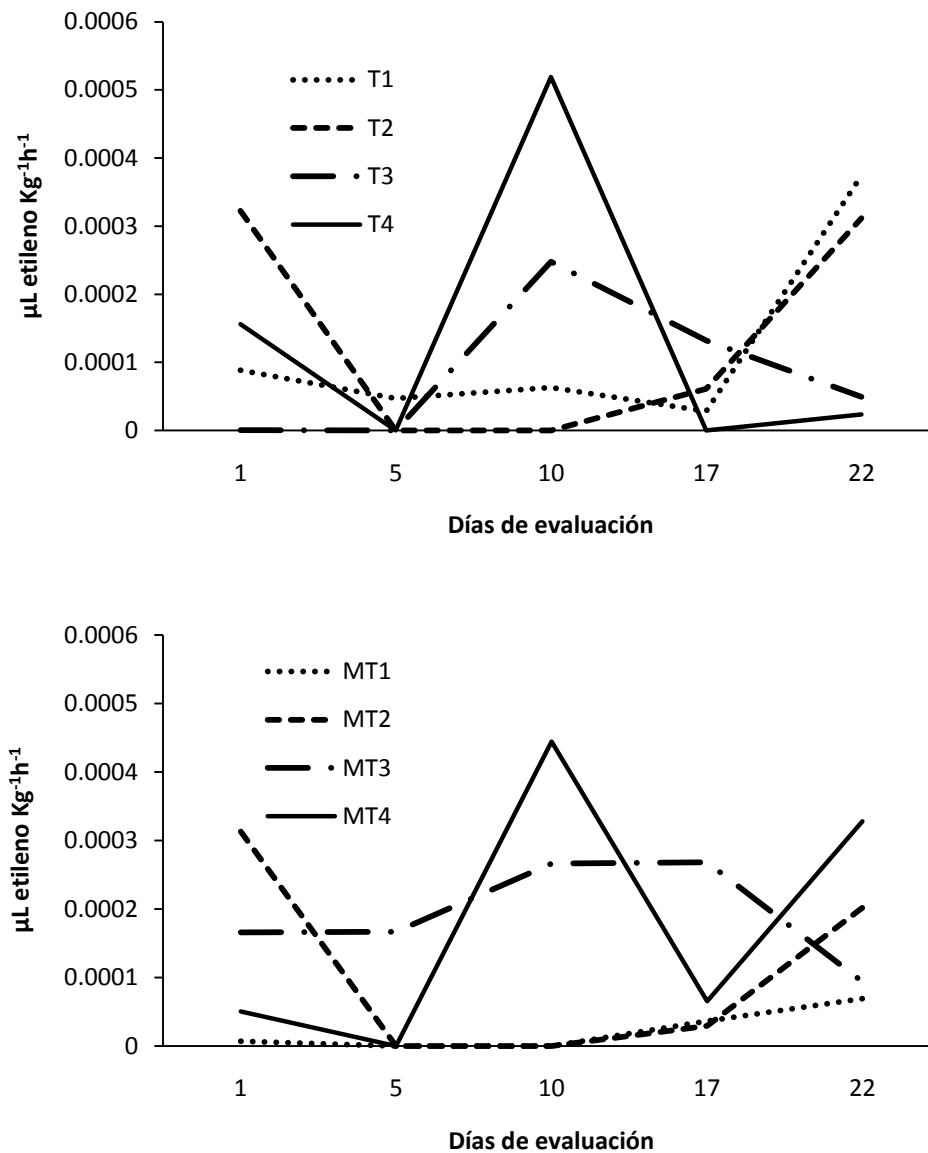


Fig. 7.- Liberación de etileno

En la figura 7, puede observarse que a lo largo de la evaluación el tratamiento MT1 es en el que se libera menos etileno, lo que comprueba que el 1-MCP tiene efectividad en la inhibición potencial de la acción del etileno. Con lo cual las piñas ornamentales que fueron sometidas a este tratamiento tienen una mayor vida de florero en comparación al resto de los tratamientos, ya que al día 22 la producción de etileno representó la 6^a parte en comparación al mismo tratamiento pero sin 1-MCP, con lo cual se puede

asegurar una semana más de vida de florero y con ello mayor tiempo de comercialización de las flores.

La empresa productora (SIPE FLOR S.A. de C.V.) asegura una vida de anaquel de máximo 15 días, lo cual se pudo corroborar en este experimento, donde el tratamientos T4 el cual solo se sometió a agua mantuvo su calidad visual solo 16 días, sin embargo el uso de las soluciones propuestas en el presente prolongaron esta cifra, hasta 28 días a partir de la fecha de corte.

Al día 22 de evaluación (28 días a partir de la fecha de corte) se detuvo la evaluación debido a que las flores del tratamiento testigo (T4) ya estaban totalmente deterioradas, sin embargo las pertenecientes al tratamiento MT1, mantenían su calidad visual hasta este momento, con lo cual si se hubiera seguido el análisis para solo éstas, sin lugar a duda, se lograría mantenerlas por una semana más, ya que como se observa en la Figura 7, al día 22 de evaluación las flores apenas iniciaban la liberación de etileno, y con ello presentaron una senescencia más lenta.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que las piñas ornamentales responden a las diversas soluciones preservadoras para alargar la vida de anaquel.

El 1-MCP a la concentración recomendada por el fabricante es efectivo para mantener las piñas ornamentales con calidad visual similar a la inicial sin perder su valor estético.

La mejor combinación que incrementa la vida de anaquel en 13 días (87%) y que sin lugar a duda podría garantizar una vida útil mayor al 100% es la formada por el tratamiento MT1, es decir, 1-MCP + 8-HQC (200 ppm) + sacarosa (1%) + Cystar ($0.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$), la cual mantiene la calidad de las piñas ornamentales por 13 días más de lo que la empresa productora garantiza, es decir 28 días como vida de anaquel en optimas condiciones.

En caso de no contar con 1-MCP, la segunda combinación que conserva en buen estado las características de diámetro, buena textura, unidades SPAD, incremento en antocianinas, baja pérdida de peso y respiración no muy elevada, fue la formada por el tratamiento T1: 8-HQC (200 ppm) + sacarosa (1%) + Cystar ($0.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$), que garantiza una vida útil de hasta 28 días, pues pasados estos días la pérdida de calidad visual se acentúa rápidamente.

Las mejores soluciones preservadoras son las que resultan de combinar 8-HQC (200 ppm) + sacarosa (1%) + Cystar ($0.5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$) con y sin 1-MCP.

VI. LITERATURA CITADA

- Buchanan-Wollaston,V. 1997. The molecular biology of leaf senescence. J. Expl. Bot. 48(307): 181-199.
- Bidwell R. G. S. 1987. Fisiología Vegetal. Traducido de Plant Physiology, 2 ed. En ingles, 1979. México D.F. 784 p.
- Dull G.G. 1967. The Pineapple: General. Chapter 9A. In Hulme A. C., 1971 Vol. 2 The Biochemisthy of Fruits and their Products. Academic Press London and New York.. 303-323 pp.
- Dwyer, L. M., M. Tollenaar & L. Houwing. 1991. A nondestructive method to monitor leaf greenness in corn. Canadian Journal of Plant Science, 71: 505-509.
- Figueroa I. et al. 2005. Cambios Fisiológicos en Postcosecha de dos Cultivares de Rosa con Diferente Duración en Florero. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción Casilla. Chillán, Chile. 537 p.
- García S. Ma. D., Serrano H. 2005. La piña, *Ananas comosus* (L.) Merr. (Bromeliaceae), algo más que un fruto dulce y jugoso. Departamento de Ciencias de la Salud UAM-I. México. 7 p.
- González D. 2007. Cómo cultivar piñas miniatura, revisado en <http://es.wikihow.com/cultivar-pi%C3%B1as-miniatura>, septiembre de 2007
- Halevy, A. H.; Mayak, S. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flowers Part I. Hort. Rev. 1: 204-223.

- Halevy A. H. y Mayak S. 1981. Senescence and Postharvest Physiology of Cut Flowers. Part 2. Hort. Rev. 3:59-143
- Handerburg *et. al.* 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros. San José Costa Rica. Dewey. 150 p.
- Larsen F.E. and J.F.Scholes. 1966. Effects of 8-Hydroxyquinoline citrate, N-dimethyl amino succinamic acid, and sucrose on vase-life and spike characteristics of cut snapdragons. Proc Amer.Soc. Hort. Sci. 89:694-701.
- Marousky, F. J. 1969. Vascular blockage, water absorption, stomatal opening, and respiration of cut "better times" roses treated with 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 94:223-226.
- McGlassan, G.J. 1998. Introducción a la fisiología y manipulación postcosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Editorial ACRIBIA, S.A., Zaragoza, España. 240 p.
- Nelmes, B.V. y R.D. Preston. 1968. Wall development in apple fruit: A study of the life history of a parenchyma cell. J. Expt. Bot. 19, 496.
- Pantastico, E. 1979. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutos y hortalizas tropicales y subtropicales. Editorial Continental, S.A. Primera edición. México. 663 p.
- Paulin, A., 1997. Postcosecha de las flores cortadas, bases fisiológicas. Segunda edición. Ed. Hortitecnia Ltda. Colombia, 142 p.
- Reid M. S. 2002. Postharvest Handling Systems: Ornamental Crops. In: Postharvest technology of horticultural crops. Agricultural and Natural

- Resources Publications, Division of Agriculture and Natural Resources.
- Kader A. A. (Ed.), 2007. University of California, Berkeley. 315 p.
- Rendón G. K. A. 2004. Evaluación de soluciones preservativas en la conservación de la calidad de piña de ornato. Tesis de licenciatura. UAEH. México. 70 p.
- SAS Institute, Inc. 1989. SAS/STAT® User's Guide. Version 6, Cary, NC:SAS Institute Inc. 943 p.
- Salisbury F. B. y Ross C.V. 1994. Fisiología Vegetal. Ed. Interamericana. México. 759 p.
- Sacher, J.A. 1967. Studies on permeability, RNA and protein turnover during aging of fruit and leaf tissues. Symp. Soc Expt. Biol. 21: 269.
- Sisler, E. C., Serek, M. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. Physiol. Plant. 100, 577-582 pp.
- Taiz L. y Zeiger E. 2006. Fisiología vegetal. Vol 2. Castillo de la planta: Publicaciones de la Universitat Jaume I. Traducción de plant physiology. 3a Ed. 1265 p.
- Valent de México S.A. de C.V. [www. pro-agro. com. mx/ prods/ valent/ valent03. htm](http://www.pro-agro.com.mx/prods/valent/valent03.htm). Consultado el 27 de noviembre de 2009.
- Van Doorn G. W. (1997) Water relations of cut flowers. Hort. Rev. 18: 1-85
- van Doorn, W.G. 2001. Role of soluble carbohydrates in flower senescence: a survey. Acta Hort. 543:179-183.
- [www. sipeflor.com/index.php](http://www.sipeflor.com/index.php), consultado el 20 de marzo de 2008.

Zagory, D., Reid, M.S. y Rodríguez L., Manejo Poscosecha de Flores Cortadas y Plantas ornamentales en Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortícolas. Yahia, E M. e I Higuera- C. (1992). Ed. Limusa, México. 246-250 pp.

Zoffoli, J. P. 2002. Control de la acción del etileno: Una novedosa alternativa para prolongar la conservación de frutas: Inhibidor de la Acción de Etileno. Departamento de Fruticultura y Enología. PUCC. Mundo Alimentario. 21-24 pp.