



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

APLICACIÓN DE EXTRACTOS NATURALES DE *Vitis* PARA INCREMENTAR LA
VIDA POSTCOSECHA EN CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Mill.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA
PRESENTA:

LÓPEZ ALANIS LUIS ENRIQUE
(GENERACIÓN 40, No. CUENTA: 1222272)

Modalidad Tesis Individual

ASESORES:

DR. OMAR FRANCO MORA

M. C. JUAN SALOMON CASTAÑO



CAMPUS UNIVERSITARIO "EL CERRILLO", TOLUCA, MÉXICO,
DICIEMBRE DE 2017.

DEDICATORIAS

A DIOS

Por permitirme llegar a esta etapa de mi vida, por la salud y llenarme de bendiciones.

A todas a aquellas personas que siempre estuvieron apoyándome a lo largo de mi formación universitaria, a mis padres los amo y gracias por el cariño y los consejos no los echare de balde.

A mi hermana Lizzie

A mí querida esposa Lau e hija

A todos mis maestros por sus enseñanzas

A mis compañeros que por cinco largos años aguantaron mis ocurrencias

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Omar Franco Mora por la gran oportunidad de colaborar en conjunto con un gran equipo de trabajo.

A CONACYT, por su apoyo financiero para la realización de este proyecto de investigación.

A la maestra Aby gracias por tantas enseñanzas.

Al maestro y amigo Salo por su paciencia y conocimientos compartidos.

A mis compañeros del laboratorio de Horticultura #las_ruana's.

APLICACIÓN DE EXTRACTOS NATURALES DE *Vitis* PARA INCREMENTAR LA VIDA POSTCOSECHA EN CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Mill.)

Tesis que como requisito para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista presenta Luis Enrique López Alanís. Directores de tesis: Dr. Omar Franco Mora (ofrancom@uaemex.mx) y M. C. Juan Salomon Castaño (salcajus@hotmail.com). Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México.

RESUMEN

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill) presenta altas cualidades organolépticas, digestivas y nutritivas, además, es apreciada por sus propiedades medicinales e industriales. Sin embargo, debido su naturaleza climatérica, así como inadecuadas técnicas postcosecha, deteriora su calidad, lo que limita su almacenaje, transporte y comercialización, generando pérdidas económicas. La aplicación de resveratrol, grado reactivo, previo a la cosecha, es una técnica probada para incrementar la firmeza de cáscara y pulpa; sin embargo, el costo del reactivo es alto y solo es recomendable para frutos de exportación. Las hojas de vid silvestre contienen resveratrol, por lo que la aplicación del extracto puede tener efecto positivo sobre la firmeza de cáscara en chirimoya y con ello disminuir el costo de producción, generando así una alternativa para los productores locales. Por ello, el objetivo de este trabajo fue incrementar la firmeza de la cáscara y pulpa de frutos de chirimoya con la aplicación precosecha periódica de un extracto acuoso de hojas de *Vitis*. Se obtuvieron los extractos y se le realizaron aplicaciones cada 25 días, a partir del amarre y hasta 8 días antes del corte, del extracto vegetal obtenido (1:1 p/v). La aplicación de extractos de vid silvestre no tuvo resultados similares a la aplicación del resveratrol comercial ya que no

aumentó la firmeza de pulpa y cáscara y en color solo se tuvo efecto positivo a los doce días después de cosechados los frutos. De manera general, en aquellos en donde se aplicó el extracto vegetal no se encontró mejor apariencia de calidad que los frutos control.

Palabras clave: Compuestos fenólicos, resveratrol, firmeza del fruto, tamaño del fruto.

SPRAYS OF *Vitis* PLANT EXTRACTS TO INCREASE CHERIMOYA (*Annona cherimola* Mill.) FRUIT SHELF LIFE

Thesis submitted by Luis Enrique López Alanis in order to obtain the B. Sc. In Agricultural Science. Academic Advisors: Dr. Omar Franco Mora (ofrancom@uaemex.mx) and M. C. Juan Salomon Castaño (salcajus@hotmail.com). Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México.

ABSTRACT

The cherimoya fruit (*Annona cherimola* Mill.) presents high organoleptic, digestive and nutritive qualities; in addition it is appreciated for its medicinal and industrial properties. However, due to its climacteric nature, as well as inadequate post-harvest techniques, it deteriorates easily its quality, which limits its storage, transportation and commercialization, generating economic losses. The application of resveratrol, reactive grade, prior to harvest, is an approved technique to increase the firmness of the skin and pulp; however, the cost of the reagent is high and is only recommended to exporters fruits. The wild grape leaves contain resveratrol, so the application of its extract may have a positive effect on the firmness of the cherimoya peel and by consequence reduce the cost of production, thus generating an alternative for local producers. Therefore, the objective of this work was to increase the firmness of the skin and pulp, with the periodic pre-harvest application of an aqueous extract of *Vitis* leaves. The extracts (1:1 w/v) were applied every 25 days, from fruit-set and up to 8 days before harvest. The application of extracts of wild grapes leaves did not have similar results to the application of commercial resveratrol since it did not increase the firmness of the pulp and the skin and in color it only had a positive effect 12 days after harvesting the fruits. In general, in those fruit where the plant extract

was applied, no better appearance of quality was found in comparasion with the control fruits.

Keywords: phenolic compunds, resveratrol, firmness of the fruit, size of the fruit.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	i
ABSTRACT	iii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS:	3
Objetivos específicos	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1. Antecedentes	4
3.2. Producción nacional	5
3.3. Descripción botánica de la planta	5
3.4. Clima	6
3.5. Suelo	6
3.6. Riego.....	7
3.7. Poda.....	7
3.8. Plagas y enfermedades.....	8
3.8.1. Insectos plaga.....	8
3.8.2. Enfermedades	8
3.9. Polinización	8
3.10. Maduración	9
3.11. Índice de maduración.....	11
3.12. Compuestos fenólicos	11
3.13. Vitamina C.....	12
3.14. Azúcares	13
3.15. Cosecha.....	14
3.16. Postcosecha	14
3.17. Extractos vegetales.....	15
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1. Ubicación del huerto experimental.....	17
4.2. Material vegetal.....	17
4.2.1. Obtención de extractos	17

4.3. Evaluación postcosecha	18
4.4. Análisis estadístico	23
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5.1. Pérdida de peso del fruto.....	23
5.2. Firmeza	25
5.3. Color de la cáscara	28
5.4 Sólidos solubles totales (SST).....	30
5.5. Acidez titulable	31
5.6. Azúcares	33
5.7. Ácido ascórbico.....	34
5.8. Compuestos fenólicos.....	36
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva estándar para determinar azúcares totales en frutos de chirimoya.....	21
Figura 2. Curva estándar para determinar compuestos fenólicos.....	22
Figura 3. Pérdida de peso en la vida postcosecha de frutos de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de <i>Vitis</i> . Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo.	24
Figura 4. Compresión del fruto en la postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de <i>Vitis</i> . Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo, * significativo al 0.05 con la prueba t de student. ..	25
Figura 5. Firmeza de la pulpa en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de <i>Vitis</i> . Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo.	26
Figura 6. Firmeza de la cáscara en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de <i>Vitis</i> . Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo y * significativo a 0.05 con la prueba t de student.	27
Figura 7. Cinética de los factores de color de cáscara en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de <i>Vitis</i> . Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo y *** significativo a 0.001 con la prueba t de student.....	29
Figura 8. Cinética de los sólidos solubles totales en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de <i>Vitis</i> . Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo.	31
Figura 9. Cinética de la acidez titulable en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de <i>Vitis</i> . Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo, * significativo a 0.05 con la prueba t de student.	32
Figura 10. Cinética de los azúcares totales en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de <i>Vitis</i> . Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo, * significativo a 0.05 con la prueba t de student.	34

Figura 11. Cinética del ácido ascórbico en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de *Vitis*. Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo. 35

Figura 12. Cinética del contenido de compuestos fenólicos en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de *Vitis*. Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo, * significativo a 0.05 con la prueba t de student..... 37

I. INTRODUCCIÓN

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill) tiene su origen en los valles interandinos de Perú y Ecuador, situados entre los 1500 y 2000 msnm. El árbol es semi caducifolio, cuyo crecimiento y fructificación natural son óptimos cuando la temperatura media anual está comprendida entre los 14°C y 24°C. El fruto, se consume principalmente en fresco, por su pulpa blanca, dulce y muy aromática; también se emplea en la elaboración de helados y refrescos en el sur de América. Es un alimento muy rico en vitaminas y minerales. Actualmente se ha desarrollado un importante mercado en los países árabes y del lejano oriente, además de otros como Argentina, Estados Unidos, Francia, Alemania, Chile etc.

Es un frutal poco conocido en México, sin embargo es una de las frutas más finas que alcanza precios altos y cuyo consumo ha presentado una tendencia de incremento al paso de los años. En México, la chirimoya se encuentra distribuida en las regiones subtropicales de los estados de Morelos, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Chiapas, Puebla, Estado de México, Hidalgo, San Luis Potosí, Veracruz y Campeche, siendo los estados de Michoacán y Morelos las entidades donde está teniendo mayor auge productivo a nivel comercial, principalmente con la explotación de selecciones locales y algunas variedades provenientes de Chile, tales como Bronceada y Concha Lisa, cuya producción está orientada tanto para el mercado nacional como para exportar.

La chirimoya madura rápidamente una vez cosechada, es recomendable pre enfriarlo y conservarlo entre 8-10 °C con una humedad alta. Si se usan atmósferas con bajo nivel de oxígeno y alto nivel de dióxido de carbono se puede prolongar la vida de anaquel hasta un mes, sin embargo, esta práctica no se utiliza a nivel comercial. Actualmente, para la

agricultura ha sido de gran importancia la disminución o eliminación del uso de productos químicos debido a que los consumidores prefieren adquirir frutas de calidad, libre de pesticidas, enfermedades y que no representen un riesgo a la seguridad alimentaria. Los extractos vegetales naturales pueden ser empleados en la agricultura y surgen como una importante alternativa para disminuir los efectos colaterales que los químicos producen en las personas y en el ambiente. Por ello, es importante estudiar diferentes tipos de extractos vegetales con potencial fúngico. Los extractos de vid silvestre presentan contenidos de resveratrol y han funcionado como inhibidores del desarrollo *in vitro* e *in vivo*, en fresas, de *Botrytis cinerea*. La aplicación de estos extractos puede tener efecto positivo en el aumento de la firmeza de cáscara en chirimoya y con ello disminuir el costo de la aplicación de resveratrol, y hacer, con ello, a esta técnica una verdadera alternativa para los productores locales. La aplicación de extractos vegetales es una alternativa inocua y propia del manejo integrado de enfermedades y amigable con el ambiente.

II. OBJETIVOS:

Objetivo general

Incrementar la calidad hortícola de frutos de chirimoya con la aplicación precosecha periódica de un extracto acuoso de hojas de *Vitis*.

Objetivos específicos

Determinar si la dosis de extracto acuoso de hojas de vid incrementa la firmeza de cascara y pulpa de chirimoya `Bays`.

Determinar sólidos solubles totales, acidez titulable y color de la cascara en chirimoya `Bays` por efecto de la aplicación precosecha periódica de extractos acuosos de hojas de *Vitis*.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Antecedentes

La chirimoya es originaria de América, en los Andes peruanos y las montañas del Ecuador, aunque algunos autores incluyen también la zona andina de Chile y Colombia. Desde su zona de origen, se extendió por América Central y posteriormente por el Caribe, las Azores, las Canarias, Madeira, África y diferentes países mediterráneos y asiáticos. Es un fruto de forma más o menos redondeada y de cáscara verde, reticulada, que se consume por su pulpa blanca, dulce y muy aromática, que se emplea en la elaboración de helados, mermeladas. Es una fruta con un alto contenido de vitaminas y minerales (FAO, 2000).

Etimológicamente, la palabra anona probablemente proviene del nombre popular anón (nombre del árbol). El nombre chirimoya proviene del quechua, lengua nativa de los Andes peruanos. En el manual de Popenoe, esta palabra es traducida como semilla fría, “chiri” significa frío y “moya” semilla (Gardiazabal y Rosenberg, 1993). La familia de las anonáceas comprende aproximadamente 120 géneros y más de 2000 especies; esta familia tiene relevante importancia por ser fuente de frutos comestibles (Leboeuf *et al.*, 1982). El género *Annona* está integrado por más de 100 especies, las cuales están distribuidas en climas tropicales y subtropicales del mundo, económicamente, las seis especies más importantes en el área frutícola son: chirimoya, guanábana (*A. muricata*), saramoyo (*A. squamosa* L.), annona común (*A. reticulata* L.), ilama (*A. diversifolia* Saff.) y el híbrido atemoya (*A. cherimola* x *A. squamosa*).

3.2. Producción nacional

Las especies de *Annona* que figuran en las estadísticas de producción más importantes son la guanábana, la chirimoya y el saramuyo. México es el principal proveedor de guanábana a Estados Unidos. En 2014, la superficie cosechada fue de 2,379.36 ha, la producción de 20,760.31 toneladas y el rendimiento promedio de 8.72 ton/ha. El municipio de Tacámbaro alcanzó una producción de 210 t de chirimoya, cifra que lo ubicó a la cabeza de las regiones productoras en 2010 (SIAP-SAGARPA, 2014).

3.3. Descripción botánica de la planta

Gardiazabal y Rosenberg (1991) mencionan en su libro “El cultivo del Chirimoyo”, que el chirimoyo es un árbol pequeño, que alcanza como máximo 8 m de altura, con un sistema radicular muy superficial y ramificado, pudiendo originar dos o tres pisos planos de raíces a diferentes niveles, pero sin profundizar mucho en el suelo. Posee de 3 a 6 raíces pivotantes que profundizan en suelos favorables. Está conformado por un tallo cilíndrico de corteza más o menos gruesa, lisa, verde grisácea, de entrenudos largos, con ramas que forman una copa abierta y redondeada, frondosa y de rápido crecimiento. Las hojas caducas, son elípticas y algo pilosas en el envés. Las flores presentan tres pétalos carnosos que engloban entre 100 y 200 carpelos.

3.3.1. El fruto

El fruto de la chirimoya es una polidrupa con los carpelos dispuestos en espiral que se unen después de la fructificación. Cada uno de los frutos contiene una única semilla dura de color negro en forma de frijol. El fruto es cónico o en forma de corazón, alcanza entre 10 y 25 cm de longitud y hasta un máximo de 15 cm de anchura y pesa por término medio de 250 a 800 g. Cuando alcanza la madurez se torna de un color verde-amarillo; se considera

que está demasiado maduro cuando la cáscara adquiere un tono marrón oscuro o negro. La cáscara, delgada o gruesa, puede ser suave, con marcas que se asemejan a huellas dactilares, o estar cubierta de protuberancias de forma cónica o redondeada que quedan de las flores (Van Damme y Scheldeman, 2013).

3.4. Clima

La chirimoya es estrictamente subtropical en su adaptación climática y muy rara vez se observa que en climas tropicales llegue a fructificar. Su producción se limita entre los 1,400 a 2,200 msnm. Es susceptible a heladas cuando se encuentra en crecimiento activo. El calor y vientos secos pueden causar daños en las hojas, los cambios bruscos de temperatura afectan el desarrollo fisiológico de las flores ya que causa resequedad en el estigma, viéndose afectada la polinización. Normalmente, se desarrollan en zonas donde se comprenden temperaturas entre los 18 a 22 ° C en verano y de 5 a 18 ° C en invierno. Para adquirir una buena calidad y buena floración son necesarios días largos (Andrés, 1996). Se encuentra adaptado a un clima subtropical fresco, con temperatura media entre 14 y 23°C, según la latitud y la estación. Por debajo de 14°C la calidad del fruto disminuye marcadamente. Se puede decir que las temperaturas entre 15 y 25°C definen el óptimo de crecimiento, siempre que no haya limitaciones en el aporte hídrico (Guirado *et al.*, 2003).

3.5. Suelo

El tipo de suelo donde crece la chirimoya, es muy variable, los más adecuados son los franco-arenoso-arcilloso, profundos, frescos y ligeros, de fácil drenaje que evite los encharcamientos, con pH de 6.5 a 7, bien provistos de materia orgánica, lo que indica su poca tolerancia a la acidez y preferencia a suelos neutros y alcalinos (Alaves, 1997). El

árbol de chirimoya es poco exigente en suelos, desarrollándose desde pesados a muy ligeros, aunque los mejores resultados se obtienen en los suelos de tipo franco, con buen nivel de materia orgánica y buen drenaje. Tolera cierta alcalinidad, vegetando bien en suelos con pH 7,5-8,5 y hasta 30% de carbonatos (Guirado *et al.*, 2003).

3.6. Riego

Por tener un sistema radicular superficial, el árbol es muy susceptible a la falta de agua y a la baja humedad relativa sobre todo en los primeros años de crecimiento. Por otra parte, en la época seca y especialmente si esta se prolonga más de lo normal, entonces se debe de aplicar riego. No puede faltar humedad en el suelo por que los árboles se deben de mantener bien hidratados para poder realizar todas sus funciones. Es muy importante el agua en los inicios de la floración y fructificación ya que influye en la calidad de la fruta, un déficit hídrico que se presente en este periodo reduce la producción (Domínguez y Castañeda, 2002).

3.7. Poda

Las podas se deben de realizar al finalizar la cosecha, durante la época de latencia de los árboles, no se debe de podar cuando las yemas se encuentren ya hinchadas porque esto ocasiona pérdida de vigor del árbol. Aquella poda que se realiza dentro del periodo de crecimiento y de producción solo debe ser de saneamiento o para eliminar material que se haya quebrado o que interfiera en el desarrollo normal de otras partes de la planta (Andrés, 1996).

3.8. Plagas y enfermedades

3.8.1. Insectos plaga

Las chirimoyas son atacadas por plagas como la mosca del mediterráneo y la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha ludens*). Otros insectos tales como escamas, ácaros y orugas que pueden parasitar y debilitar los árboles (Cerdas, *et al.*, 2006).

3.8.2. Enfermedades

Monilia frutícola: una de las enfermedades de mayor incidencia, causa la momificación de los frutos que permanecen prendidos a las ramas durante el ciclo anual y posteriormente, cuando se inicia la nueva brotación. El inóculo permanece en los frutos momificados y ataca las flores, nuevas hojas y al final los frutos en maduración. Los frutos en crecimiento solamente pueden ser atacados por heridas, causadas por insectos u otro agente externo. Cuando las condiciones de humedad, lluvias, aumentan durante la época de cosecha, la enfermedad se vuelve muy agresiva. En zonas productivas de España se han reportado pérdidas de por lo menos 60 % (Delgado, 2005).

Botrytis cinérea: el hongo penetra en forma directa en el fruto, causando una pudrición blanda. Se puede presentar en los frutos, cuando se encuentran totalmente formados o inician el periodo de maduración. También se reporta como una enfermedad de poscosecha. Es uno de los patógenos más agresivos en el cultivo de chirimoya (Delgado, 2005).

3.9. Polinización

El ciclo de la flor transcurre en aproximadamente 36 h. Los pétalos están casi soldados al comenzar la antesis (apertura de la flor) y puede ser polinizada si se separan los pétalos para que el polen alcance los estigmas. La antesis suele ocurrir en las primeras horas del día. En el estado femenino la masa estigmática es receptiva y de color blanco. En este

estado permanece de 5 a 20 h con los pétalos más separados que en el estado anterior, permitiendo el paso de pequeños insectos polinizadores. La flor pasa al estado masculino al día siguiente entre las 14:30 y las 18:00, pudiéndose adelantar este pasó en días calurosos o atrasarse en días frescos (Guirado *et al.*, 2003). En el inicio del estado masculino se produce mayor separación de los pétalos al mismo tiempo de la dehiscencia de las anteras para verter el polen. Durante este segundo estado, la superficie estigmática generalmente es marrón y los estigmas aparecen secos, síntomas de que han perdido su receptividad. La carencia del polinizador natural y la alternancia de los estados de la flor hacen que la producción comercial de chirimoyo requiera, en la mayoría de los casos, de polinización manual no solamente para producir amarre, sino también para disminuir el número de frutos deformes producidos por una mala fecundación que generalmente ocurre con la polinización natural. Debido a la importancia de la polinización natural en este cultivo se han realizado recientes estudios sobre la germinación (Rosell *et al.*, 1999; Rosell *et al.*, 2006), sobre la conservación (Lora *et al.*, 2006) y el desarrollo final del polen (Lora *et al.*, 2005).

3.10. Maduración

Las frutas adquieren sus propiedades características cuando maduran. El fenómeno de la maduración provoca cambios importantes como el ablandamiento de la pulpa y cáscara, el desarrollo de color y la síntesis de una amplia gama de compuestos orgánicos volátiles que constituye el aroma y gusto característico. Las frutas pueden dividirse en dos grupos de acuerdo a su mecanismo metabólico de maduración, las climatéricas y las no climatéricas. Las primeras, cuando la fruta madura, muestra una inmediata producción de etileno que provoca un aumento significativo de la respiración, la cual llega a un máximo y después

decae. Las no climatéricas no muestran dicho fenómeno. Las frutas climatéricas generalmente se cosechan en madurez fisiológica previo a la producción de etileno. En cambio, las no climatéricas, maduran en la planta y se cosechan maduras (White, 2002).

La temperatura afecta la tasa respiratoria, así las temperaturas altas elevan exponencialmente la respiración. Existe una relación inversa entre la tasa respiratoria y la vida de anaquel. Aquellas frutas que respiran más, tienden a mostrar vida postcosecha más corta. El proceso respiratorio es exotérmico y se libera una cantidad apreciable de energía en forma de calor. Durante la respiración, las frutas pierden peso debido a los procesos metabólicos de oxidación que provocan una amplia gama de reacciones. Para lograr que la fruta tenga una vida de anaquel aceptable es factible manipular variables externas, siendo la temperatura del almacenamiento la más empleada (Saltveit, 2004a).

El etileno es un compuesto gaseoso químicamente simple y posee la actividad biológica de ser el regulador de un amplio número de procesos fisiológicos en las plantas. Se considera la hormona de maduración puesto que es producido en forma endógena; durante este proceso, en las frutas se inician cambios químicos catalizados por enzimas causantes de los cambios de color, la textura, el aroma y el sabor. El etileno aplicado en forma externa a las frutas climatéricas induce la maduración, algunos precursores de etileno son: etefón, el propio etileno en forma de (gas), causando el desarrollo de color en la cascara y la pulpa y la pérdida de textura. A nivel comercial es empleado en la industria que procesa banano, plátano, melón y tomate). Ocasiona la pérdida de clorofila en la cascara (Saltveit, 2004b).

3.11. Índice de maduración

De acuerdo al estado de madurez del fruto, existen dos formas que puedan definir el tiempo de cosecha. Sin embargo, la cosecha no puede estar definida en el tiempo de antesis, porque la floración puede ocurrir durante varios meses. De otra manera, la época de polinización manual puede alterar el tiempo de la cosecha (Pinto *et al.*, 2005). En este sentido, identificar, seleccionar y caracterizar los estados fenológicos del desarrollo y de la maduración del fruto, puede determinar el momento óptimo de recolección y parámetros que mejor estiman dicho momento en campo. Los frutos de chirimoya generalmente son cosechados cuando cambia de color verde a verde-amarillo, sin embargo, algunos cambios en el color no son muy pronunciados (Cerdas *et al.*, 2006).

3.12. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son un grupo de compuestos orgánicos con uno o más grupos hidroxilos en los anillos aromáticos. Pueden ser fenoles simples hasta aquellos complejos conocidos como polifenoles. Los fenoles simples son el resultado de la descarboxilación de ácidos fenólicos, degradación térmica de lignina o de la actividad antimicrobiana. Solo algunos fenoles son considerados con importancia en alimentos, como el ácido cafeico, ferúlico, gálico y sus derivados, y los flavonoides y sus derivados. Los flavonoides son pigmentos importantes en una gran variedad de frutos y vegetales. Estos compuestos pueden ser clasificados como solubles en agua o solubles en lípidos, dependiendo en como ellos actúen primeramente en una fase acuosa o en una región lipofílica en membranas celulares. Los compuestos fenólicos pueden contribuir con el aroma y sabor, proporcionando amargura y acidez a algunos frutos, así como el color de numerosos productos alimenticios de origen vegetal o animal. Asimismo, estos compuestos presentan

actividad biológica como antimicrobiana, antiviral, antiinflamatoria, antitumoral, anticancerígeno y antioxidante principalmente (Lule y Xia., 2005).

Existen estudios publicados sobre el contenido de fenoles totales de algunas especies de anonas. Tal es el caso de araticum (*Annona crassiflora*), en la cual se estudió el contenido de fenoles totales en la cáscara, la pulpa y las semillas del fruto. Los autores encontraron que la mayor cantidad se encontraba en los extractos etanólicos de las semillas seguida de la cáscara y finalmente la pulpa. También se han cuantificado los fenoles totales de pulpa de chirimoya (*Annona cherimolia*) en extractos orgánicos polares (acetona-agua, metanol-agua). (Vasco *et al.*, 2008).

3.13. Vitamina C

Las vitaminas son los componentes minoritarios de los alimentos pero juegan roles importantes en la nutrición humana. Dentro de las vitaminas más importantes se encuentra la vitamina C, ácido L-ascórbico, que la proporcionan las frutas y los vegetales. El ácido L-ascórbico es un compuesto altamente polar, soluble en agua, e insoluble en disolventes no-polares. Es una lactona caracterizada por un grupo enendiol el cual le hace ser un compuesto fuertemente reductor. Se oxida reversiblemente a la forma ácido L-dehidroascórbico, quien también muestra actividad biológica. Se considera como el agente reductor más reactivo que puede existir en forma natural en el tejido viviente, y también como nutriente esencial para el ser humano, porque este no puede sintetizarlo por sí solo y es necesario obtenerlo a partir de frutas y verduras consideradas como la fuente principal de esta vitamina (Hernández, *et al.*, 2006).

3.14. Azúcares

En estudios realizados en ‘Fino de Jete’ y ‘Bronceado’ por Morales *et al.* (2014), cuando a los frutos se les aplicó resveratrol 8 y 15 días antes de la cosecha en dosis; 0, 0.016, 0.16 y 1.6 mM, existieron diferencias en los contenidos de azúcares reductores por las particularidades intrínsecas de cada cultivar. Los frutos de ‘Fino de Jete’ al primer día después de cosecha, presentaron mayor contenido de azúcares reductores que los frutos de ‘Bronceado’. En ambos cultivares, al séptimo día después de cosecha, los azúcares reductores se incrementaron al doble en relación al primer día de cosechados; y, a los 15 de cosechados, este incremento continuó en menor cantidad, hasta alcanzar valores promedios 47 de 16.5 y 15.5 μ del peso fresco, respectivamente, para ‘Fino de Jete’ y ‘Bronceado’. Con la aplicación de 1.6 mM de resveratrol 8 días antes de la cosecha, en los frutos de ‘Fino de Jete’ a los 15 de cosechados se observó la única diferencia estadística, con menor cantidad de este metabolito en relación, exclusivamente, al control (0 mM de resveratrol). Esta diferencia fue del 2 %, lo cual implica una menor dulzura por la aplicación de 1.6 mM de resveratrol y posiblemente sea explicada por un efecto inhibitor o retardante del proceso de maduración de este estilbeno sobre las chirimoyas. En ‘Bronceado’ fue menor la cantidad de azúcares reductores en los frutos tratados con 1.6 y 0.16 mM de resveratrol en relación a los otros dos tratamientos, solamente en el primer día después de cosechados y en los frutos tratados 8 días antes de la cosecha. Posiblemente las diferencias genéticas de los cultivares explique que resveratrol afectó ligeramente la calidad de pulpa solo en ‘Fino de Jete’.

3.15. Cosecha

Desde la cosecha y después de esta, la chirimoya es muy susceptible a daños mecánicos, estos daños implican lesiones y cortaduras, magulladuras y la fricción entre cáscara provoca un pardeamiento por heridas, para evitar estos daños, se requieren apropiadas técnicas de manipulación poscosecha. Los frutos son muy delicados, por lo que se recomienda una capa de frutas por caja para el almacenamiento y envío. Si tiene 2 o 3 capas, entonces los frutos deben ser protegidos individualmente con materiales que amortigüen los golpes, estos materiales pueden ser papel o poliestireno. Una sola capa en cajas de 6 y 8 kg de frutos es lo más recomendado. En la medida en que el fruto permanezca firme, es posible transportar a mercados. Un tratamiento de pre-enfriamiento antes de la transportación al mercado distante ayuda a la vida poscosecha de la chirimoya. También es muy importante realizar las técnicas de tratamientos asépticos de herramientas y contenedores, esto ayuda a prevenir a la poscosecha de chirimoya para evitar infecciones fungosas, plagas y otras enfermedades (Morales, 2015).

3.16. Postcosecha

3.16.1. Producción de etileno

La chirimoya por su naturaleza climatérica produce altos niveles de etileno (hasta 100-300 $\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$, dependiendo del cultivar) durante la maduración a 20°C (68°F). La exposición al etileno (100 ppm por 1-2 días) acelera la maduración de chirimoyas verdes (pero fisiológicamente maduras) y de otras anonas; por lo que llega a madurar inmediatamente si son mantenidos a 15°C (59°F) o 20°C (68°F). La remoción de etileno puede ser útil en

retardar la maduración de frutos de color verde (pero fisiológicamente maduros). (Cerdas y Moreno, 2000).

3.16.2. Efectos de las Atmósferas Controladas (AC)

Las condiciones óptimas de AC se encuentran entre 3-5% O₂ y 5-10% CO₂. Los beneficios incluyen un retraso de la maduración, una menor respiración y producción de etileno, y retención de la firmeza. Las chirimoyas pueden ser mantenidas por hasta 6 semanas a 10°C (50°F) en 5% O₂, y luego maduradas con un buen desarrollo de sabor a 20°C (68°F). La exposición a <1% O₂ y/o >15% CO₂ puede resultar en el desarrollo de malos sabores y maduración desuniforme (Yahia, 2007).

3.17. Extractos vegetales

La obtención de extractos vegetales y el estudio de sus compuestos activos, propician su empleo contra diferentes patógenos en postcosecha para controlar enfermedades en productos hortofrutícolas (Hernández *et al.*, 2006). El proceso de obtención de extractos a partir de diferentes materiales vegetales (flores, brotes, semillas, hojas, ramas, corteza, hierbas, madera, frutos y raíces) es variable; pudiéndose obtener extractos acuosos (Bautista *et al.*, 2002), polvos o utilizar otros disolventes para extraer diferentes compuestos, según su polaridad (Abou-Jawdah *et al.*, 2002).

En la actualidad, existen diversos extractos vegetales que han sido estudiados con éxito (Wilson *et al.*, 1997; Ribeiro y Bendendo, 1999; *et al.*, 2003; Ferreira y Ficker *et al.* 2005) y han demostrado efectividad contra diferentes hongos fitopatógenos. Entre ellos se encuentran ajo (*Allium sativum* L.), acuyo (*Piper auritum* HBK), guayaba (*Psidium guajava* L.), eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus* Labill.) (Baños *et al.*, 2004); duraznero (*Prunus pérsica* L.), guamúchil (*Pithecellobium dulce* Roxb. Benth), chicozapote (*Acharas*

saota L.), chirimoya (*Annona cherimolla* Mill.), zapote blanco (*Casimiroa adulis* Llav. Et Lex), limón (*Citrus limón* L.), tejocote (*Crataegus mexicana* Moc. Et Sess), papaya (*Carica papaya* L.), aguacate (*Persea americana* L.), ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) (Bautista *et al.*, 2002). Algunos extractos vegetales han demostrado ser efectivos en el manejo de fitopatógenos, sin embargo, es escasa la información relacionada con el efecto de estos sobre las características físicas y químicas de la calidad de los frutos.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del huerto experimental

El presente trabajo se realizó en el año 2017 en una huerta comercial, ubicada en Achichipico, Municipio de Yecapixtla, Estado de Morelos que se localiza en la región oriente, en los paralelos 18° 53´ de latitud norte y a los 98° 52` de latitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altitud de 1,580 m. (INEGI, 2005).

4.2. Material vegetal

4.2.1. Obtención de extractos

Para la obtención del extracto acuoso se utilizó la metodología de Widmer y Laurent. (2006). Para ello, 1000 g de hojas de *Vitis* se colocaron en un matraz erlenmeyer de 2000 mL con 2000 mL de agua destilada. Posteriormente se pusieron en autoclave durante 45 min a 121°C a 1 atm. Inmediatamente, se filtraron a través de gasa y el extracto se redujo a 1000 mL en mechero de Bunsen. El extracto obtenido se almacenó a 4°C hasta su uso.

4.2.2. Aplicación del extracto.

El extracto de hojas de *Vitis* se aplicó a todos los frutos de 10 árboles de chirimoya ‘Bays’, las aplicaciones se realizaron de forma periódica cada 25 días a partir del amarre, con la última aplicación a los 8 días antes de la cosecha. Los frutos fueron colectados en madurez comercial y trasladados al Laboratorio de Horticultura de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México para realizar los análisis correspondientes.

4.3. Evaluación postcosecha

Los frutos fueron sometidos a refrigeración (4°C) durante 3 días y posteriormente se almacenaron a temperatura ambiente, después se procedió a realizar los análisis siguientes:

Pérdida de peso del fruto: La pérdida de peso se determinó pesando los frutos en una balanza semianalítica. El primer peso correspondiente se estableció como el 100%, posteriormente la pérdida se registró en porcentaje (%) durante el tiempo de almacenamiento.

Firmeza: La firmeza de la cascara, pulpa y deformación del fruto fue evaluada con un texturómetro TA.XT. Plus de Stable micro systems, con una punta probeta cilindro p/4SSE de 4 mm de diámetro y una punta probeta cilindro p/50AL de 50 mm para compresión. Con un software de Stable micro sistema Exponent. A una velocidad de 2 mm por segundo. Los resultados fueron reportados en Newtons (N).

Color: En el caso color de la cáscara fue medido con un equipo Konica Minolta modelo CR-400/410, los valores fueron reportados en L*, a*, b*, c y h. Donde “a” mide el componente rojo en el eje positivo, gris cuando es 0 y el componente verde en el eje negativo y “b” mide el amarillo en el eje positivo, gris cuando es 0 y el azul en el eje negativo; “L” mide la luminosidad y varía desde 100 para blanco hasta cero para negro. Cada medición registrada fue el promedio de 3 disparos en diferente área de la cáscara del fruto.

Sólidos solubles totales (SST): Estos se midieron con un refractómetro ATAGO, los valores fueron expresados en °Brix. Se utilizó el tamaño de una gota extraída de la pulpa,

empleando agua destilada para calibrar el equipo. Se tomaron directamente de la pulpa entre 2 y 3 gotas de esta y se procedió a tomar tres lecturas por fruto.

Acidez titulable: Se determinó mediante el método de la (AOCC, 2009). La determinación se hizo por titulación con una solución valorada de hidróxido de sodio al 0.1 N. Donde se tomaron 2 g de pulpa que se maceraron con 15 ml de agua destilada, posteriormente se agregaron 5 ml de esta solución a tres matraz Erlenmeyer y a cada uno se le pusieron entre 3 y 4 gotas de indicador fenolftaleína y se tituló hasta obtener una tonalidad rosa permanente, esta prueba se hizo. Los resultados se expresaron en porcentaje de ácido cítrico utilizando la siguiente fórmula para calcular su concentración:

$$\% \text{ Ácido tartárico} = \frac{(\text{ml NaOH}) * \text{N}(\text{NaOH}) * \text{Volumen total} * \text{mequiv} * 100}{\text{alícuota} * \text{peso de la muestra}}$$

Donde:

- ml NaOH = volumen de NaOH empleado en la titulación.
- N (NaOH) = normalidad del NaOH empleado al 0.01.
- Volumen total = volumen ocupado por la pulpa y el agua.
- mequiv = equivalencia del ácido tartárico
- (0.075).
- Alícuota = volumen de la muestra empleada.
- Peso de la muestra = peso de la pulpa empleada.

Azúcares: Se preparó una muestra madre para el análisis de azúcares totales y compuestos fenólicos, se pesaron 2 g de pulpa, macerada con un mortero con 40 ml de alcohol al 80 %. Después se colocaron las muestras en baño maría durante 5 min, se dejó enfriar, se filtró y guardo en botellas de plástico en congelación (-20°C) para su posterior análisis.

Para la cuantificación de azúcares totales, se utilizó el método colorimétrico de antrona descrito por Witham *et al.* (1971) citado por Franco (2000). A partir de la solución madre se tomó 1 ml y se evaporo en baño maría, posteriormente fue diluido en 10 ml de agua destilada. Se tomó 1 ml de lo anterior y se colocó en un tubo de ensaye por triplicado, ajustado a 3 ml de agua destilada. Los tubos se colocaron en agua fría y a cada uno se le agregaron con una pipeta 6 ml de antrona (0.05 g de antrona en 100 ml de ácido sulfúrico).

Posteriormente a los tubos de ensaye se colocaron en baño maría durante 3 minutos, pasado este tiempo, se bajó la temperatura en agua fría y se tomó la lectura a una absorbancia de 600 nm en un espectrofotómetro (Génesis 10vis, thermoScientific). Para el tubo testigo se colocaron 3 ml de agua destilada y se siguió el mismo procedimiento para cada una de las muestras.

Para realizar la curva patrón se pesaron 0.030 g de glucosa y fue disuelta en 100 ml de agua destilada; de esta solución se tomaron 0.1, 0.2, 0.3, 0.6, 0.8, 0.9 ml; y se ajustaron a 3 ml de agua destilada y se dio el mismo procedimiento utilizado en las muestras.

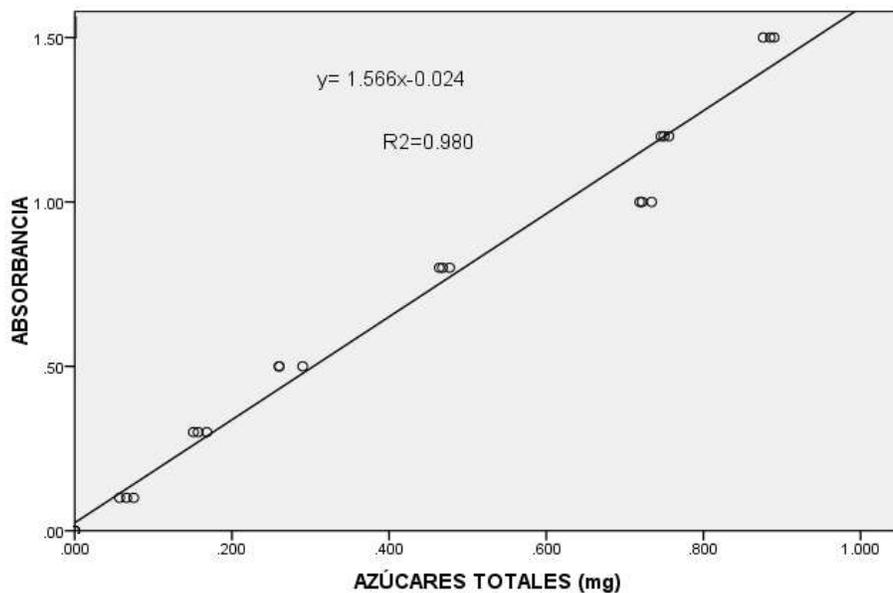


Figura 1. Curva estándar para determinar azúcares totales en frutos de chirimoya.

Vitamina C: Se determinó por el método de yodimetría reportada por Ciancaglini *et al.* (2001). Cada muestra se tomaron 5 g de pulpa y se maceraron en 30 ml de agua destilada, se adicionaron 0.25 ml de HCl (Ácido clorhídrico 15% v/v), 1 ml de almidón (1% v/v), posteriormente se diluyó el yodo en la bureta haciendo una titulación lentamente y agitando la disolución contenida en el Erlenmeyer hasta que viró a color azul.

Compuestos fenólicos: Para la determinación de compuestos fenólicos se utilizó el método Folin Ciocalteu descrito por Waterman y Mole (1994), citado por Franco (2000). El procedimiento fue el siguiente: a tubos de ensaye se le adicionaron por triplicado 12 ml de agua destilada seguido de 0.5 ml de muestra madre. Esta solución se mezcló y se adicionó 0.5 ml del reactivo Folin Ciocalteu y se mezcló nuevamente. Después de 1 min y antes de 8 min, se adicionaron 1.5 ml de solución de carbonato de sodio 20%, este momento se

registró como tiempo cero y se mezcló nuevamente. Se aforó con agua destilada a 15 ml y se agitó. La muestra se dejó reposar durante 30 min a partir de tiempo cero y finalmente se midió la absorbancia a 760 nm en un espectrofotómetro (Genesis 10vis, ThermoScientific). Los datos fueron expresados en miligramos de equivalente de ácido tánico por gramos de peso fresco (mg ácido tánico g⁻¹ PF). Para cada una de las muestra se hicieron tres repeticiones.

La curva patrón se realizó disolviendo 0.030 g de ácido tánico en 100 ml de agua destilada. Se utilizaron volúmenes de 0, 0.1, 0.3, 0.6, 0.8, 1.0 ml de la solución de ácido tánico en tubos de ensaye que contenían 12 ml de agua destilada posteriormente se realizó el mismo procedimiento que en las muestras.

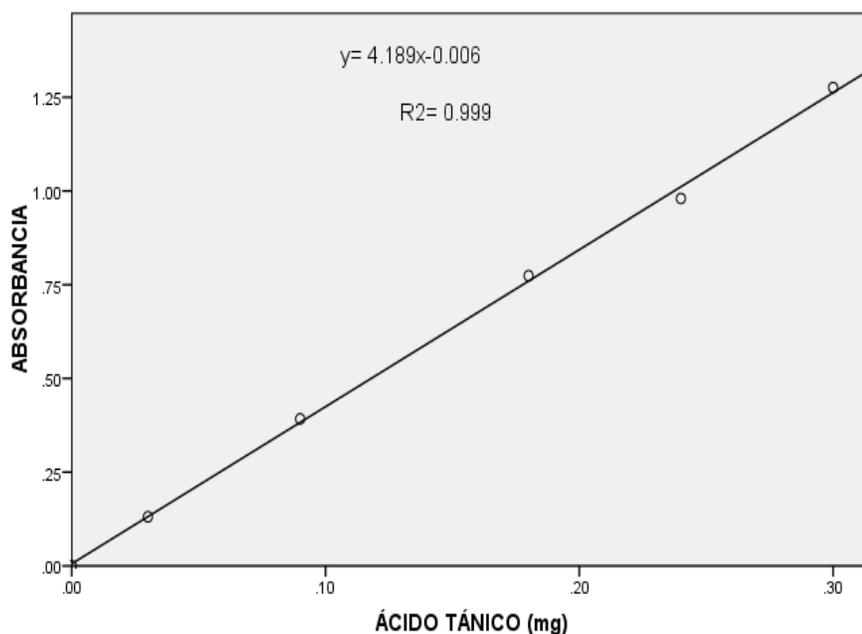


Figura 2. Curva estándar para determinar compuestos fenólicos.

4.4. Análisis estadístico

Los resultados del experimento se analizaron como un diseño completamente al azar. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para todas las variables y cuando el valor de F fue significativo, se hizo la comparación de medias de Tukey a un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. Las salidas se realizaron con el software SPSS (Statistical Package Social Science).

Las gráficas se elaboraron con el paquete Sigma Plot 2010.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Pérdida de peso del fruto

La pérdida de peso durante el almacenamiento poscosecha no presentó diferencias significativas entre los frutos control y los tratados (Figura 3). El porcentaje de pérdida de peso en el día 4 para el control fue de 2.9 % y los tratados de 2.5 %. Al día 8 los tratados redujeron 10 % su peso inicial mientras que el control redujo 10.5%. Al final de los días de almacenamiento, los frutos tratados perdieron 12.3 % y el control perdió 19.1 % de su peso. Aunque numéricamente se observa una mayor pérdida de peso en los frutos control en comparación con los tratados la aplicación precosecha de extractos de *vitis* no afectó esta variable.

Morales *et al.* (2014) mencionaron que la aplicación en precosecha de resveratrol (RVS) en frutos de chirimoya ‘Fino de Jete’ y ‘Bronceada’ no afectó la pérdida de peso. La pérdida de peso está relacionada directamente con la deshidratación. La chirimoya presenta una alta composición de agua y carbohidratos que aunado a su metabolismo climatérico, hacen que esta fruta esté sujeta a un elevado deterioro una vez cosechada alcanzando altos niveles de deshidratación lo que provoca una disminución en su calidad organoléptica.

Cabe señalar que esta condición se ve afectada por la temperatura de almacenamiento (Pentzke, 2006). La pérdida de peso en frutos se atribuye en alto grado a la transpiración que ocurre a través de estomas y lenticelas por un gradiente de presión de vapor entre el tejido y la atmósfera circundante al producto (Amarante y Banks, 2001).

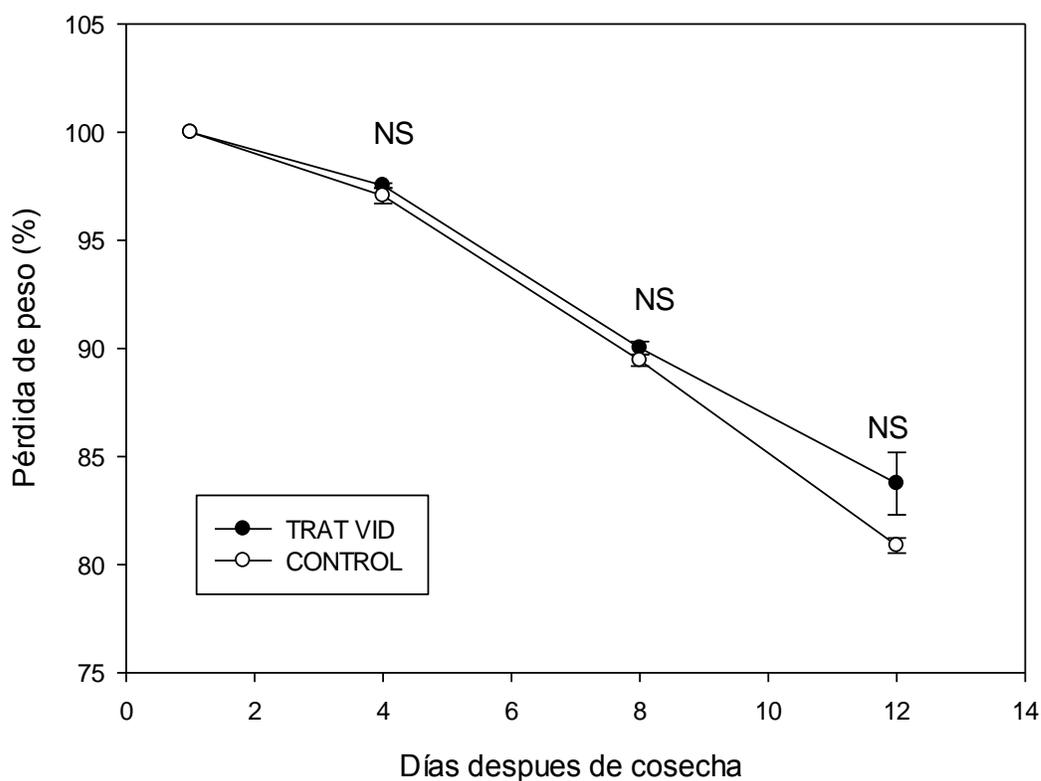


Figura 3. Pérdida de peso en la vida postcosecha de frutos de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de *Vitis*. Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo.

5.2. Firmeza

De manera general, para la compresión (Figura 4) y firmeza de la pulpa (Figura 5) no se observaron diferencias significativas durante los días de almacenamiento (Figura 4). En compresión del fruto, al día 8 se perdió más del 60% en el control y los tratados 77%, al final de la evaluación ambos perdieron más del 90% de esta fuerza. La firmeza de la pulpa se redujo a más del 60% al día 8 en los frutos tratados y para los testigos más del 85%. Para el día 12, la pérdida de esta variable fue de más del 90% tanto para los tratados como en el control.

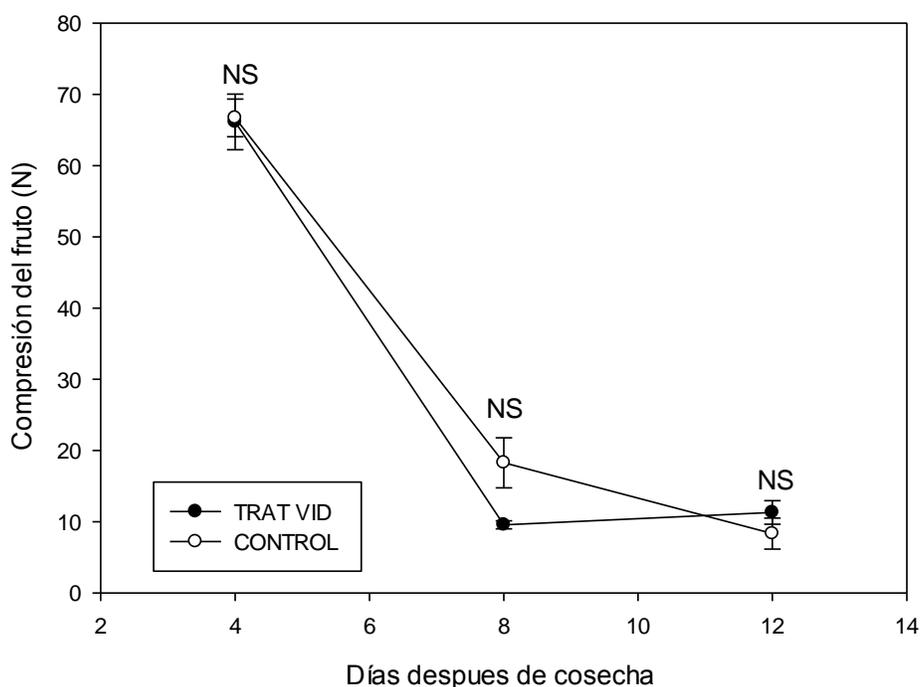


Figura 4. Compresión del fruto en la postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de *Vitis*. Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo, * significativo al 0.05 con la prueba t de student.

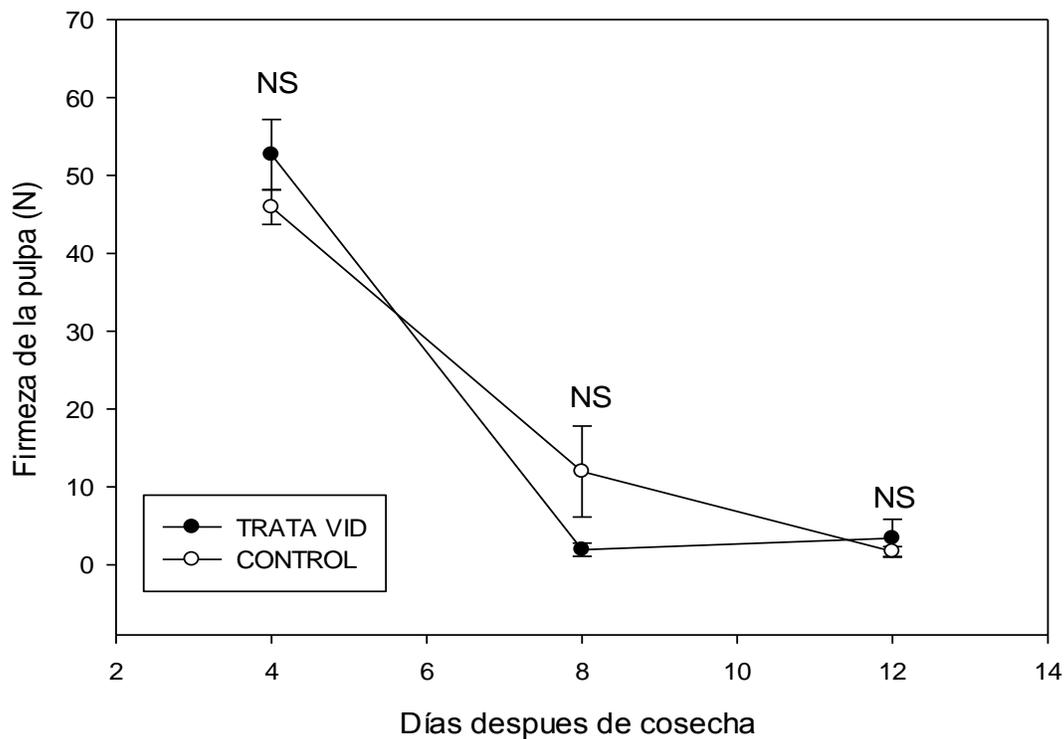


Figura 5. Firmeza de la pulpa en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de *Vitis*. Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo.

En firmeza de la cáscara (Figura 6) se observó un comportamiento similar a la compresión, aunque para el día 8 existió diferencia significativa, siendo en los frutos tratados en donde se observó mayor pérdida de firmeza; mientras que para el día 12 de almacenamiento, los frutos presentaron una pérdida de 75%.

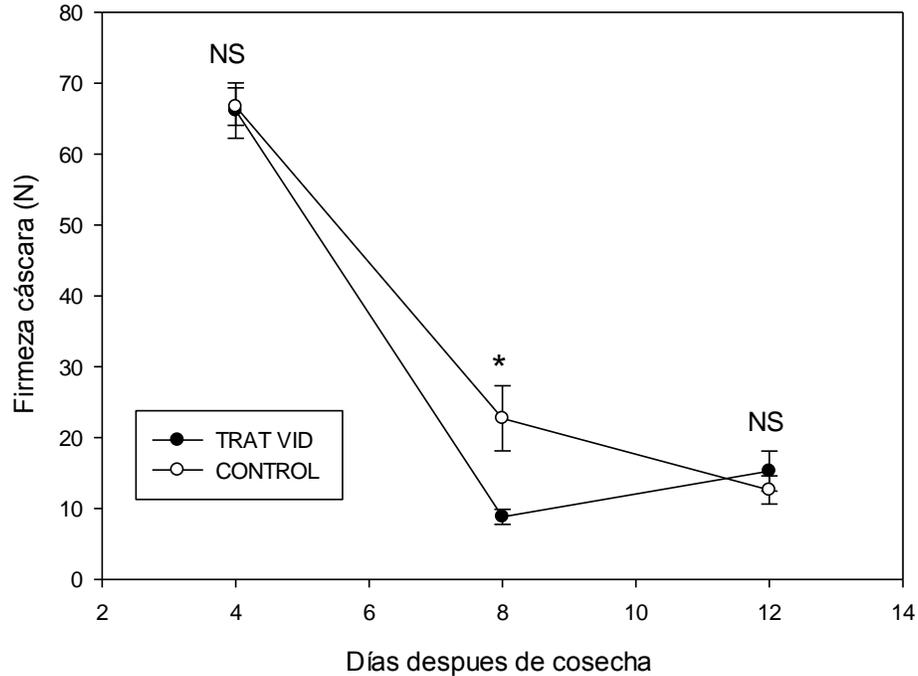


Figura 6. Firmeza de la cáscara en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de *Vitis*. Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo y * significativo a 0.05 con la prueba t de student.

Pareek *et al.* (2011) menciona que la firmeza para frutos como chirimoya (*Annona cherimola* Miller) y saramuyo (*Annona squamosa* L.) se han reportado valores entre 27 y 34 N en madurez fisiológica y disminución de la misma hasta 1 a 5 N durante la maduración. También Valle-Guadarrama *et al.* (2012) reporta que la consistencia de pulpa en frutos de ilama (*Annona diversifolia*) se mantuvo con mayor valor en los frutos manejados en atmósfera controlada que en los frutos de atmósfera natural (1.2 y 0.7 N, respectivamente). La firmeza está relacionada con la pérdida de agua, a menor deshidratación los frutos permanecen más turgentes (Jiménez *et al.*, 2005).

Los datos del presente trabajo indican que los resultados de la aplicación de extractos de hoja de vid silvestre no son comparables con la disminución en la tasa de ablandamiento de pulpa y cáscara que previamente indico Morales *et al.*, (2014) con la aplicación de resveratrol a frutos de chirimoya. Incluso, estos resultados son contrarios a los que encontró Apolonio (sin publicar) en fresa, en donde la aplicación de extractos de hojas de vid silvestre disminuyeron la tasa de ablandamiento de dichas frutas. En este sentido, será necesario estudiar dosis más altas de extracto de hojas de vid silvestre o bien indicar que para este cultivo, los extractos de hoja de vid silvestre, a pesar del conocimiento que se tiene de la presencia de resveratrol en ellos, no es una alternativa.

5.3. Color de la cáscara

De forma general, los factores de color se mantuvieron sin diferencia significativa entre los frutos tratados con extracto de hojas de vid silvestre y los frutos control; sin embargo, al día 12 de almacenamiento postcosecha se observó diferencia significativa en todos ellos (Figura 7).

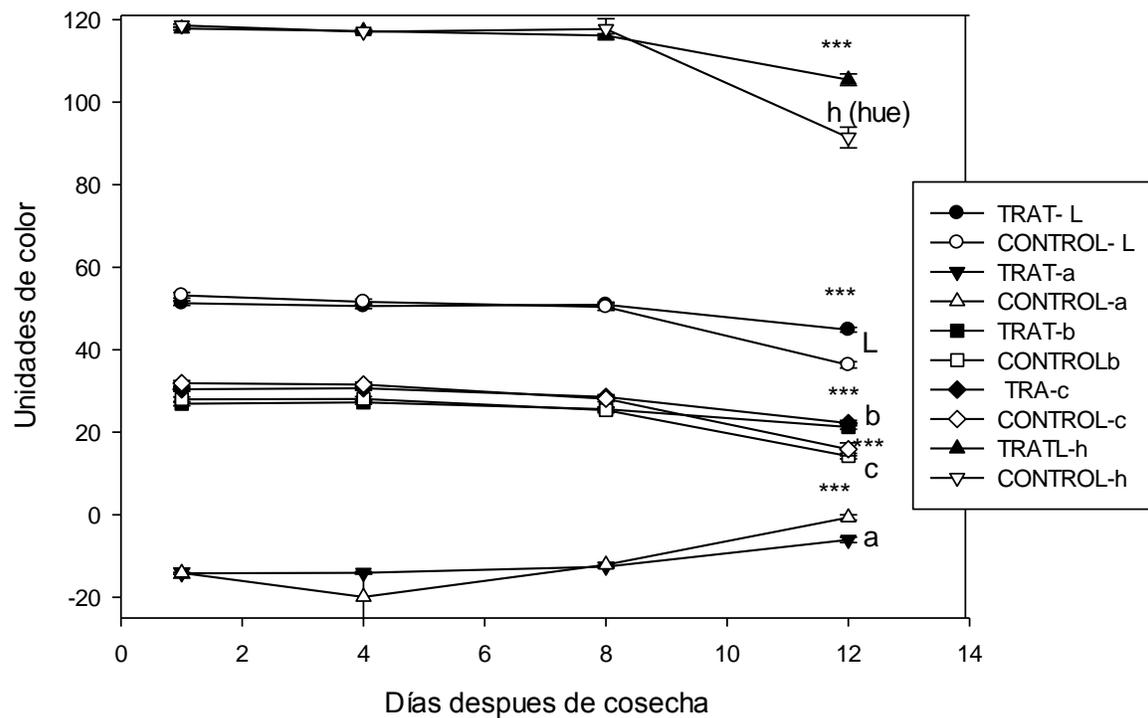


Figura 7. Cinética de los factores de color de cáscara en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de *Vitis*. Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo y * significativo a 0.001 con la prueba t de student.**

Morales *et al.* (2014) reportó que frutos de chirimoya ‘Fino de Jete’ tratados previo al corte con 1 mM de bencil aminopurina (BAP), después de 15 días de almacenamiento a temperatura ambiente, conservaron el color L* de la cáscara más de 35 % en relación al control. Además, los frutos control pasaron de valores negativos a positivos de a* aproximadamente de -9 a 2; mientras que los frutos tratados con 1 mM BAP mostraron valores menores a -6. La pérdida de la tonalidad verde, aspecto que probablemente se encuentra asociado con la disminución de clorofila b, por actividad enzimática hidrolizándose a clorofilida y fitol (Xiao-tanng *et al.*, 2009).

No existen reportes sobre el empleo de extractos naturales para conservar el color de cáscara de frutos, aunque, en este trabajo los resultados muestran que la aplicación del extracto de *Vitis* tiene un efecto positivo sobre la conservación del color de la cáscara de chirimoya al final de los días de almacenamiento, en realidad el efecto no es significativo, ya que la existencia de diferencia a esas fechas de almacenamiento no es significativo económicamente ya que una vez transcurrido ese periodo el fruto ya no es de alta calidad de venta. En el mismo tenor que el efecto en la firmeza y compresión, es necesario estudiar la aplicación de dosis más altas, o bien descartar esta técnica para la mejora de la vida postcosecha en chirimoya.

5.4 Sólidos solubles totales (SST)

Para el caso sólidos solubles totales no existieron diferencias significativas por efecto del extracto de vid. Se observó el clásico incremento de estos compuestos durante el almacenamiento de la chirimoya. Al final del periodo de almacenamiento, el control presentó 19 °B; mientras que los frutos tratados de manera muy similar presentaron 18°B (Figura 8).

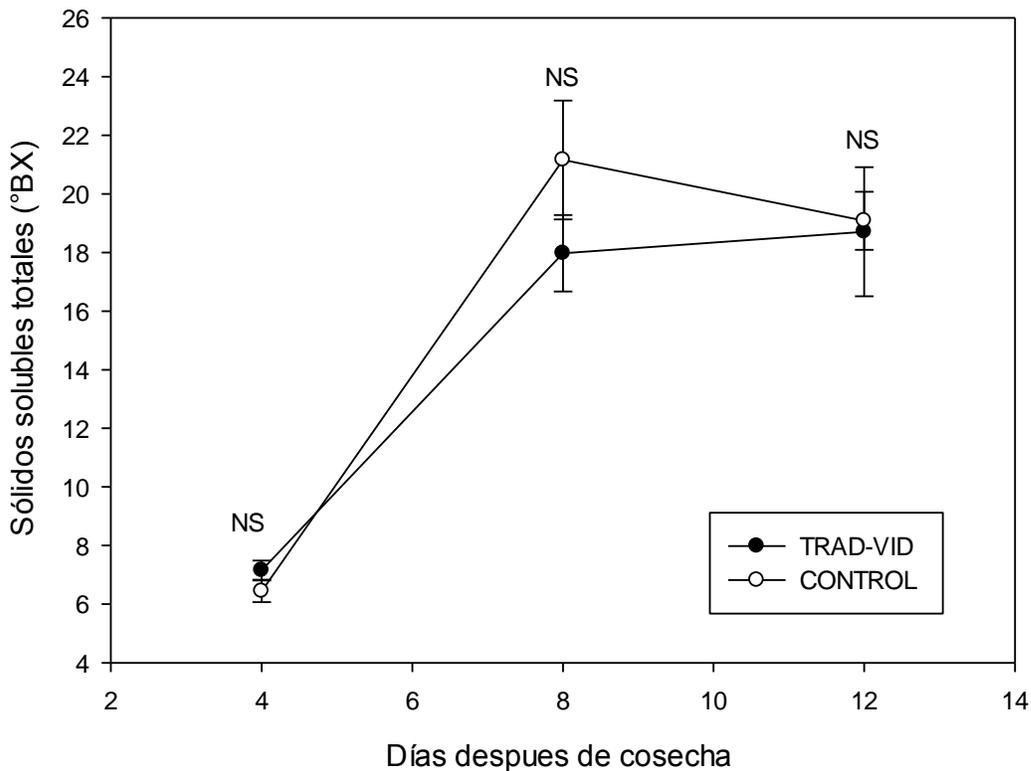


Figura 8. Cinética de los sólidos solubles totales en la vida postcosecha de chirimoya 'Bays' tratados en precosecha con extractos de hojas de *Vitis*. Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo.

5.5. Acidez titulable

El comportamiento de la acidez titulable medida como porcentaje de ácido cítrico se puede observar un descenso en el contenido de los tratados del día 4 al 8, de 0.22 % a 0.14 % mientras que para el control baja de 0.20 % a 0.09 %. Al día 12 tanto los tratados como el control aumentaron el porcentaje de acidez presentando 0.27 % y 0.20 % respectivamente, sin embargo no existieron diferencias significativas entre el control y el tratamiento (Figura 8). Durante la maduración se presentan cambios en la concentración de ácidos orgánicos, estos alcanzan su máximo durante el crecimiento y desarrollo de la fruta en la planta. La

maduración presupone un descenso de la acidez, debido a que los ácidos orgánicos son degradados o bien convertidos a azúcares disminuyendo su concentración en el curso de la misma siendo este incremento en el contenido de azúcares responsable de la dulzura de las frutas (Salazar y Melgarejo, 2005). Durante este proceso se espera una disminución del porcentaje de acidez contrario a lo observado en los frutos tratados y el control donde existió un incremento en los días 8 y 12 de almacenamiento. Estos resultados indican que los extractos de *Vitis* no influyeron en esta variable.

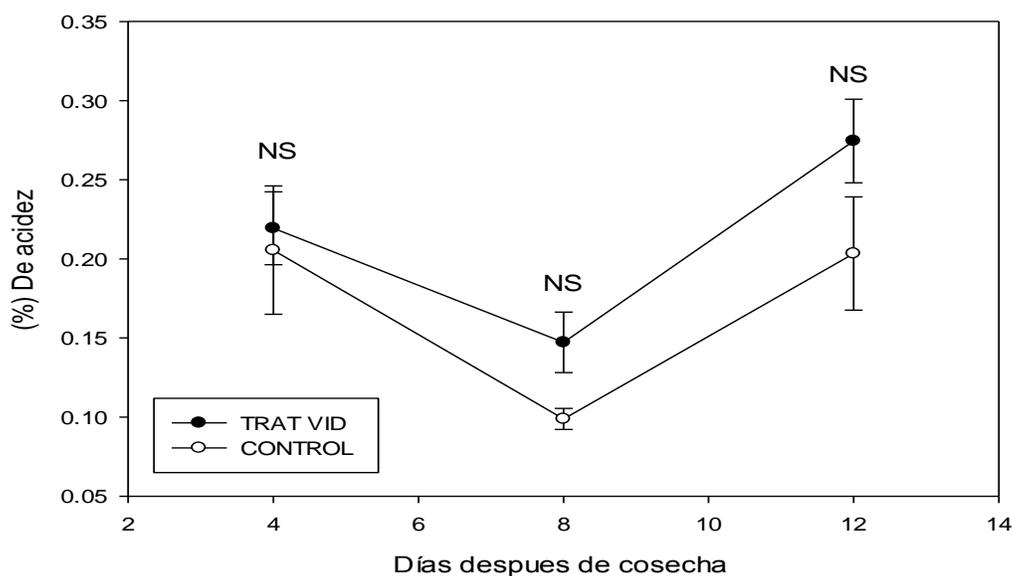


Figura 9. Cinética de la acidez titulable en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de *Vitis*. Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo, * significativo a 0.05 con la prueba t de student.

5.6. Azúcares

Durante el almacenamiento postcosecha de frutos de chirimoya, no hubo diferencias significativas entre los frutos tratados y los frutos control en el contenido de azúcares totales. Del día 4 al día 8 hubo incremento en el contenido de azúcares en los frutos tratados, llegando a 246 mg EG g⁻¹ PF mientras que los frutos control llegaron a 328 mg EG g⁻¹ PF. Del día 8 al 12, mientras los frutos control bajaron su contenido de azúcar, los tratados aún aumentaron sus propios contenidos (Figura 9). Esto podría implicar una ligera disminución en la tasa de maduración en los frutos tratados con extractos de uva silvestre, sin embargo esto no se reflejó estadísticamente en los contenidos de azúcares, de manera similar a lo ocurrido en firmeza y color.

Prasanna *et al.* (2000) reporta que a partir de los 3 días después de la cosecha el contenido de azúcares aumenta de manera progresiva hasta alcanzar su máximo y después de este el contenido de azúcares comienza a decaer. En este lo mismo ocurrió para los frutos control, en tanto los frutos tratados con el extracto de *Vitis* a los 8 días después de cosecha alcanzaron su máximo valor y a partir de este día no mostró descenso, por el contrario aumentó ligeramente el contenido de azúcares totales hasta los 12 días. La cantidad de azúcares reductores como glucosa y fructosa presentes en las frutas, está estrechamente ligado al sabor y aroma, los cuales son detectados por el gusto y olfato. Estos, son factores que determinan la calidad de la fruta (Universidad Católica de Valparaíso, 1993). Durante el climaterio y maduración, la chirimoya sufre cambios en los componentes responsables de su apariencia externa, aroma y sabor. En este caso, los azúcares reductores como la sacarosa aumentan por degradación del almidón (Toro, 2009).

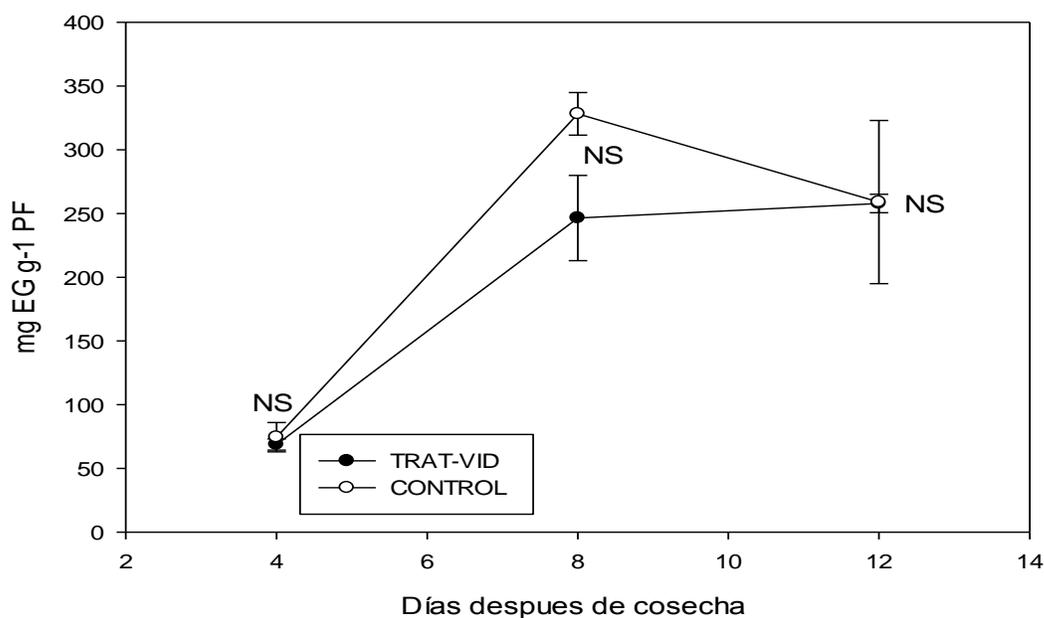


Figura 10. Cinética de los azúcares totales en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de *Vitis*. Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo, * significativo a 0.05 con la prueba t de student.

5.7. Ácido ascórbico

El contenido de vitamina C en los frutos tratados con extractos de *Vitis* a los 4 días de almacenamiento fue de 0.007 mg g⁻¹ PF, mientras que los frutos control fue de 0.005 mg g⁻¹ PF. Ocho días después del corte, el comportamiento fue similar reportándose valores de 0.011 y 0.010 mg g⁻¹ PF; posteriormente, a los 12 días para los frutos tratados se observó disminución del contenido de vitamina C observándose valores cercanos a 0.011 mg g⁻¹ PF y los testigos reducen su contenido con valores de 0.007 mg g⁻¹ PF (Figura 10). Estadísticamente no hay diferencia significativa para ninguno de los días después de cosechados los frutos.

Palma *et al.* (1993) mencionan que en frutos climatéricos como chirimoya, el contenido de ácidos orgánicos disminuye al evolucionar la maduración. En este trabajo esta disminución de los ácidos orgánicos se empieza a observar a partir de los 8 días después de cosecha. La aplicación de extractos de hojas de *Vitis* no influyó negativamente sobre el contenido de vitamina C.

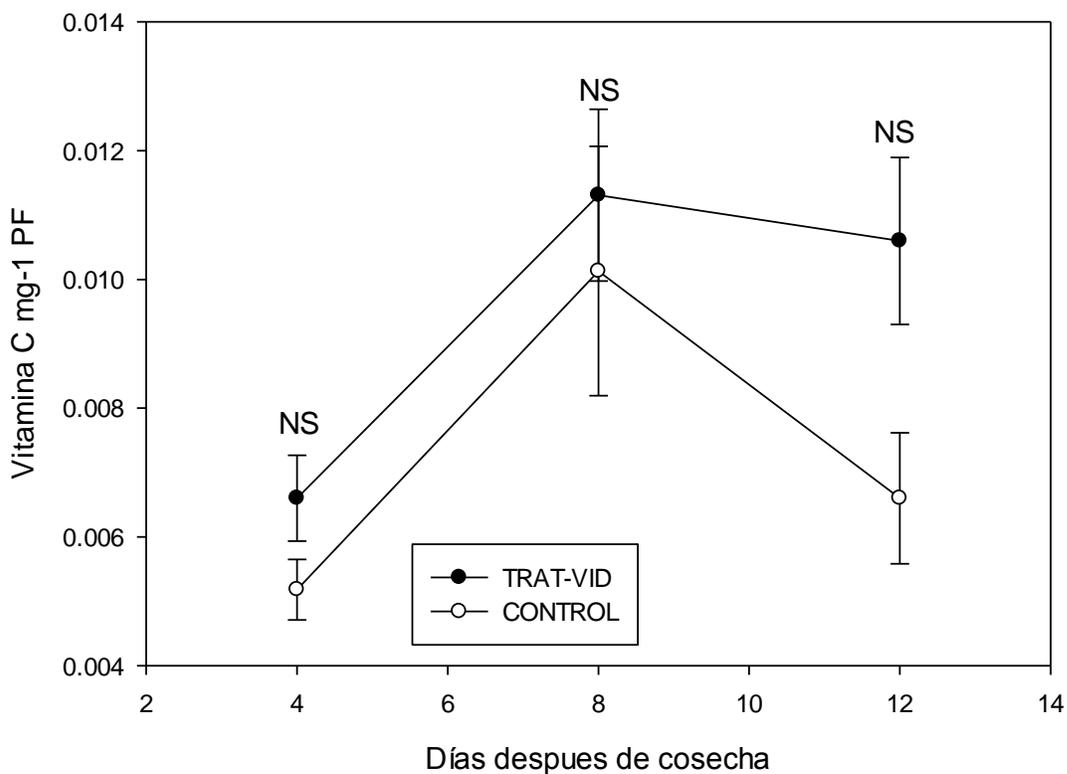


Figura 11. Cinética del ácido ascórbico en la vida postcosecha de chirimoya 'Bays' tratados en precosecha con extractos de hojas de *Vitis*. Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo.

5.8. Compuestos fenólicos

El contenido de fenoles totales no fue afectado por la aplicación de extractos de *Vitis* (Figura 11) de la misma manera que la tendencia, ya que el contenido de estos compuestos primero aumentó y posteriormente disminuyó. Los compuestos fenólicos son precursores de otros metabolitos secundarios como los aromas, colores e incluso la lignina. En frutos de la misma familia, como la guanábana, la formación de compuestos volátiles (hexanoato de metilo y el (E -2 hexenoato de metilo) es paralela a la producción de etileno y alcanza el máximo de producción de estos compuestos cinco días después de la cosecha; de igual forma, se puede observar una máxima formación de azúcares y ácidos orgánicos, así como el desarrollo de las características del consumo del fruto, tales como, color, firmeza, acidez, sólidos solubles totales y aroma) de consumo del fruto (Paull *et al.*, 1983). Después de esta etapa, desciende la producción de los principales constituyentes del aroma y aparecen volátiles tales como, ácido butanoico, el ácido hexanoico, y γ -butirolactona a los cuales se le atribuye el olor fermentado del fruto sobremaduro, esta misma tendencia se puede observar en relación a los azúcares y ácidos orgánicos (Paull *et al.*, 1983; Márquez-Cardozo *et al.*, 2011).

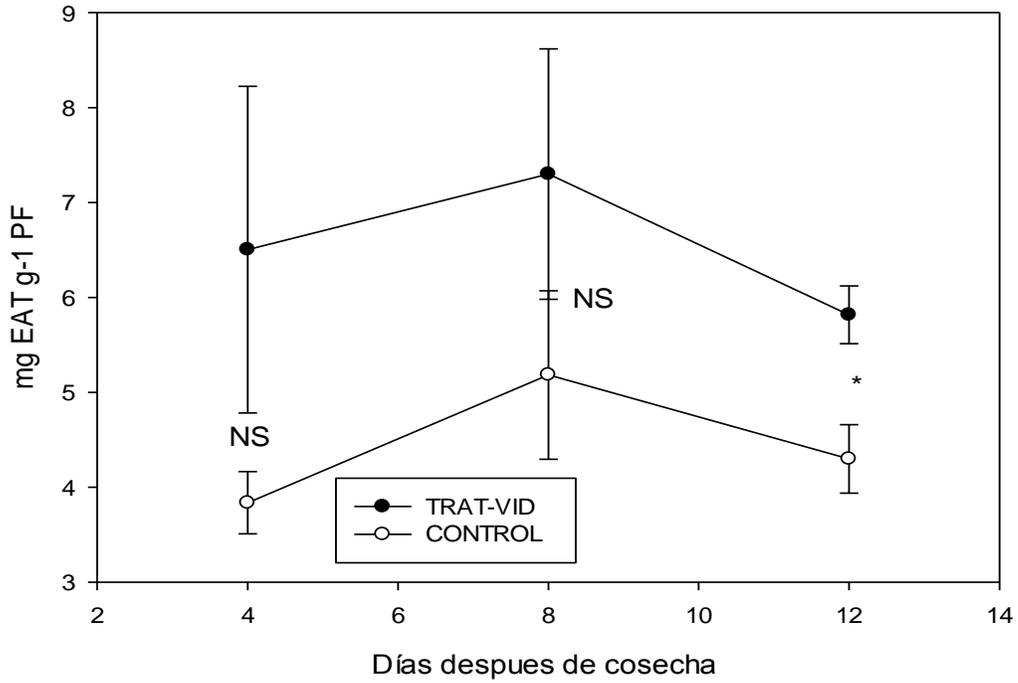


Figura 12. Cinética del contenido de compuestos fenólicos en la vida postcosecha de chirimoya ‘Bays’ tratados en precosecha con extractos de hojas de *Vitis*. Los datos son la media de 4 frutos, un fruto por repetición, \pm la desviación estándar. NS, no significativo, * significativo a 0.05 con la prueba t de student.

VI. CONCLUSIONES

Las aplicaciones de extractos vegetales acuosos procedentes de hojas de *Vitis* spp (1/1 p/v) a frutos de chirimoya presentaron diferencias significativas en color para los factores L, a*, b*, c y h a los 12 días después de cosecha, por lo que se sugiere que la aplicación de extractos procedentes de *Vitis* ayuda a conservar el color y apariencia de los frutos, pero solo al final del periodo de almacenamiento.

Los extractos de vid a la dosis aplicada no mejoraron la calidad de corte y postcorte de chirimoya 'Bays'. Por lo que, de momento, no es una alternativa a la aplicación de resveratrol comercial que ha dado resultados positivos al incrementar la firmeza de pulpa y cáscara de chirimoya. Se deben estudiar dosis mayores y posiblemente otros cultivares de chirimoya para identificar plenamente el potencial de la aplicación de extractos de vid silvestre.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Abou-Jawdah, Y., Sobh, H., Salarnet, A. 2002. Antimicrobial activities of selected plant flora, growing wild in Lebanon, against phytopathogenic fungi. *J. Agriculture Food Chemistry*. 50: 3208-3213.

Alaves, L. M. J. 1997. Caracterización de doce selecciones de chirimoya *Annona cherimoya* Mill. En la región de Coatepec Harinas, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. Chapingo, México. 62 pp.

Amarante C, N., H. Banks. (2001). Postharvest physiology and quality of pears (*Pyrus communis*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 30(2): 99-107.

Andrés, A. J. 1996. El cultivo de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en el estado de Michoacán, México. *In. Memorias 1996. IX Curso de Actualización Frutícola. Frutales con futuro en el comercio internacional.* Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S.C. Coatepec Harinas, México. pp. 68-82.

Andrés, A.J., A. Rebollar A. 1996. El cultivo de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en el estado de Michoacán, México. Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Occidente Morelia, Michoacán. pp. 22-23.

Baños, P. E., Zavaleta, E. M., Colinas, M. T., Luna, I. R. y Gutiérrez, J. A. 2004. Control biológico de *Colletotrichum gloeosporioides* en papaya Maradol Roja (*Carioca papaya* L.) y fisiología postcosecha de frutos infectados. *Review Mexican Fitopatología*. 22: 198-205.

Bautista, S., Barrera L. N., Bravo L. L.; Bermúdez, K. T. 2002. Antifungal activity of leaf and stem extracts from various plant species on the incidence of *Colletotrichum gloeosporioides* of papaya and mango fruits after storage. *Review. Mexican. Fitopatología*. 20: 8-12.

Cerdas, M.M., Moreno, F 2000. Diagnóstico de manejo poscosecha de anona. San José, Costa Rica, Convenio Poscosecha UCR-CNP. Mimeografiado. sp.

Cerdas, A. M. M., Umaña, R. G., y Castro, R. J. J. 2006. Manual de Manejo pos Cosecha de Anona. Ministro de Agricultura y Ganadería Universidad de Costa rica. pp. 66.

Ciancaglioni, P., Santos, H. L., Daghasanli, R. P. K., Thedei, G. Jr. 2001. Using a classical method of vitamin C quantification as a tool for discussion of its role in the body. *Biochem. Mol. Biol. Edu.* 29: 110-114.

Delgado., O.C. 2005. El cultivo de la chirimoya. Fomento Nacional de fomento

Domínguez P. J., y Castañeda V. A., 2002. Guía técnica para la producción de chirimoya. Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX. Coatepec Harinas, México. pp. 22-25.

FAO. 2000 Anuario de producción, Disponible en <http://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Origen-produccion-Chirimoya.html> fecha de consulta 22/07/2017.

Ferreira, J.C., Cardoso, M.G., Souza, P.E., Miranda, J.C., Barreto, S.S. 2005. Inhibitory effect of *Caesalpinia spinosa* leaflets crude extract on *Fusarium solani* and *Phoma tarda* (en línea). *Acta Scientiarum Biological Sciences* 27(2):185-188.

Ficker, C., Smith, M., Akpagana, K., Gbeassor, M., Zhang, J., DursT, T., García, E. 2003. La chirimoya. (*Annona cherimola*, Mill). Ministerio Agricultura. Estación Experimental Agrícola, Perú, “La Molina”. Circular N° 71. 25 pp.

Franco, M. O. 2000. Polinización, desarrollo y calidad del fruto de guanábana (*Annona muricata* L.) Tesis de Maestría. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 119 p.

Franco, M. O., Aguirre, O. S, Morales, R. E. J., Gonzales, H. A. y Gutierrez, R. F. 2010. Caracterización Morfológica y Bioquímica de Frutos de tejocote (*Cratageus mexicana* DC.) de Lerma y Ocoyoacac, México. *Ciencia Ergo Sum.* 17 (1): 61-66

Gardiazabal, F. y Rosenberg, G. 1993. Cultivo de chirimoyo en Chile. Universidad Católica de Valparaíso. In: Jornadas de La Asociación de Productores de

Frutos Subtropicales. Almuñecar Nov. 1991. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. 62pp.

Guirado, E., J. Hermoso, M. Perez, y J. Farré. 2003. Introducción al cultivo del chirimoyo. La Nacla, Granada, España. 63 p.

Hernández. Y., Lobo, M. G., Gonzales, M. 2006. Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. Food Chemistry. 96 (4): 654-664.

Hernández-Lauzardo A.N., Bautista S., y Velásquez-Del Valle M.G. 2007. Prospectiva de extractos vegetales para controlar enfermedades postcosecha hortofrutícolas. Revista Fitotecnia Mexicana 30 (2): 119-123.

INEGI 2005. Marco Geoestadístico Municipal disponible en:
<http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=17#> fecha de consulta 22/11/17.

Leboeuf, M., Cavé, A., Bhaaumik, P. K., Mukherjee, B., Mukherjee, R. 1982. The phytochemistry of the Annonaceae. Phytochemistry 21: 2783-2813.

Lora, J., Herrero, M., Hormaza, J. I. 2005 Caracterización de las fases finales de desarrollo del polen de chirimoyo. Actas Portuguesas de Horticultura. 6, 189-192.

Lora, J., M. A. P. Oteyza, P. Fuentetaja, and J. I. Hormaza. 2006. Low temperature storage and in vitro germination of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) pollen. Scientia Horticulturae 108: 91-94.

Lule S. U., Xia. W. 2005. Food phenolics, pros and cons: A review. Foods Reviews international. 21, (4) 367-388 p.

Márquez, C. C. J., Jimenez, A. M., Osorio, C. and Cartagena, V. J. R. 2011. Volatile compounds during the ripening of colombian soursop (*Annona muricata* L. cv. Elita). Vitae, Medellín. 18(3):245-250.

Morales, P.A., Franco-Mora, O., Castañeda-Vildózola, A. y Morales-Rosales, E. 2014. El efecto antisenescente del resveratrol reduce la tasa de ablandamiento poscosecha de chirimoya. Sci. Agr. 5(1): 35-44.

Morales, P. A. A. 2015. Aplicación de resveratrol y 6-bencilaminopurina para incrementar vida poscosecha en chirimoya. Facultad de Ciencias Agrícolas. Tesis de doctorado. 123p.

Palma, T., Aguilera, J. M., Stanley, D. W. 1993. A review of postharvest events in cherimoya. *Postharvest Biology and Technology* 2: 187-208.

Pareek S, E M Yahia, O P Pareek, R A Kaushik. 2011. Postharvest physiology and technology of annona fruits. *Food Res. International.* 44:1741-1751

Paull, R. E., Deputy, J. C. and Chen, N. J. 1983. Changes in organic acids, sugars and headspace volatiles during fruit ripening of soursop (*Annona muricata*L.). *J. Am. Soc. Horticulture. Scientia.* 108:931-934.

Pentzke V., M. 2006. Efecto del oxígeno ionizado y el triacilglicerol en la calidad de poscosecha de frutos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) cv. Concha lisa, provenientes de altas y bajas densidades de plantación, en almacenaje refrigerado. Tesis (Ing. Agrónomo). Quillota. Chile. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Escuela de Agronomía. 92 p.

Pinto, A. Cordeiro M., De Andrade C., Ferreira F., Filguiera H., Alvez R. and Kimpara, D. 2005. *Annona* Species. University of Southampton.

Ribeiro, L.F. y Bendendo, I.P. 1999. “Efeito inibitório de extratos vegetais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da podridão de frutos demamoeiro”. *Scientia Agricola* 56(4): pp 1267-1271.

Rosell, P., Herrero, M. V. G. Sauco, 1999. Pollen germination of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). In vivo characterization and optimization of in vitro germination. *Scientia Horticulturae* 81:251-265.

Rosell, P., V. G. Sauco, M. Herrero. 2006. Pollen germination as affected by pollen age in cherimoya. *Scientia Horticulturae* 109: 97-100.

Salazar, D.M., Melgarejo, P. 2005. Viticultura. Técnicas del cultivo de la vid, calidad de la uva y atributos de los vinos. Ed. Mundi-prensa, Madrid. 325p.

Saltveit, M. E. 2004a Respiratory Metabolism USDA-ARS Agriculture Handbook No. 86.

Saltveit, M. E. 2004b Ethylene Effects USDA-ARS Agriculture Handbook No. 86

SIAP-SAGARPA, 2014. Disponible en:

<http://www.conacyt.gob.mx/index.php/convocatorias-conacyt/convocatorias-conacyt/convocatorias-fondos-sectoriales-constituidos/convocatoria-sagarpa-conacyt/convocatorias-abiertas-sagarpa-conacyt/2015-01/6468--563/file>

Toro, L. 2009. Estudio de las etapas de cosecha y post-cosecha de la chirimoya para potencializar su aprovechamiento agroindustrial en el departamento del Quindío. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Universidad la Gran Colombia, Sección Armenia. Quindío. 361 p.

Universidad Católica De Valparaíso. 1993. Índices de madurez e industrialización de la chirimoya. Proyecto de técnicas de conservación de chirimoyas para la exportación. Quillota. Chile. 169 p.

Valle-Guadarrama S., Morales-Cabrera, C B Peña-Valdivia, B Mora-Rodríguez, I Alia-Tejagal, J Corrales-García, A Gómez-Cruz. 2011 Oxidative/fermentative behavior in the flesh of “Hass” avocado fruits under natural and controlled atmosphere conditions. Food Bioprocess. Technology. DOI:10.1007/s11947-011-0747-8

Van Damme, P. y Scheldeman, X. 2013. “El fomento del cultivo de la chirimoya en América Latina”. Publicación en línea. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x2450s/x2450s09.htm>. Consultado el 20 de octubre 2017.

Vasco C., Ruales J., Kamal-Eldin, A 2008. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. Food Chemistry. 111 (4): 816-823.

Vishnu Prasanna, K. N., Sudhakar Rao, D. V., and Krishnamurthy, S. 2000. Effect of storage temperature on ripening and quality of custard apple (*Annona squamosa* L.) fruits. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 75, : 546–550.

White, P.J. 2002. Recent advances in fruit development and ripening: an overview
Journal of Experimental Botany 53: 1995-2000

Widmer, y Laurent, N. 2006. Plant extracts containing caffeic acid and rosmarinic acid inhibit zoospore germination of *Phytophthora* spp. pathogenic to *Theobroma cacao*.
European Journal of Plant Pathology. 115: 377-388.

Wilson, C. L., Solar, J. M., EL Ghaouth, A. y Wisniewski, M. E. 1997. “Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*”.
Plant. Dis. 81: 204-210.

Xiao-tanng, Y., Xiao-tang, Y., Zhao-qi, Z., Joyced, d., Xue-mei, H., Lang-ying, X., Xue-qun, P. 2009. Characterization of chlorophyll degradation in banana and plantain during ripening at high temperature. En: Food Chemistry. Vol. 114, No. 2; p. 383-390.

Yahia, E. M. 2007. Modified and controlled atmospheres. In: Recent advances in postharvest technologies to control fungal diseases in fruits & vegetables. Troncoso-Rojas, R., M. E. Tiznado-Hernández and A. Gonzalez-Leon Eds. Kerala, India. pp. 103-125.