



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**CULTIVO Y POSCOSECHA DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola*)
DE HUECAHUASCO, MORELOS, MÉXICO**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL
TÍTULO DE INGENIERO
HORTICOLA

P R E S E N T A
SERGIO OSMAR BALBUENA MICHACA

DIRECTOR DE TESIS
Dr. Irán Alía Tejacal

Coodirector

Dr. Juan Emilio Álvarez Vargas



Cuernavaca, Morelos, febrero de 2019

CULTIVO Y POSCOSECHA DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola*) DE HUECAHUASCO, MORELOS, MÉXICO.

Tesis realizada por Sergio Osmar Balbuena Michaca bajo la dirección del comité revisor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO HORTICOLA

DIRECTOR:

Dr. Irán Alia Tejacal

COORDIRECTOR:

Dr. Juan Emilio Álvarez Vargas

REVISOR:

Dr. Porfirio Juárez López

REVISOR:

Dra. Gloria Alicia Pérez Arias

REVISOR:

M.C. Benito Terán Erazo

REVISOR:

Dr. Víctor López Martínez

Cuernavaca, Morelos, Septiembre de 2020

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto: Aprovechamiento del germoplasma, desarrollo tecnológico e innovación en cadenas de valor de anonáceas en México”, con clave 2015-4-266891 SAGARPA/CONACYT por haberme proporcionado una beca y apoyo en la adquisición de reactivos y materiales para la realización de la presente investigación.

Agradezco al Dr. Irán por ser mi guía para la realización de la presente tesis, además de que a través de su labor docente me proporcionó las habilidades, herramientas y conocimientos necesarios para mi desarrollo profesional e institucional.

Así mismo, al Dr. Juan Emilio Álvarez Vargas, Dr. Porfirio Juárez López, Dra. Gloria Alicia Pérez Arias, M.C. Benito Terán Erazo y Dr. Víctor López Martínez, quienes siempre han estado comprometidos en la formación de todos sus alumnos, incluido yo.

DEDICATORIA

A mis padres por formarme como el hombre que soy, por inculcarme valores y siempre darme las herramientas necesarias para salir adelante, gracias por apoyarme en cualquier decisión que he tomado a lo largo de la vida.

A mi familia, ya que representan un pilar muy importante, por sus consejos, experiencias, la motivación que me brindan siempre y sobre todo el cariño.

A mi alma mater y a mis profesores.

A Maggie por ayudarme y apoyarme en la escuela, siendo un pilar fundamental para mi culminación de la carrera.

A mis amigos compañeros, por escucharme, por apoyarme, por las vivencias, los momentos de júbilo, por el tiempo que hemos compartido y en el que hemos crecido.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 OBJETIVOS.....	2
3 HIPÓTESIS.....	2
4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
4.1 Localización.....	2
4.2 Diagnóstico del cultivo de chirimoya.....	3
4.2.1 Cuestionario para entrevista.....	3
4.3 Fisiología poscosecha de Chirimoya.....	5
4.3.1 Variables no destructivas.....	5
4.3.2 Variables destructivas.....	6
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
5.1 Diagnóstico del cultivo de chirimoya.....	10
5.1.1 Ubicación de las huertas.....	10
5.2 Fisiología poscosecha de Chirimoya.....	14
5.2.1 Pérdida de peso.....	14
5.2.2 Respiración.....	16
5.2.3 Parámetros de color de la cáscara.....	17
5.2.4 Sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) y relación SST/AT.....	19
5.2.5 Firmeza.....	21
5.2.6 Parámetros de color en la pulpa.....	22
5.2.7 Fenoles totales.....	23
5.2.8 Flavonoides totales.....	24

5.2.9	Actividad antioxidante por los métodos de DPPH, ABTS y FRAP.....	25
5.2.10	Vitamina C.....	28
5.3	CORRELACIONES.....	29
6	CONCLUSIONES.....	31
7	LITERATURA CITADA.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Pérdida de peso durante la maduración de frutos de chirimoya 'Cuadrada' a 20 °C y 60 % de HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar.....	15
Figura 2. Cambios visibles los frutos de Chirimoya durante su maduración a los 0 (A), 3 (B), 4 (C), 5 (D), 6 (E) y 9 (F) días después de la cosecha.....	16
Figura 3. Velocidad de respiración en frutos de chirimoya durante su maduración poscosecha a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 94.84.....	17
Figura 4. Luminosidad (L*; A), cromaticidad (C*; B) y matiz (h; C) durante la maduración de frutos de chirimoya 'Cuadrada' a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 6.63, 4.75 y 5.81, respectivamente.....	18
Figura 5. Cambios en los sólidos solubles totales durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 2.89.....	19
Figura 6. Cambios en la acidez titulable durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 0.13.....	20
Figura 7. Cambios la relación sólidos solubles/ acidez titulable durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar.	

	Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 16.74.....	21
Figura 8.	Cambios en la firmeza durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 6.28.....	22
Figura 9.	Cambios en luminosidad (A), cromaticidad (B) y matiz (C) durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 5.21, 3.23, 3.41, respectivamente.....	23
Figura 10.	Fenoles totales durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 5.82.....	24
Figura 11.	Flavonoides totales durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 1.09.....	25
Figura 12.	Actividad antioxidante por DPPH durante la maduración de frutos de chirimoya 'Cuadrada' a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 13.36.....	26
Figura 13.	Actividad antioxidante por ABTS durante la maduración de frutos de chirimoya 'Cuadrada' a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes	

entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 35.61.....27

Figura 14. Actividad antioxidante por DPPH durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 18.99.....28

Figura 15. Cambios de vitamina C durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 18.99.....29

ÌNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Características generales de los entrevistados y sus huertas	10
Cuadro 2. Manejo de la nutrición en chirimoya, cultivada en Huecahuasco, Ocuituco, Morelos.....	11
Cuadro 3. Poda y plagas de Chirimoya en Huecahuasco, Morelos.....	12
Cuadro 4. Aplicación de sustancias químicas y fenología de chirimoya en Huecahuasco, Morelos.....	14
Cuadro 5. Correlaciones durante el proceso de maduración de chirimoya 'Cuadrada'.....	30

Resumen

En Huecahuasco, Ocuilco, Morelos, se realizó un diagnóstico del cultivo de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) mediante entrevistas a productores y un estudio poscosecha de la variedad de mayor cultivo en la región, con el objetivo de proponer alternativas de manejo que ayuden a su desarrollo comercial. Se entrevistaron a 12 productores, que en conjunto son propietarios de 9.8 ha, con huertas entre 5 y 20 años de edad, densidades de plantación entre 3 x 4 m y 7 x 8 m, propagados por injertación, sin conocer la variedad utilizada. Los productores nutren a sus plantas desechos de bovino, aves y cabras (15 – 20 kg árbol⁻¹), así como con nutrición química utilizando principalmente las fuentes 18-46-00, urea y nitrofoska (2-5 kg árbol⁻¹) y la aplicación de los fertilizantes es en mayo y septiembre. Las podas se realizan una vez al año, entre noviembre y enero, principalmente sanitarias y de formación. Las principales plagas son: araña roja y barrenador del fruto, que se controlan de forma química. Se menciona la aplicación de bioactivadores y fertilizantes foliares para mejorar la calidad de la producción. El fruto se desarrolla entre 6 y 9 meses desde la flor; la floración es en abril y la cosecha es entre septiembre y noviembre; en tanto que la defoliación es en noviembre a abril. La productividad se describió entre 50 y 200 kg de fruta por árbol en dependencia de la edad del árbol. El fruto se cosecha cuando la epidermis del fruto cambia de un verde oscuro a un verde tenue. La comercialización del fruto es a la Ciudad de México, Baja California, Estado de México, Puebla, Sonora, Zacatecas, Jalisco, Guerrero y Veracruz. El manejo poscosecha es escaso, ya que se transporta a granel y sin refrigeración. En relación al estudio poscosecha se determinó que el fruto de chirimoya es climatérico con un máximo de la respiración a los 10 días de cosechado (100 mL kg⁻¹ h⁻¹); la pérdida de peso diaria es de 1.31 %; el color de la cascara cambio de un verde amarillento con bajo brillo y pureza al inicio de la cosecha a un color amarillo opaco con escaso brillo nueve días después; los sólidos solubles totales se incrementaron hasta 21.3 °Brix y la acidez titulable de mantuvo entre 0.36 y 0.48 %, mientras que la firmeza cambio de 17 a 2.7 N, la pulpa de la fruta mostro un oscurecimiento gradual durante la maduración y no se detectaron cambios significativos en el contenido de fenoles y actividad antioxidante por DPPH, ABTS y FRAP; no así en la vitamina C, la cual se incrementó de 60 mg AA 100 g⁻¹ a 79 mg AA 100 g⁻¹ en el periodo de evaluación. Los resultados sugieren que el nivel de tecnología en la región de Huecahuasco es bajo y requiere de implementación de técnicas de manejo agronómico para mejora de la producción y que es necesario realizar más estudios poscosecha de la variedad con la finalidad de incrementar su vida útil.

Palabras clave: fenología, fruto, calidad, respiración, firmeza, sólidos solubles totales.

Abstract

A diagnosis of cherimoya cultivation in Huecahuasco, Ocuilco, Morelos was realized by interviews to farmers and a postharvest study of the variety more cultivated in the region was carried out, with the objective to propose alternatives of agronomic management to help the commercial development of the specie. Twelve farmers were interviewed, they are owners of 9.8 ha, with orchards between 5 and 20 years old, densities of plantation between 3 x 4 m and 7 x 8 m, propagated by graft, without knowledge about the variety name. The farmers fertilize the cherimoya trees with bovine, chickens and goats wastes (15 – 20 kg tree⁻¹) in addition to fertilizers like 18-46-00, urea and nitrofoska (2-5 kg tree⁻¹), and the application between May and September. The pruning is realized between November and January, mainly sanitary or formation type. Red mite and fruit borer are the more important pests and are controlled with chemical pesticides. Bioactivators and foliar fertilizers are applied to get better production. Fruit development is carried out between six or nine months from flowering, in April is the main flowering, and the harvest is between September and November; defoliation is presented from November to April. The productivity of a tree is 500 and 200 kg in dependency of tree age. Harvest index of cherimoya is when the epidermis color change from dark green to faint green. Fruits of cherimoya are marketed to Ciudad de México, Baja California, Estado de México, Puebla, Sonora, Zacatecas, Jalisco, Guerrero y Veracruz. Postharvest management of cherimoya fruit is scarce, because is transported in bulk and without refrigeration. The results of postharvest study indicate that the cherimoya fruits is climateric, with maximum production ten days after harvest (100 mL kg⁻¹ h⁻¹); the loss of weight is 1.31 % d⁻¹, color of epidermis change from opaque yellow green with few lightness and chroma at the beginning of the evaluation to a color yellow opaque with little brightness at the end of the experiment; soluble solids totals increase to 21.3 °Brix and the titratable acidity was maintained between 0.36 and 0.48 %, fruit firmness change from 17 to 2.7 N, pulp of the fruit showed a gradual darkness during ripening and no changes in phenols content and antioxidant activity of DPPH, ABTS and FRAP were determined, vitamin C increase from 60 mg AA 100 g⁻¹ a 79 mg AA 100 g⁻¹ during evaluation period. Results suggest that technological level of cherimoya cultivation in Huecahuasco is low, and is necessary evaluate different technological activities to increase the productivity, and is vital to perform postharvest studies of the variety to increase the postharvest life.

Key words: Phenology, fruit, quality, respiration, firmness, total soluble solids.

1. INTRODUCCIÓN

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) se considera nativa de los valles interandinos de Ecuador, Colombia y Bolivia (Morton, 2013). El árbol de chirimoya es pequeño, caducifolio y rara vez llega a una altura de más de 7.5 cm (Andrés y Andrés, 2011). Debido a sus características, los frutos de chirimoya son apreciados por un número creciente de consumidores en todo el mundo (Domínguez y Castañeda, 2002). El fruto normalmente tiene forma de corazón, cónico, ovalado forma irregular debido a la polinización. La medida del fruto es de 7.5 cm a 12.5 cm de longitud y pesa entre 200 g a 700 g. La superficie del fruto es lisa en algunas variedades y en otras está cubierto con pequeñas protuberancias cónicas. El fruto es delicado y la cáscara delgada de color verde amarillosos cuando está maduro. La pulpa es blanca, subácida y fragante tiene un delicado sabor. La fruta tiene numerosas semillas (21 a 41 semillas por fruto) y llegan a medir aproximadamente 1.5 cm a 2.0 cm de longitud y 1.0 cm de ancho (Andrés y Andrés, 2011).

Pareek *et al.* (2011) indican que el fruto de chirimoya contiene notables cantidades de calcio, fósforo, carbohidratos, tiamina, riboflavina, fructosa, glucosa, sacarosa, celulosa, hemicelulosa, lignina y sustancias pépticas. La chirimoya es digestiva y nutritiva con un sabor particular que resulta de la combinación armónica de ácidos y azúcares. Los azúcares son el producto del hidrólisis de almidón, donde la glucosa (11.75 %) y sacarosa (9.4 %) son los principales, mientras el ácido cítrico y málico son los que más predominan.

Andrés y Andrés (2011) indican que el chirimoyo es la única especie que se distribuye en regiones subtropicales de Chiapas, Veracruz, Michoacán, Oaxaca, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla, Guanajuato y Jalisco en altitudes de 700 a 220 msnm. El SIAP (2015) reporta 62 ha en producción comercial, donde Michoacán (39 ha) y Morelos (23 ha) son los principales estados productores, con 368.3 t producidas en ese año.

Las plantaciones comerciales de chirimoya y anonáceas en general en México el objetivo principal es la obtención del fruto. Sin embargo, los rendimientos son muy variables, ya que dependen de la edad de plantación, el sistema de manejo y condiciones naturales donde se encuentran. En chirimoyo se necesita polinización

manual para amarre y desarrollo del fruto. Otro aspecto es el manejo en la cosecha y poscosecha dado que es inadecuado afecta y reduce la calidad del producto (Andrés y Andrés, 2011).

Morelos es el segundo productor de Chirimoya a nivel nacional, sin embargo, actualmente no se ha realizado un estudio donde se conozca caractericen las unidades de producción, el manejo agronómico del cultivo y la fisiología poscosecha del fruto. Esta información es importante para diseñar estrategias de apoyo para su desarrollo potencial. Como en Chiapas donde se tiene apoyo por parte del Gobierno para desarrollar huertos frutícolas con manejo orgánico, y el chirimoyo es una especie considerada dentro de la planeación de estos huertos (Andrés y Andrés, 2011).

Considerando lo anterior, el presente trabajo es el primero en el estado de Morelos que ayudara a conocer el sistema de producción de la chirimoya.

2. OBJETIVO

Describir el cultivo y poscosecha de chirimoya en Huecahuasco, Morelos, para proponer alternativas de manejo que ayuden a su desarrollo comercial.

3. HIPÓTESIS

La chirimoya se encuentra en un sistema de bajo desarrollo, sin embargo, la variedad cultivada presenta alta calidad y vida poscosecha, indicando gran potencial para su cultivo.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

El trabajo se realizó en huertas de chirimoya en la región oriente del estado de Morelos, principalmente en Huecahuasco, Ocuituco (18° 52' 41" LN 98° 46' 31" LO). El municipio tiene una temperatura media de 18 °C a 22 °C de acuerdo con la modificación al sistema de clasificación climática de Koopen. La localidad de Huecahuasco se localiza entre 2000 y 2800 msnm, su precipitación y temperatura media anual es de 1,300 mm y 16 °C respectivamente (Ornelas *et al.*, 1990).

4.2. Diagnóstico del cultivo de chirimoya

Se realizaron entrevistas a productores de chirimoya de la región de Huecahuasco, Ocuituco. La entrevista manejó información de la unidad de Producción, el manejo agronómico, etapas fenológicas del cultivo y comercialización. La entrevista se presenta a continuación

4.2.1. Cuestionario para entrevista

Nombre_____ Edad_____

Ubicación de la huerta:

1. Ubicación
2. ¿Cuántos árboles o cuanta superficie tiene establecida de chirimoya?
3. ¿Los árboles son propagados por semilla o injerto? ¿Cuál injerto se realizó? y ¿Cuál variedad es? ¿Cuál es el patrón utilizado?
4. ¿Cuál es la distancia de plantación entre arboles?
5. ¿Qué edad tienen los arboles?

Manejo Agronómico:

6. ¿Cómo fertiliza los árboles de chirimoya? ¿Cantidad (Kg) por árbol?
7. ¿Tipo de fertilización? (Químico u orgánico)
8. ¿En qué época se aplica?
9. ¿Cómo se aplica?
- 10.

Podas:

11. ¿Cada cuando poda los árboles? y ¿cuál es el objetivo de esas podas?
12. ¿Realiza quite de “chupones” o “mamones” en los arboles (Brotos pequeños que crecen en época de floración y desarrollo del fruto)?
13. ¿Qué partes del árbol se poda? (parte alta, parte central o parte baja de la copa del árbol).

Riego

14. ¿Tipo de riego? (Temporal, rodado, aspersion... etc.)

15. ¿Frecuencia del riego? (Si es temporal, mencionar los meses en que da inicio y finaliza)

Plagas y enfermedades:

16. ¿Qué plagas atacan la huerta? (Hojas, Flores, Frutos... etc.)

17. ¿Específicamente plagas en el fruto? (Describir como es el ataque).

18. ¿En qué épocas del año atacan?

19. ¿Existe un manejo de control de plagas?

Fitoreguladores:

20. ¿Existe alguna aplicación de hormonas? (Si la respuesta es "Si", mencionar cual y su dosis).

Fenología:

21. ¿En qué periodo del año ocurre la floración en árbol?

22. ¿En qué parte del árbol se concentra la floración?

23. ¿En qué época del año ocurre la caída de hojas?

24. ¿En qué época del año ocurre la caída de frutos?

25. ¿En qué época del año ocurre desarrollo de brotes vegetativos o crecimiento del árbol?

26. ¿Existe alguna época del año en que exista reposo de la planta?

27. ¿Cuánto tarda el proceso de flor a fruto?

28. ¿Existe una identificación de árboles con mayor producción?

29. ¿Cuál es el índice de cosecha?

30. ¿Cuántas cosechas al año se tienen?

31. ¿Aproximadamente cuántos kilos de fruto produce un árbol por año?

32. ¿Existe algún tipo de limpieza en la huerta? ¿Cuál es? Y ¿Cómo es?

33. ¿Qué hacen con las hojas que defolían los arboles?

Cosecha y mercado

34. ¿Al cosechar existe una selección del fruto? (Tamaño, peso, textura, color... etc.)

35. ¿Dónde se distribuye el fruto? (Estados, Municipios, colonias... etc.)

36. ¿Cuánto tiempo se tarda en llegar a su destino?

37. ¿Qué tipo de transporte utiliza? (Tráiler, camión de carga, Camioneta... etc.)
38. ¿En que transporta los frutos? (Cajas de plástico, madera, cartón... etc.)
39. ¿Tiene alguna bodega de almacenamiento?
40. ¿Cuánto tarda almacenada antes de salir a carretera a su destino de venta?
41. ¿Junta cierta cantidad de fruto para distribuir al mercado?
42. ¿Reconoce algún daño que puede tener el fruto, desde su cosecha hasta su transporte?
43. ¿En dónde cree usted que el fruto se daña más, en el corte, almacenamiento o camino a su destino de mercado?

Con la información recopilada se realizó descripción de la producción, con ayuda de estadística descriptiva.

4.3. Fisiología poscosecha de Chirimoya

Se cosecharon frutos de chirimoya en madurez fisiológica y se almacenaron a 20 ± 2 °C durante 12 días. Durante ese periodo se evaluaron variables destructivas como producción de CO₂, firmeza, sólidos solubles totales, acidez titulable, pH, azúcares totales, fenoles totales, flavonoides totales, vitamina C y actividad antioxidante por el método de ABTS, FRAP y DPPH. Las variables no destructivas serán la pérdida de masa, la velocidad de respiración, la producción de etileno, el color (Luminosidad, Cromaticidad y Matiz), apariencia y firmeza al tacto. Las variables se evaluarán como se indica a continuación.

4.3.1. Variables no destructivas

La pérdida de masa se evaluó como lo indica Martínez *et al.* (2006), a cada fruto se le determino diariamente su masa con ayuda de una balanza digital (OHAUS®). Se reportó como la pérdida de masa acumulada con la fórmula $[(P_i - P_f)/P_i \times 100]$.

La velocidad de producción de respiración (CO₂) y producción de etileno se cuantifico mediante un sistema estático (Salveit, 2016) que consistió en colocar dos frutos de masa conocida en recipientes de vidrio con capacidad de 145 mL, cerrados herméticamente durante 2 horas. Posteriormente, se tomó 1 mL de gas

del espacio de cabeza a través de la septa de los frascos, para ser inyectado a un cromatógrafo de gases (Agilent Technologies 7890A GC), con una columna tipo abierta con empaque de capa porosa de sílica conectada simultáneamente a un detector de ionización de flama (FID) a una temperatura de 170 °C y a otro detector de conductividad térmica (TCD) a 170 °C, como gas acarreador se utilizó N₂ (2 mL min⁻¹). El inyector y horno del cromatógrafo mantuvieron una temperatura de 150 y 80 °C respectivamente durante las mediciones. Para la cuantificación se utilizaron estándares de CO₂ (460 mg L⁻¹) y etileno (100 mg L⁻¹) (Quark INFRA[®]). La unidad experimental en esta variable fue de dos frutos en un frasco y se tuvieron seis repeticiones.

4.3.2. Variables destructivas

La firmeza del fruto se determinó con una estación de prueba EZ Test (Shimadzu[®], Japón), en ella se determinaron la resistencia a la penetración de una punta metálica de 5 mm de diámetro en base a una velocidad de 20 mm min⁻¹, con ayuda del Software Trapezium[®] instalado a la estación de pruebas. La prueba se realizó en cada fruto en dos partes opuestas del fruto.

Se determinaron los parámetros de color, luminosidad (L*), a* y b* en el mesocarpio de cuatro puntos en la zona ecuatorial de los frutos de chicozapote por medio de un espectrofotómetro manual (X-Rite 3290[®], USA). Los valores de a* y b* se transformaron a ángulo matiz ($h = \arctan^{-1} b^*/a^*$) y cromaticidad ($C^* = (a^2 + b^2)^{1/2}$) (Neguerula, 2012).

Los sólidos solubles totales se determinaron a partir de dos gotas de jugo de cada fruto evaluado, extraídas con la ayuda de un Super Extractor (ATAGO[®]) las cuales fueron colocados en un refractómetro ATAGO PAL-1[®] (Japón) los resultados se reportaron en °Brix. Se determinó la acidez titulable de acuerdo a lo establecido por la AOAC (1995) en pulpa y epicarpio, se tituló con NaOH 0.1 N, usando fenolftaleína como indicador, los resultados se expresaron como porcentaje de ácido cítrico.

Los azúcares totales, se determinaron mediante el método de antrona descrito por Alia *et al.* (2002) usando como referencia una curva de calibración de glucosa. Para esto se tomó 1 g de pulpa que se colocó en un matraz Ernlennmeyer, posteriormente se agregaron 50 mL de alcohol etílico al 80 % v/v y se

mantuvieron en ebullición por 5 min. La solución alcohólica se dejó enfriar y se guardaron en refrigeración (5 °C) por 15 días hasta su evaluación. La determinación de los azúcares totales se realizó a partir de 1 mL de la solución alcohólica y se evaporó en baño maría. Al residuo se le agregaron 100 mL de agua destilada y se agitó, se tomó 1 mL de la solución y se transfirió a un tubo Falcon adicionándose 2 mL de agua destilada, posteriormente se agregaron 6 mL del reactivo de antrona (0.4 g de antrona + 100 mL de ácido sulfúrico al 99.8 %), la aplicación del reactivo de antrona se realizó en baño de hielo. Después, la mezcla de reacción se colocó en ebullición durante cinco minutos, para posteriormente enfriarse en baño de hielo y tomar la lectura de absorbancia en un espectrofotómetro (Genesys® 6, USA) a 600 nm.

Los fenoles totales se determinaron conforme a la metodología de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999). Se homogenizó un gramo de pulpa en un tubo de ensaye con ayuda de un Ultra Turrax (IKA®), con 20 mL de agua destilada y posteriormente se filtró. Se tomó 0.5 mL del filtrado y se mezcló con 2.5 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu (1:10 v/v) después de 5 min se adicionaron 2 mL de carbonato de sodio (7.5% p/v) y se dejó reposar durante 2 horas posteriormente las lecturas de absorbancia se realizó en un espectrofotómetro (HACH DR 5000®) a 760 nm. Los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico (EAG) 100 g⁻¹ peso fresco.

Para la obtención de los extractos de muestra utilizó 1 g de pulpa y se homogenizó cada una con agua destilada (1:10 g/v) obteniendo las muestras para determinar las actividades antioxidantes.

Se utilizó la metodología propuesta por Brand-Williams *et al.* (1995), Con mínimas modificaciones, este método consistió en colocar en una celda de cuarzo 3 mL de una solución de DPPH metabólica 6.1×10^{-5} M (Sigma Aldrich, USA) y se hizo reaccionar con 100 µL de solución de muestra, la mezcla se dejó reposar en la oscuridad durante 30 min y se leyó a 517 nm el cambio de absorbancia. Los resultados se expresaron en mg equivalentes de ácido ascórbico (EAA) 100 g⁻¹ peso fresco.

Para la metodología de ABTS se preparó el reactivo de ABTS (Sigma-Aldrich) 7mM y persulfato de potasio (K₂S₂O₈) a 2.45 mM y se mezcló 1:1 v/v, se dejó

reposar durante 16 h. Se diluyó con etanol 20 % v/v hasta alcanzar una absorbancia de 0.7 ± 0.02 a 734 nm. Se agregó 3 mL de ABTS con 50 μ L de muestra y se dejó reaccionar durante 15 min se leyó la absorbancia a 734 nm. Los resultados se expresaron en mg equivalentes de ácido ascórbico (EAA) 100 g^{-1} peso fresco (Re *et al.*, 1999).

La actividad antioxidante por FRAP se realizó mediante la metodología desarrollada por Benzie y Strain, (1996). Se preparó el reactivo FRAP (TPTZ, FeCl_3 y tampón acetato) se mezcló 1.8 mL de FRAP con 140 μ L de agua destilada y 60 μ L de muestra, se dejó reaccionar durante 30 min a 37 °C y transcurrido el tiempo de reacción se leyó la absorbancia a 593 nm los resultados se expresaron en mg equivalentes de ácido ascórbico (EAA) 100 g^{-1} peso fresco.

Los flavonoides totales se determinaron con la metodología de Arvouet-Grand *et al.* (1994). Primero, 1 g de pulpa se homogenizó con 10 mL de metanol en un Ultra Turrax (IKA[®], USA) y se centrifugó 15 min a 10 000 g a 4 °C. Del sobrenadante se tomarán 2 mL de muestra, reaccionaron con 2 mL de tricloruro de aluminio al 2 % p/v, reposarán 15 min en la oscuridad y las muestras se leyó a 415 nm en un espectrofotómetro (HACH DR 5000[®]). Una curva estándar de Quercetina se usó y los resultados se expresaron como mg equivalentes de Quercetina (EQ) 100 g^{-1} peso fresco.

La metodología propuesta por Jagota y Dani (1984) se usó para determinar vitamina C, donde 0.8 mL de una solución de ácido tricloroacético al 10 % (p/v) se adicionarán a una muestra de 1 g de pulpa de frutos de chirimoya y 10 mL de agua destilada, y se homogenizaron con un Ultraturax (IKA[®], USA). La mezcla se colocó en baño de hielo por 5 min y se centrifugó 5 min a 4 000 g. Después se realizó una mezcla de reacción con 0.5 mL del sobrenadante, 2 mL de agua doble destilada y 200 mL de una solución diluida del reactivo de Folin-Ciocalteu, reposó 10 min y se tomó la lectura en un espectrofotómetro (HACH DR 5000[®], USA) a una absorbancia de 760 nm. Para calcular la concentración de vitamina C en las muestras se construyó una curva de calibración utilizando ácido ascórbico (AA), y la concentración se expresó en mg de AA 100 g^{-1} .

La unidad experimental fue un fruto con seis repeticiones para las variables no destructivas y destructivas. El diseño experimental fue uno completamente al azar.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y comparación de medias por el método de Tukey, adicionalmente se realizaron análisis de correlación entre las variables evaluadas. Los procedimientos GLM y CORR, fueron utilizados en el programa SAS V. 9, como lo indica Castillo (2011).

5. Resultados y discusión

5.1. Diagnóstico del cultivo de chirimoya

5.1.1. Ubicación de las huertas

En total se entrevistaron a 12 productores, quienes tenían sus huertas o unidades de producción de Chirimoya en San Sebastián, Cuautlalpan, Jumiltepec y Hueytlalpan, en Huecahuasco, Ocuituco, la superficie cultivada con la que contaban fue entre 0.5 y 1 ha, la edad de los árboles fue entre 5 y 20 años (Cuadro 1). El SIAP (2018) indica que en Morelos se tiene registrada una superficie de 10 ha, lo cual es muy cercano a la superficie sumada de los entrevistados (9.8 ha; Cuadro 1).

La distancia de plantación varía de 3x4 m hasta 7x8 m, aunque el 50 % de los entrevistados prefiere la distancia de 4x4 m y el 32 % prefiere 5x5 m y 6x5 m (Cuadro 1). Morton (2013) indica que los árboles pueden ser espaciados entre 7.5 y 9 m, sin embargo en España los árboles tienen un espaciamiento de 5x5 m, lo cual es muy similar en la región de estudio. El 100 % de los entrevistados indicaron que los árboles de sus huertas son injertados, aunque no mencionaron el portainjerto que utilizan, ni la variedad utilizada.

Cuadro 1. Características generales de los entrevistados y sus huertas

Ubicación	Superficie establecida (ha)	Edad huerta (años)	Distancia de plantación (m x m)
San Sebastián (6, 50) [†]	0.5 (4, 33.3)	5-6 (2, 17)	3x4 (1, 8.33)
Cuautlalpan (2 (16.6)	0.8 (1,8.33)	10-15 (9, 83.33)	4x4 (6, 50)
Jumiltepec (1,8.3)	1.0 (7, 58.33)	20 (1, 8.33)	5x5 (2,16)
Hueytlalpan (3, 25)			6x5 (2, 16) 7x8 (1,8.33)

[†]: Números entre paréntesis, indican número de entrevistados el primero y porcentaje con relación al 100 % de entrevistados (12= 100 %).

El 100 % de los productores utiliza la nutrición orgánica, preferentemente de origen bovino, y en menor proporción utilizan de aves y cabras (Cuadro 2). La nutrición mineral química, también es utilizada por la totalidad de los entrevistados, aplicando con mayor frecuencia la fuente de 18-46-00 y en menor proporción las fuentes de 16 ó 18 unidades de los elementos mayores NPK

(Cuadro 2). En menor proporción son utilizadas fuentes que proveen nitrógeno como elemento mayoritario: urea y nitrofoska (Cuadro 2). La dosis de aplicación para los fertilizantes orgánicos varía entre 15 y 20 kg por árbol, mientras que en los químicos entre 2 y 5 kg por árbol (Datos no mostrados). No se realizan análisis de suelo o foliar para conocer la dinámica de los elementos minerales en los árboles. La aplicación de los fertilizantes orgánicos es realizada por todos los entrevistados en el mes de abril, en tanto que la fertilización química es aplicada por la mayoría de los entrevistados (83.33 %) son adicionados al suelo en los meses de mayo a julio, y el resto de los entrevistados lo aplica entre agosto y noviembre (Cuadro 2). Díaz *et al.* (2008) indican que, en Ocuituco, la precipitación inicia en mayo y finaliza en octubre, con los meses de mayor precipitación entre junio y septiembre (> 200 mm), esta es la razón por la cual, los productores realizan la fertilización química en ese periodo para mejorar la disponibilidad de los nutrientes a los árboles y por qué el 100 % de los productores tiene la producción bajo temporal. La aplicación de la nutrición es manual, los fertilizantes orgánicos son colocados encima del suelo alrededor del árbol, mientras que para los fertilizantes químicos se incorporan al suelo.

Cuadro 2. Manejo de la nutrición en chirimoya, cultivada en Huecahuasco, Ocuituco, Morelos.

Tipo de nutrición		Época de aplicación	
Orgánica	Mineral	Orgánica	Mineral
Bovino (12, 100) [†]	18-46-00 (12,100)	Abril (12, 100)	Mayo-Junio (6,50)
Pollinaza (4, 33.3)	Urea (2, 33.3)		Junio-Julio (3, 33.3)
Caprino (2, 16.6)	16-16-16 (3, 25)		Agosto-Septiembre (1, 8.33)
	18-18-18 (3,25)		Octubre-Noviembre (2, 16.6)
	Nitrofoska (2, 33.3)		
	Cañero (1, 8.3)		

[†]: Números entre paréntesis, indican número de entrevistados el primero y porcentaje con relación al 100 % de entrevistados (12= 100 %).

La poda es una actividad que se realiza año con año en el cultivo de Chirimoya, esta se realiza principalmente en el periodo de estiaje, entre los meses de

noviembre y enero (Cuadro 3), y consiste en eliminar gran parte del follaje, de tal manera que se eliminan ramas enfermas, con excesivo vigor y con daños por insectos.

Las principales plagas presentes en el cultivo de chirimoya son: araña roja y el gusano barrenador del fruto (Cuadro 3). Estos problemas fitosanitarios se presentan con mayo frecuencias de febrero a julio (Cuadro 3). El principal control es químico con la aplicación de diferentes pesticidas con un gradiente de frecuencias acaricidas (propargite)>piretroides>cipermetrina>organofosforados (malatión), entre otros (Datos no mostrados). En México, poca información de plagas hay de chirimoya, sin embargo se reconoce que el barrenador de chirimoya por *Talponia batesi*, es el principal problema y el control químico poco a favorecido al cultivo (Vidal *et al.*, 2014). Recientemente, García-Nava *et al.* (2016) determinaron que el embolsado del fruto con papel encerado solo presento el 4 % de semillas dañadas por *T. batesi*, lo cual es una alternativa al control químico, aunque hay que evaluar su factibilidad económica. En el caso de araña roja, no se tiene considerado un problema en otras regiones de producción, sin embargo, en la zona estudiada, la alta población del cultivo de aguacate probablemente favorece esta interacción. No se reportaron enfermedades. Se indicó que se realiza control de malezas en forma manual.

Cuadro 3. Poda y plagas de Chirimoya en Huecahuasco, Morelos.

Época de realización de poda	Plagas	Época de presencia
Febrero – marzo (1, 8.33) [†]	Araña roja (10, 83.3)	Febrero (2, 16.6)
Agosto (1, 8.33)	Gusano barrenador (5, 41.6)	Abril (3, 25)
Noviembre (6, 50)	Araña cristalina (3, 25)	Julio (7, 59)
Diciembre-enero (4, 33.33)	Trips (1, 8.3)	

[†]: Números entre paréntesis, indican número de entrevistados el primero y porcentaje con relación al 100 % de entrevistados, el segundo (12= 100 %).

Los productores de la región de Huecahuasco aplican sustancias químicas, con la finalidad de mejorar la producción, es así que cerca del 90 % de los entrevistados aplica microelementos al follaje, y 25 % aplica bioactivadores (Cuadro 4). Morton

(2013) reporta que la aplicación de sustancias químicas para incrementar el amarre de frutos en Chirimoya, no ha sido exitoso en Chile. Es necesario, realizar evaluaciones al respecto en la zona de estudio.

Al respecto de la fenología, cerca del 70 % de los entrevistados indica que la floración ocurre entre los meses de abril y agosto, en tanto que 30 de los entrevistados menciona que ocurre entre enero y marzo (Cuadro 4). El desarrollo del fruto es entre 6 y 9 meses según 10 de ellos entrevistados, mientras que los dos restantes indican que es de 4 a 5 meses (Cuadro 4). Merodio y De La Plaza (1997) indican que después de la floración y dependiendo del cultivar, los frutos de chirimoya permanece por cinco a ocho o nueve meses en el árbol. Por lo que, es probable, que exista cierta variabilidad en el material genético en la región de estudio. Es importante realizar estudios fenológicos más detallados, con la finalidad de corroborar estos aspectos básicos.

Los entrevistados indicaron que los árboles de Chirimoya se defolian en los meses de noviembre a abril, aunque 90 % de los entrevistados indicó que entre diciembre y enero es la defoliación completa. Cautín y Agustí (2005) indican que, en España, la Chirimoya se defolia en forma tardía durante la primavera, lo cual es similar a lo encontrado en Huecahuasco. Las hojas que caen son eliminadas o quemadas por cerca del 84 % de los entrevistados, y solo 16 % incorpora las hojas al suelo. Este aspecto se debe revertir, ya que las hojas aportan minerales y al incorporarse al suelo pueden mejorar sus propiedades físicas y químicas en beneficio de la producción sustentable.

La productividad promedio en la región es entre 100 y 200 kg, según 10 de los entrevistados, y solo 2 de ellos indicaron que la productividad por árbol es de 50 kg (Cuadro 5). Las diferencias en productividad, es probable se atribuyan a la edad de los árboles y manejo agronómico de la huerta. Morton (2013) indica que los árboles de chirimoya con una edad de 10 años pueden producir hasta 25 frutos por árbol, en Colombia se reportan hasta 80 frutos, mientras que en Italia árboles de chirimoya de 30 a 35 años producen hasta 230 a 280 frutos.

Cuadro 4. Aplicación de sustancias químicas y fenología de chirimoya en Huecahuasco, Morelos.

Sustancias químicas	Floración	Desarrollo de ruto	Rendimiento (kg arbol ⁻¹)
Microelementos (4, 33.3)	Abril-agosto (8, 66.66)	4-5 meses (2, 16.6)	50 (2, 16.6)
Biozyme® (6, 50)	Enero-marzo (4, 33.3)	6-7 (6, 50)	100 (4, 33.33)
Tropical® (2, 16.6)		8-9 (4, 33.3)	150-200 (6, 50)
Cytozyme® (1, 8.33)			
Sin aplicación (2, 16.6)			

El índice de cosecha utilizado por los productores de la región de Huecahuasco es subjetivo, ya que realizan la actividad cuando observan un cambio de un verde oscuro a un verde militar. Los frutos son seleccionados por tamaño, peso y el cambio de color. Palma *et al.* (1993) indican que se han realizado varios esfuerzos por correlacionar algunos parámetros objetivos, como son sólidos solubles, color, densidad de tricomas en la epidermis con características de calidad de consumo en Chirimoya, pero no se ha obtenido éxito, por lo que indica que los frutos se cosechan cuando la cascara alcanza un color verde amarillento.

Los frutos de Chirimoya en Huecahuasco son vendidos de forma local y a lugares como: Central de Abastos de la Ciudad de México, Los Cabos y Tijuana, Baja California; Toluca, Estado de México, Sinaloa; Puebla; Sonora; Zacatecas; Jalisco; Guerrero y Veracruz. El transporte a los lugares de consumo, varía entre uno y tres días. Son transportados vía terrestre en camionetas o tráiler, utilizando cajas de plástico o unicel. El 84 % de los entrevistados no tienen bodegas de venta o almacenamiento, por lo que realizan rápidamente la venta. La mayoría de producción es a venta externa en el interior del país, por lo que poco se conoce los cambios en poscosecha de la fruta cultivada en la región.

5.2. Fisiología poscosecha de Chirimoya

5.2.1. Pérdida de peso

Los frutos de Chirimoya evaluados tuvieron 11.83 % de pérdida de peso después de nueve días de cosechados (Figura 1), lo que representa una pérdida diaria de 1.31 %. La pérdida de peso se ajustó a una línea recta con una ecuación, $y=$

$1.0995x + 2.0041$. Cordeiro *et al.* (2013) al evaluar el proceso de maduración de Chirimoya 'Madeira' obtuvieron una pérdida de masa de 9 % cinco días después de la cosecha. En el presente trabajo la pérdida de peso al quinto día fue de 7.5 % (Figura 1). En algunos productos hortícolas una pérdida de masa de 5 % puede causar que se observen marchitos, y esta condición se alcanza en horas si se mantiene en condiciones de alta temperatura y baja humedad ambiental (Wills y Golding, 2016). En el caso del presente trabajo, aún después de seis días no se observó marchitez en la cascara del fruto (Figura 2).

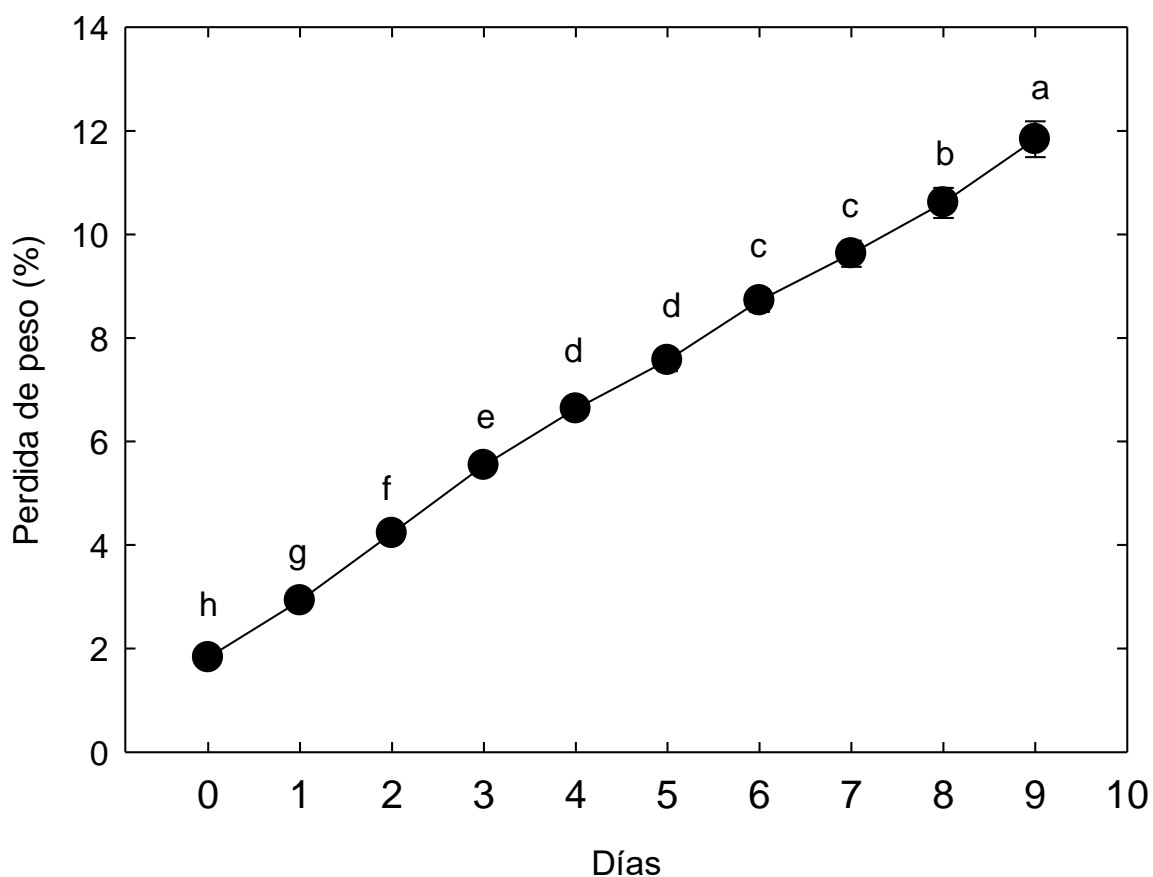


Figura 1. Pérdida de peso durante la maduración de frutos de chirimoya 'Cuadrada' a 20 °C y 60 % de HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar.



Figura 2. Cambios visibles los frutos de Chirimoya durante su maduración a los 0 (A), 3 (B), 4 (C), 5 (D), 6 (E) y 9 (F) días después de la cosecha.

5.2.2. Respiración

La velocidad de respiración en los frutos de Chirimoya se mantuvo entre 10.3 y 31.2 mL kg⁻¹h⁻¹ después durante los primeros 8 días después de la cosecha, detectándose un incremento súbito al noveno día alcanzado 82.3 mL kg⁻¹h⁻¹, y finalmente alcanzando un máximo después de 94.8 mL kg⁻¹h⁻¹ después de diez días (Figura 3), lo que sugiere un comportamiento climatérico. Pareek *et al.* (2011) indican que en chirimoya se ha reportado un máximo respiratorio (63 mL kg⁻¹h⁻¹) después de 4-5 días después de cosechado y alcanzado; sin embargo, en otro estudio se reportan dos máximos de respiración, uno a los cinco días después de la cosecha (90 mL kg⁻¹h⁻¹) y un segundo después de 10 días (180 mL kg⁻¹h⁻¹). En el presente trabajo se detectó un solo máximo de producción, concordando con

Palma *et al.* (1993) quienes sugieren que el patrón climatérico de la chirimoya se encuentra en todas las partes del tejido del fruto.

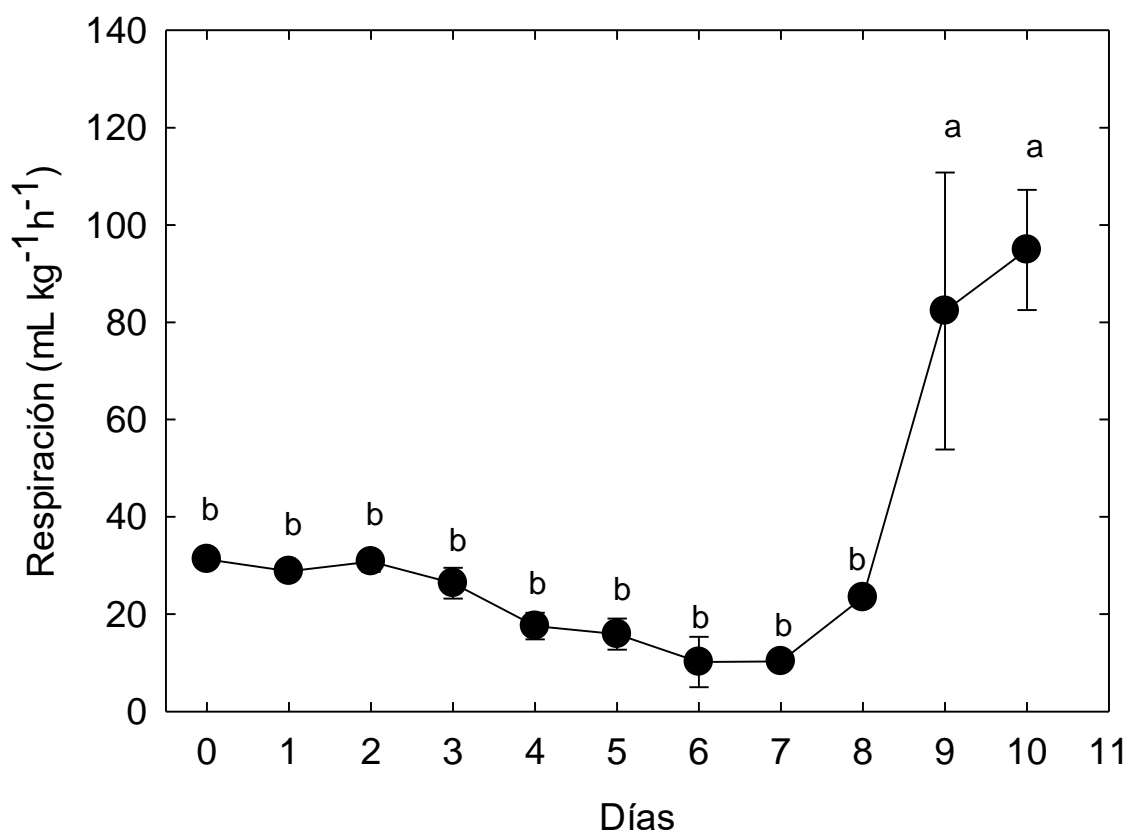


Figura 3. Velocidad de respiración en frutos de chirimoya durante su maduración poscosecha a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 94.84.

5.2.3. Parámetros de color de la cáscara

El color de la cascara de los frutos de Chirimoya al inicio de la evaluación fue verde amarillenta con mediana baja cromaticidad y mediana luminosidad ($h=99.0$, $L^*=46.7$ y $C^*= 25.2$), posteriormente la luminosidad y cromaticidad disminuyeron significativamente después de nueve días, en tanto que el color el matiz después de ocho días mostró mayor tendencia al amarillo, alcanzando su valor más cercano a este color a los nueve días de cosechado; así en este punto el color de

la chirimoya fue amarillento opaco con baja luminosidad ($h=89.3$, $L^*=42.2$ y $C^*=19.77$; Figura 4). Uno de los principales problemas en la comercialización de las Chirimoyas es el rápido oscurecimiento de la cascara que ocurre unos días después de la cosecha o el oscurecimiento debido al daño físico ocasionado por el manejo, transporte, entre otros (Palma *et al.*, 1993). En el presente trabajo, el oscurecimiento observado se atribuye más al daño mecánico, que al proceso normal de maduración de la fruta (Figura 2), por lo que se recomienda un manejo cuidadoso de la fruta, ya que se ha probado algunos químicos que eviten la oxidación de la pulpa por el daño mecánico, pero no han funcionado (Palma *et al.*, 1993).

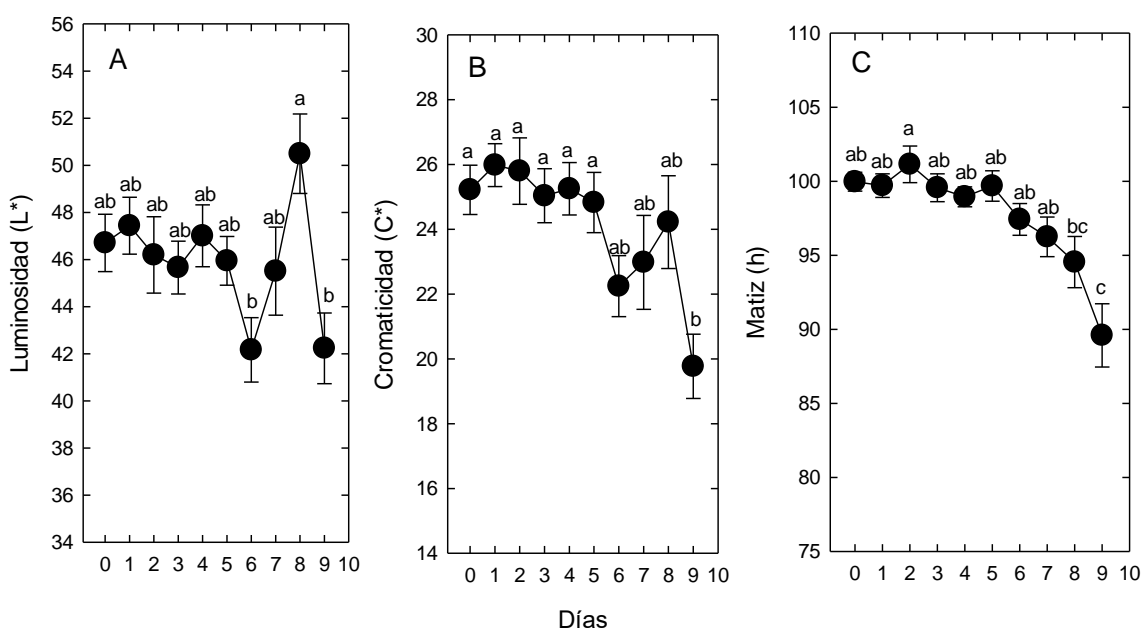


Figura 4. Luminosidad (L^* ; A), cromaticidad (C^* ; B) y matiz (h ; C) durante la maduración de frutos de chirimoya 'Cuadrada' a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 6.63, 4.75 y 5.81, respectivamente.

5.2.4. Sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) y relación SST/AT

Los sólidos solubles totales se incrementaron significativamente durante poscosecha (Figura 5). Inicialmente los SST fueron de 6.5 °Brix, después de tres y seis días los SST se incrementaron a 11.6 y 16.8 °Brix y en el noveno día de evaluación la concentración fue de 21.3 °Brix (Figura 5). En Chirimoya 'Fino de Jete' el contenido de SST se incrementó de 13.3 a 18.7 °Brix en un periodo de cinco días (Martínez *et al.*, 1993). En la variedad evaluada se obtuvo mayor contenido de azúcar, lo que sugiere mayor gusto al consumidor. Pareek *et al.* (2011) reportan que el contenido de sólidos solubles en chirimoya se incrementa de 8.3 a 22 °Brix durante cuatro días a 22 °C, similar a lo que se encontró en el presente trabajo.

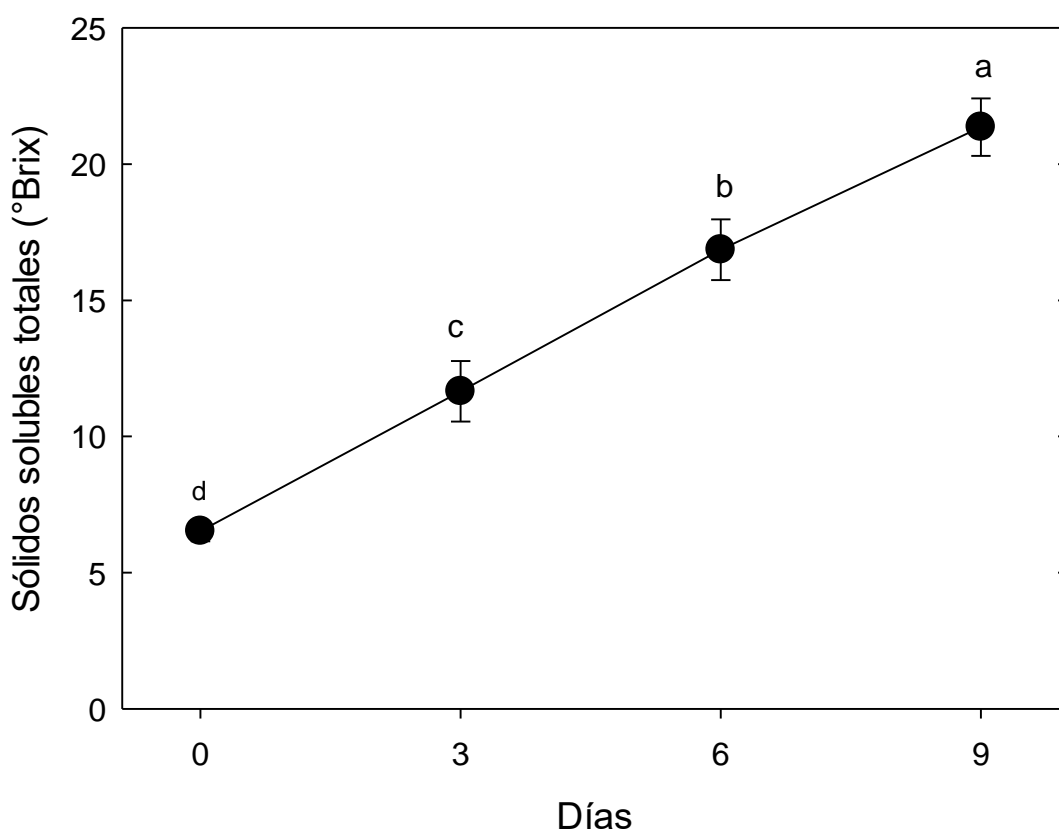


Figura 5. Cambios en los sólidos solubles totales durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 2.89.

Con respecto a la acidez titulable, los frutos mantuvieron valores similares durante el periodo de evaluación, entre 0.36 y 0.48 % (Figura 6). En el cultivar 'Fino de Jete' la acidez se incrementa de 0.06 a 0.32 durante un periodo de cinco días (Martínez *et al.*, 1993). Este incremento se atribuye a la producción de ácidos orgánicos durante la maduración de la chirimoya (Gutiérrez *et al.*, 1994).

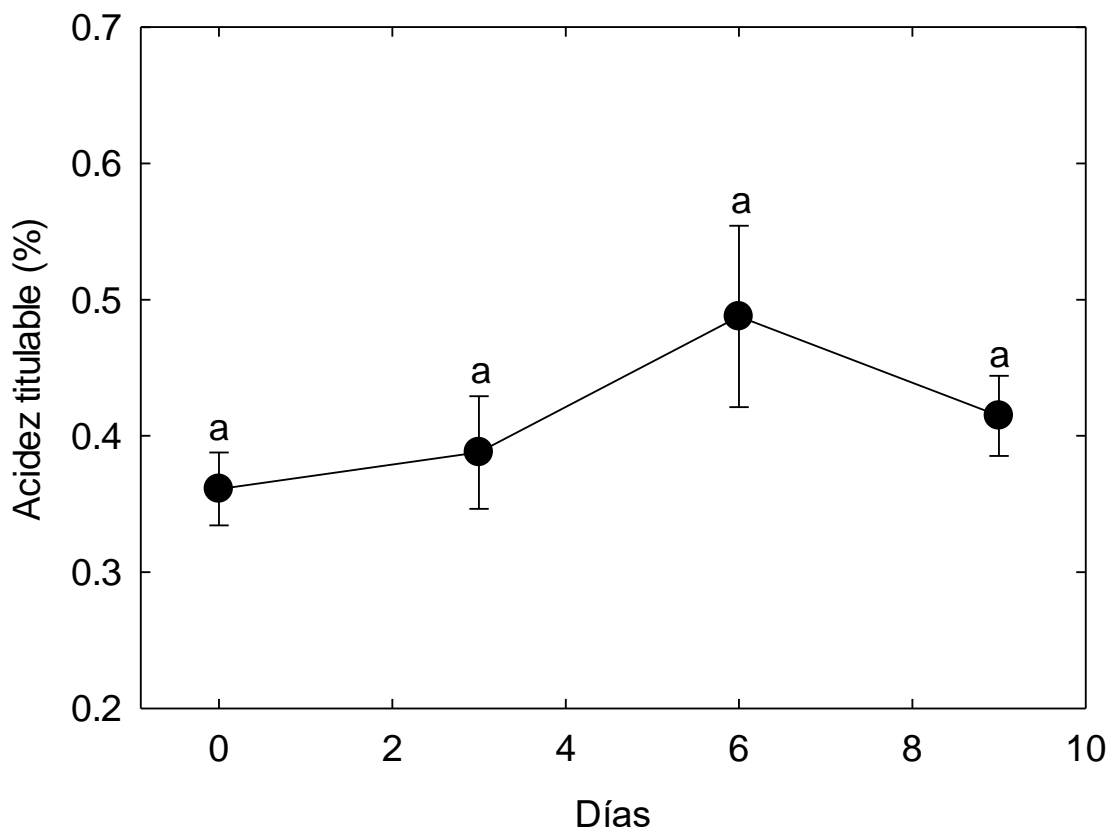


Figura 6. Cambios en la acidez titulable durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 0.13.

El índice de sabor mostró una tendencia similar a los SST (Figura 7), esto debido a que la acidez titulable se mantuvo similar durante las evaluaciones. Así, el índice de sabor cambio de 18.3 al inicio del experimento hasta 52.6 después de nueve días (Figura 7). En el cultivar 'Fino de Jete' el índice de sabor varió entre 5.67 y 221.6 (Martínez *et al.*, 1993).

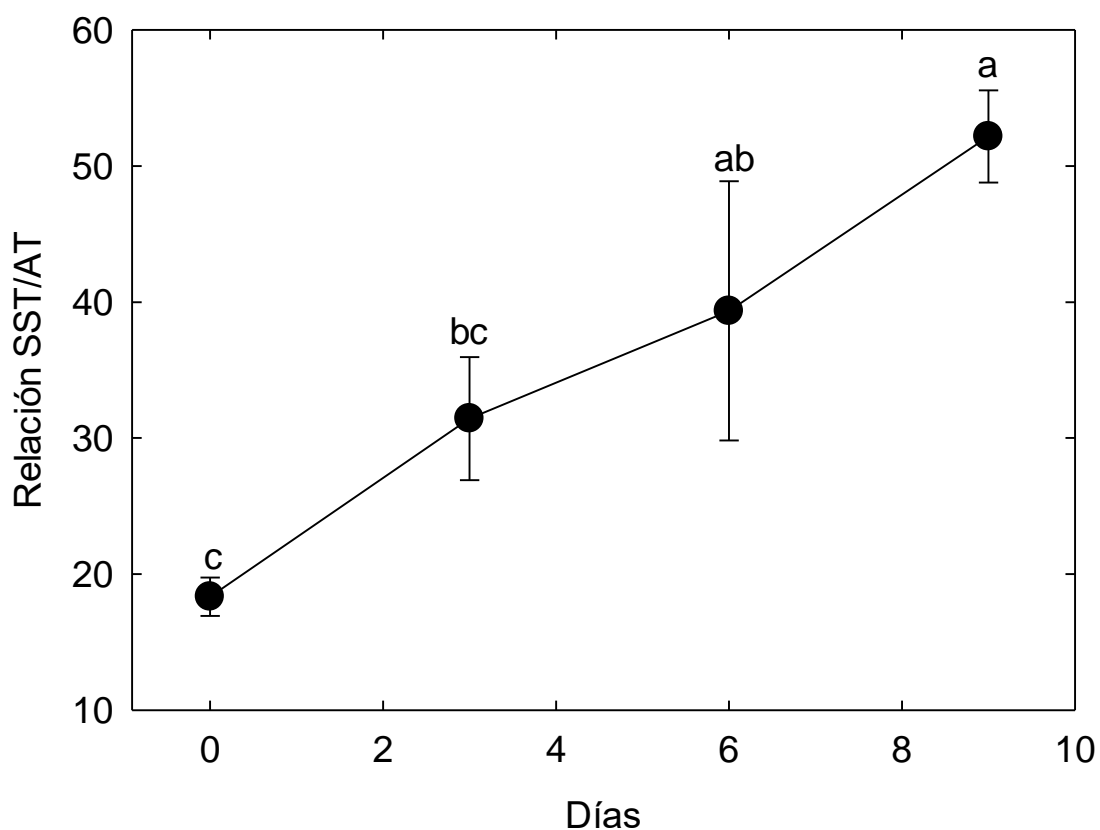


Figura 7. Cambios la relación sólidos solubles/ acidez titulable durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 16.74.

5.2.5. Firmeza

La firmeza de los frutos de chirimoya disminuyó drásticamente después de tres días de cosechada, al cambiar de 17.4 N a 2.7 N, ya después de nueve días la firmeza fue de 0.5 N (Figura 8). Cordeiro *et al.* (2013) al evaluar la firmeza en frutos de chirimoya 'Madeira' determinaron que después de cuatro días de cosechada disminuyó significativamente y al quinto día ya estaba sobre madura o senescente (2.7 N), lo cual es similar a lo encontrado en el presente trabajo. Merodio y De la Plaza (1993) indican que el fruto de chirimoya experimenta una considerable pérdida de firmeza, especialmente durante el primer y segundo día a

20 °C, y la enzima poligalacturonasa se relaciona con el mayor ablandamiento del fruto, por lo que se considera una proteína importante en el proceso de maduración.

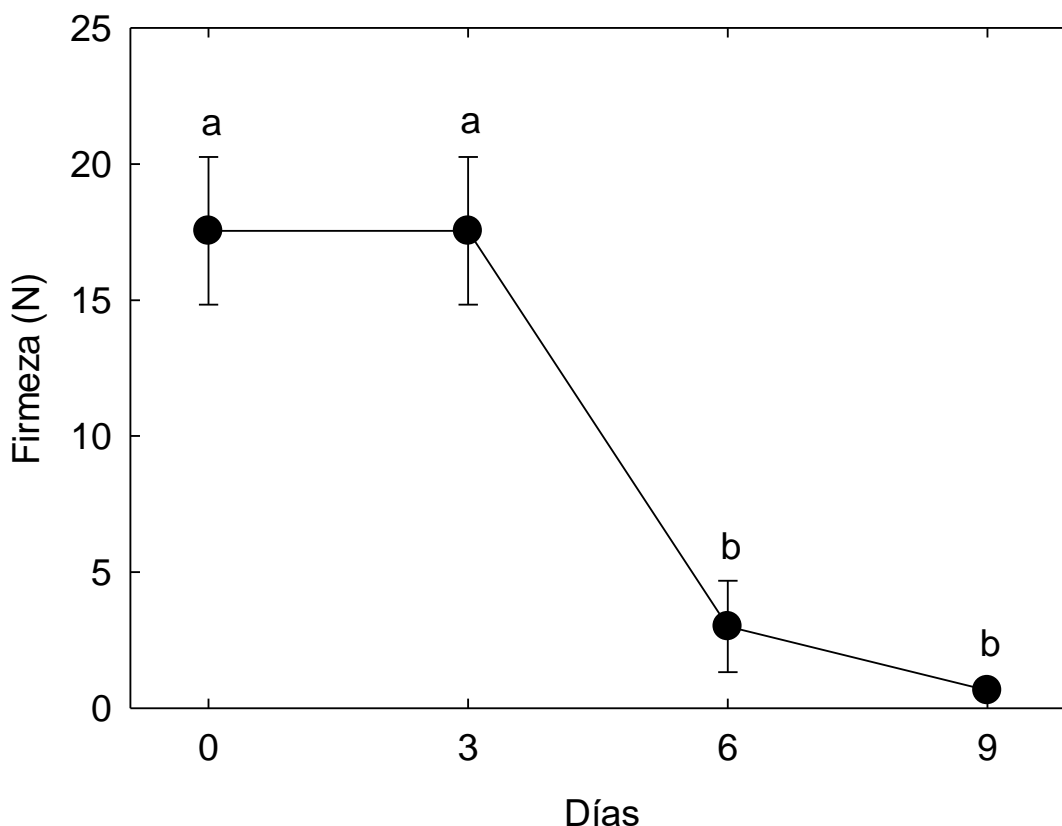


Figura 8. Cambios en la firmeza durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 6.28.

5.2.6. Parámetros de color en la pulpa

El color de la pulpa de chirimoya fue blanca amarillenta opaca ($L^*=90.6$, $h=7.5$, $C^*=24.1$) al inicio del experimento (Figura 9). Durante la maduración la pulpa mostro un oscurecimiento gradual, perdiendo entre 7 y 10 % de la luminosidad durante los primeros 3 y 6 días; en el noveno día de evaluación la luminosidad disminuyó hasta 25 % (Figura 9 A). La disminución en el matiz fue menos

evidente durante los primeros seis días de evaluación, y al noveno día el color cambió en 5 %, con respecto al día inicial (Figura 9 B). Por otra parte, la cromaticidad disminuyó ampliamente después de tres días y mantenerse cerca color gris (Figura 9 C). Palma *et al.* (1993) indican que la pulpa de chirimoya se oscurece al contacto con el oxígeno y se atribuye principalmente a un incremento en la actividad de las enzimas polifenoloxidasas. La disminución en la luminosidad y cromaticidad son formas indirectas de evaluar el oscurecimiento de la pulpa de la fruta de chirimoya, que fue muy evidente después del tercer día de evaluación (Figura 9).

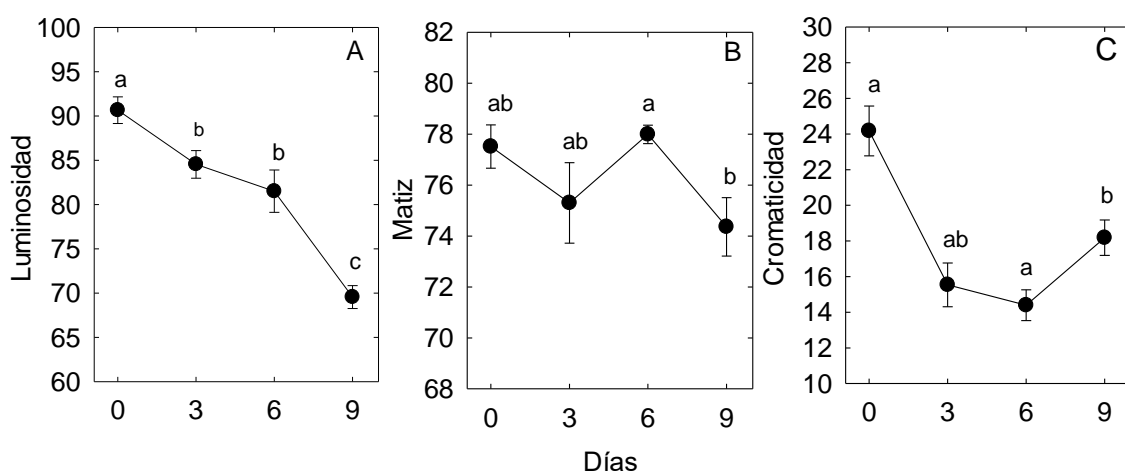


Figura 9. Cambios en luminosidad (A), cromaticidad (B) y matiz (C) durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 5.21, 3.23, 3.41, respectivamente.

5.2.7. Fenoles totales

Durante la maduración de la chirimoya el contenido de fenoles totales se mantuvo entre 15.5 y 20 mg EAG 100g⁻¹ de peso fresco (Figura 10). Albuquerque *et al.* (2016) indican que en la pulpa de cuatro variedades de chirimoya la concentración fue entre 3.06 y 12 mg EAG 100g⁻¹. Santos *et al.* (2016) reportan que la pulpa de chirimoya contiene una gran variedad de flavan-3-oles, incluyendo compuestos

galoylados y no galoylados; también identificaron por primera vez catequina, epicatequina, galocatequina, afzeloquina y un tetrámero de procianidina: por lo que sugieren que este fruto es una fuente rica de componentes promotores de salud, con la capacidad de prevenir o disminuir el progreso de varios desordenes relacionados con el estrés oxidativo.

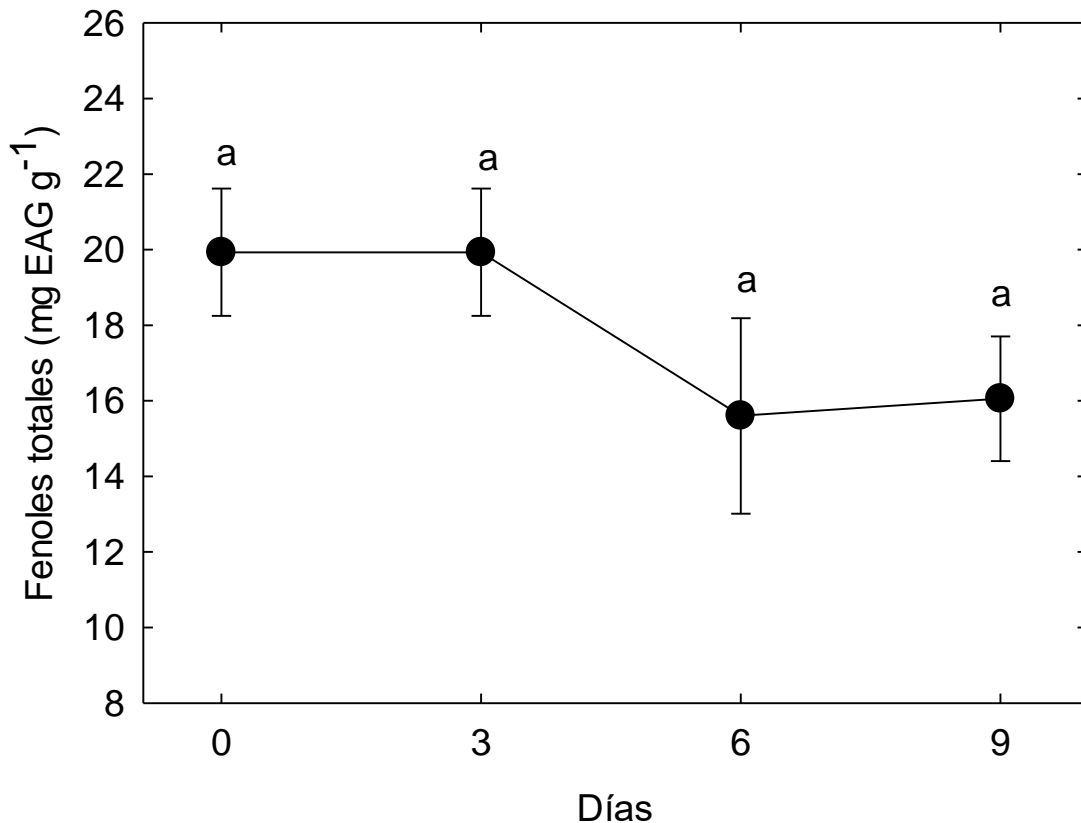


Figura 10. Fenoles totales durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 5.82.

5.2.8. Flavonoides totales

Los flavonoides totales se mantuvieron entre 4.5 y 5 mg EQ 100g⁻¹ durante el periodo de maduración de los frutos de chirimoya (Figura 11). Loizzo *et al.* (2012)

reportan que en la pulpa de chirimoya el contenido de flavonoides totales es de 3.8 mg 100 g⁻¹ de peso fresco.

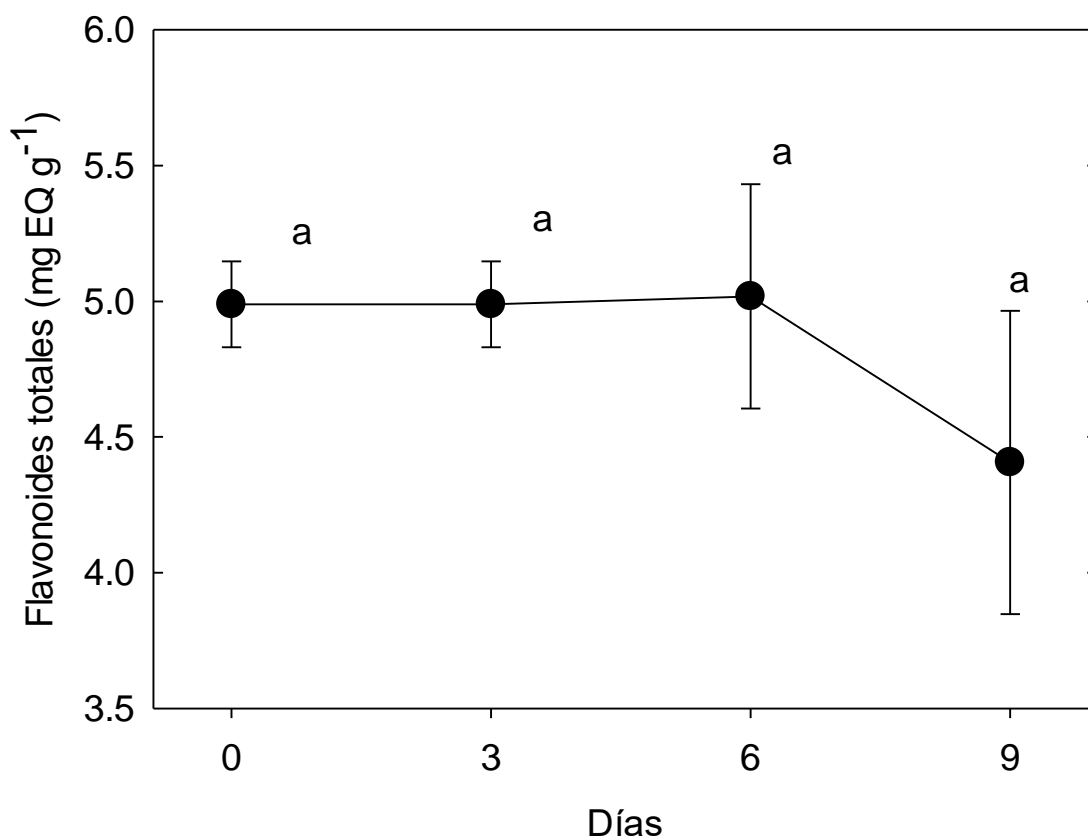


Figura 11. Flavonoides totales durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 1.09.

5.2.9. Actividad antioxidante por los métodos de DPPH, ABTS y FRAP

Durante la maduración de los frutos de chirimoya la actividad antioxidante no mostró cambios significativos (Figuras 12-14). Así, la actividad antioxidante por el método de DPPH se mantuvo entre 47.9 y 51.2 mg EAA 100 g⁻¹, por el método de ABTS entre 76 y 105 mg EAA g⁻¹ de peso fresco y por el método de FRAP entre 66 y 84.4 mg EAA g⁻¹ (Figuras 12-14). Loizzo *et al.* (2012) indican que los extractos de chirimoya tienen buena capacidad reductora al evaluarlo por los

métodos de ABTS y FRAP, no así con el método por DPPH que mostro baja actividad. En el presente trabajo no se observaron cambios durante la maduración de la chirimoya en la actividad antioxidante, y se considera aceptable los niveles de actividad encontrados.

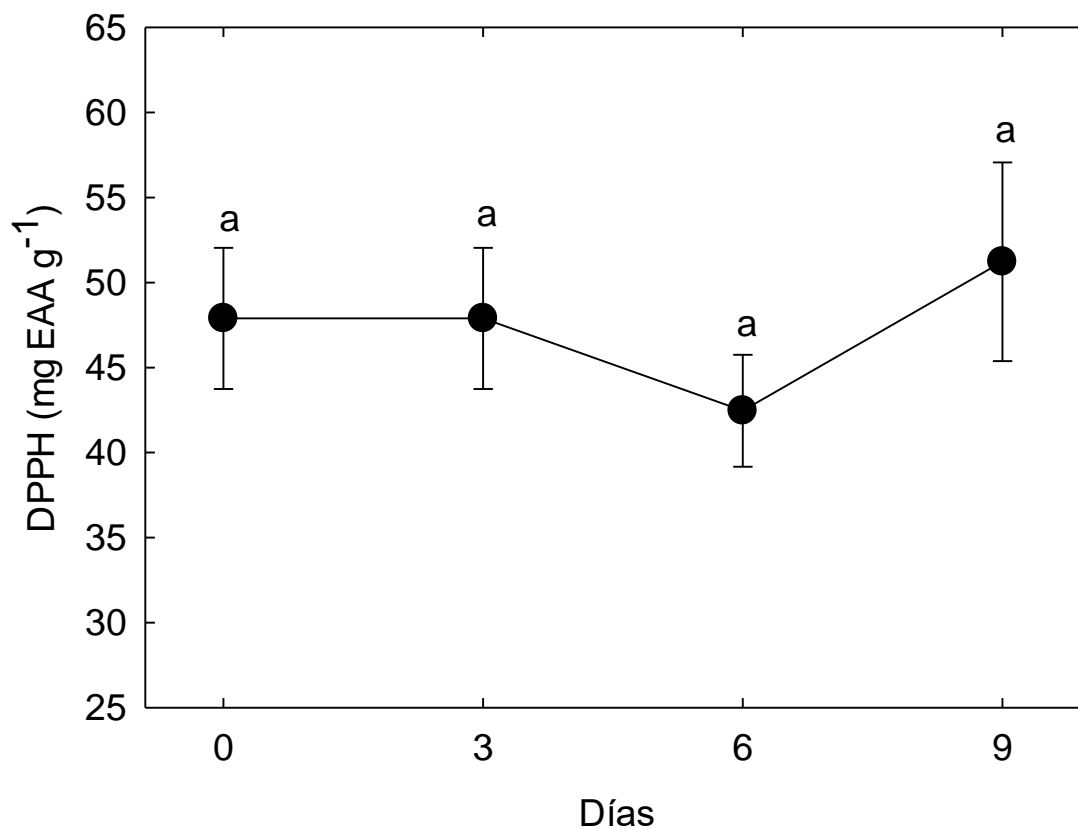


Figura 12. Actividad antioxidante por DPPH durante la maduración de frutos de chirimoya 'Cuadrada' a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 13.36.

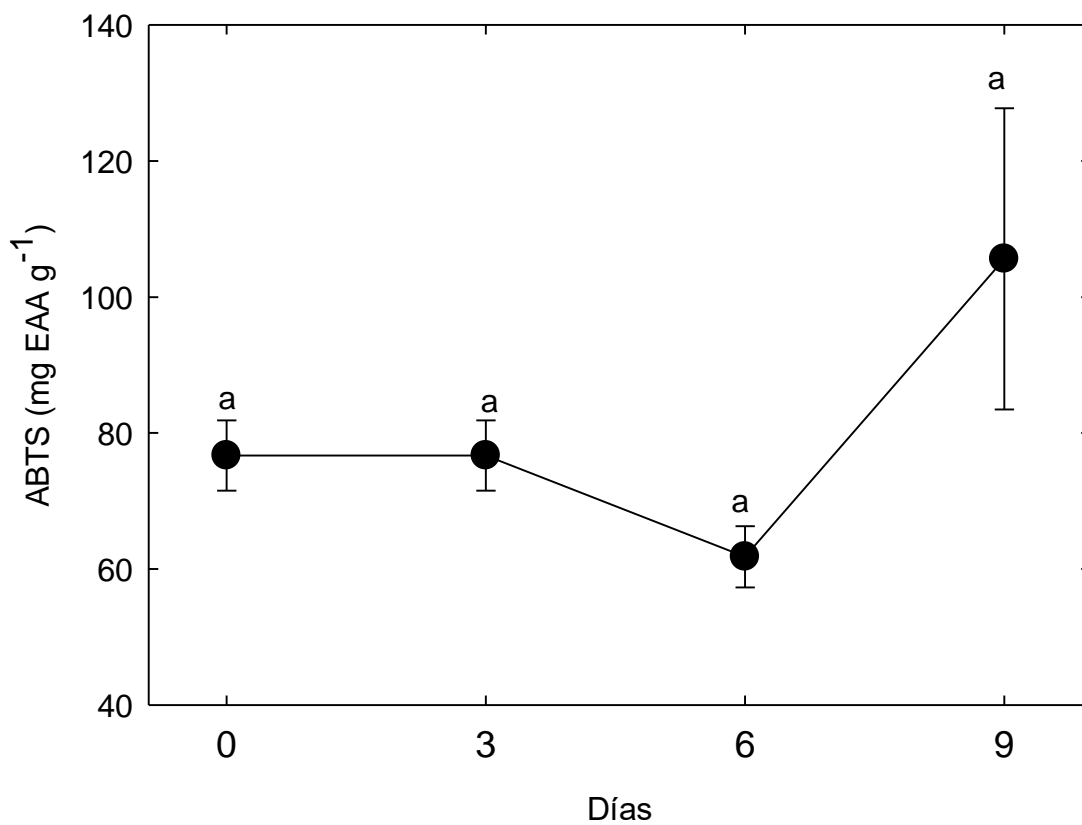


Figura 13. Actividad antioxidante por ABTS durante la maduración de frutos de chirimoya 'Cuadrada' a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 35.61.

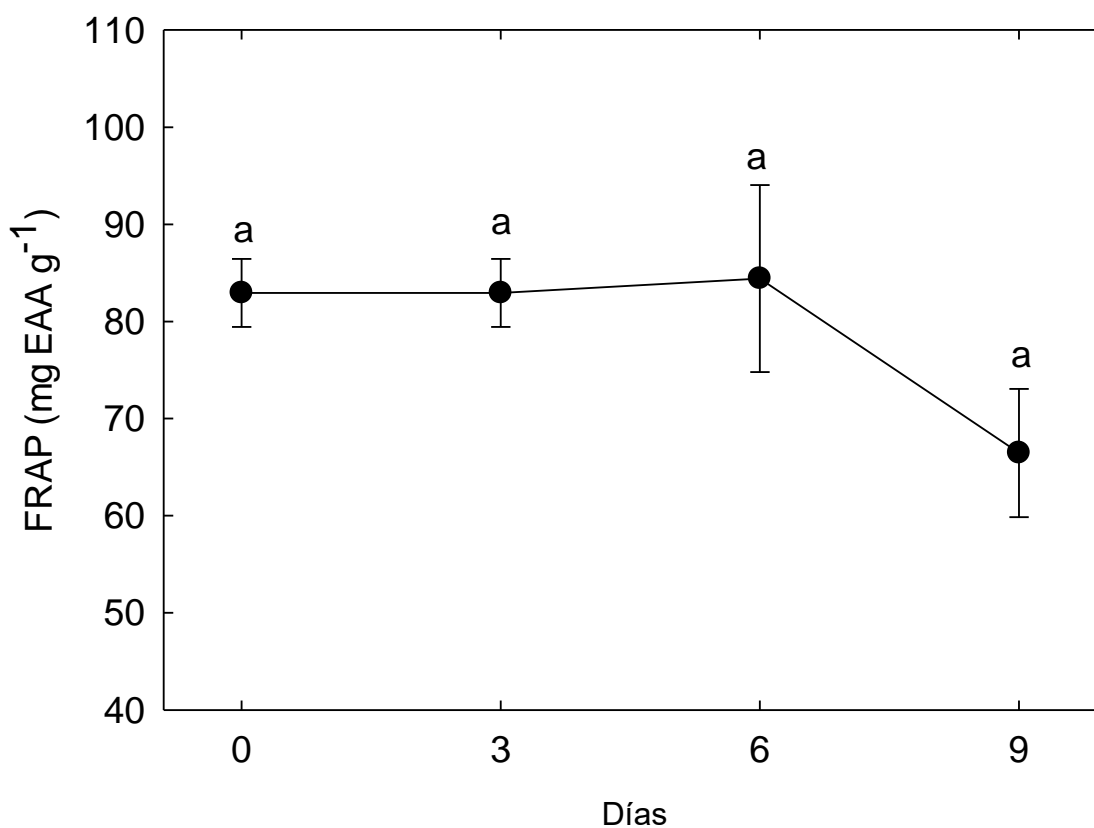


Figura 14. Actividad antioxidante por DPPH durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 18.99.

5.2.10. Vitamina C

La vitamina C se mantuvo entre 57 y 70 mg EAA g⁻¹ de peso fresco durante seis días de evaluación posteriormente existió un incremento súbito, hasta alcanzar 687 mg EAA g⁻¹ de peso fresco al noveno día de evaluación (Figura 15). Albuquerque *et al.* (2016) indican que el consumo diario de vitamina C es de 90 mg día⁻¹ para hombres y 75 mg día⁻¹ en mujeres, y que un consumo de 100 g de pulpa al día proporciona el 12 y 14 % de las recomendaciones diarias de dicha vitamina.

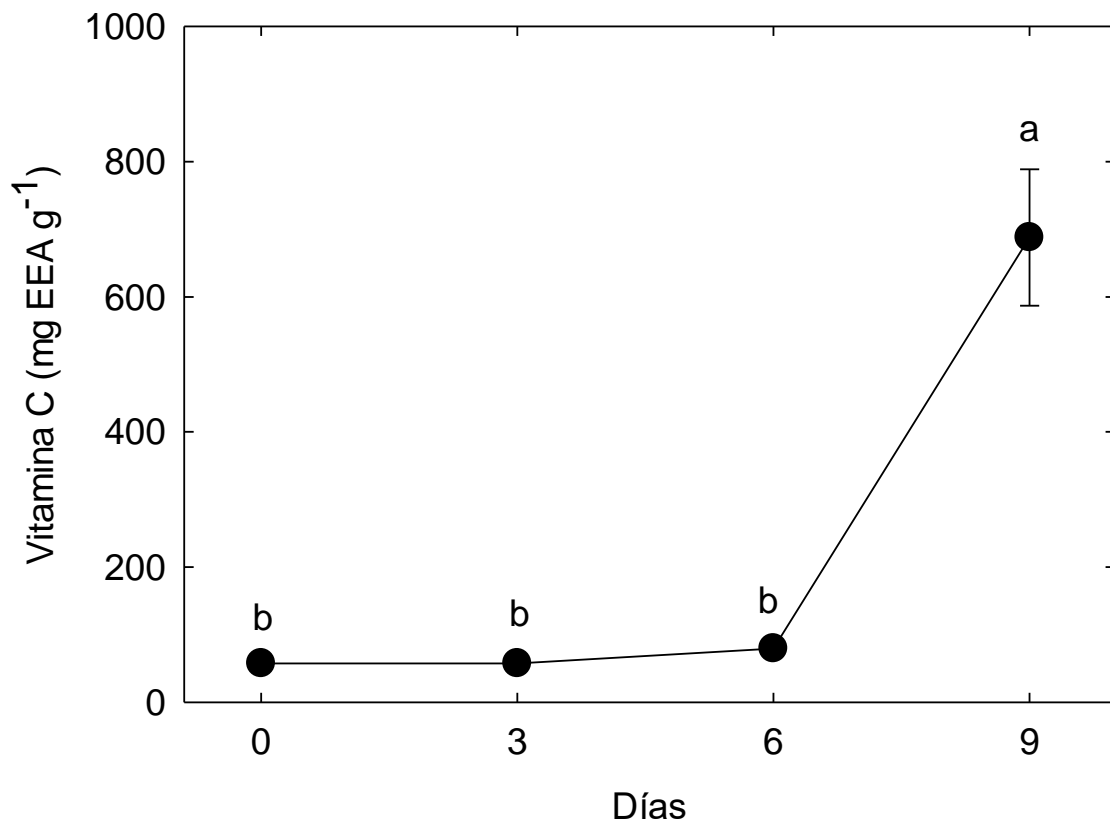


Figura 15. Cambios de vitamina C durante la maduración de frutos de chirimoya a 20 °C y 60 % HR. Cada punto representa la media de seis observaciones y su error estándar. Letras diferentes entre los días indica que son diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). DMSH= 18.99.

5.3. Correlaciones

Las correlaciones simples obtenidas durante el proceso de maduración confirman lo descrito anteriormente durante el proceso de maduración. Así se determinaron correlaciones negativas entre el contenido de sólidos solubles y la relación SST y AT y la firmeza, luminosidad y matiz (Cuadro 5). También positiva entre la firmeza y luminosidad; negativa entre ABTS y Vitamina C con la luminosidad y firmeza, pero positiva entre vitamina C y SST y la relación SST/AT (Cuadro 5). Finalmente, una relación alta y positiva entre la pérdida de peso y la cromaticidad y el matiz se detectaron durante el proceso de maduración (Cuadro 5).

Cuadro 5. Correlaciones durante el proceso de maduración de chirimoya 'Cuadrada'.

Variabes	r	Variabes	r	Variabes	r
SST * SSTA	0.81**	Firm * L*	0.74**	Vit C * Firm	-0.56**
SST * Firm	-0.77***	Fen * AT	-0.53*	Vit C * SSTA	0.61**
SST * L*	-0.79***	Fen * Firm	0.63**	Vit C * SST	0.73**
SST * C*	-0.48*	Fen * L*	0.44*	Perpes * Resp	0.94***
AT * Firm	-0.48*	Flav * SSTA	-0.49*	C * h	0.80***
SSTA * Firm	-0.48*	ABTS * L*	-0.40*		
SSTA * L*	-0.57**	Vit C * L*	-0.78***		

SST: Sólidos solubles totales, SSTA: Relación Sólidos solubles totales y acidez titulable, Firm: Firmeza, L*: Luminosidad, C*= Cromaticidad, AT: Acidez titulable, Fen: Fenoles totales, Flav: Flavonoides, Vit C: Vitamina C, Perpes: Pérdida de peso, Resp: respiración, h: matiz.

Anaya-Esparza *et al.* (2018) indican que durante la maduración de chirimoya existen varios cambios bioquímicos y fisiológicos, generalmente asociados con la respiración y etileno y que puede ser regulada por la expresión o no de algunos genes. Así, algunos procesos pueden estar regulados por el etileno, pero otros procesos no, entre ellos, los cambios en aroma, ablandamiento, incremento de acidez, degradación de almidón.

6. Conclusiones

El nivel de tecnología del cultivo en la región de Huecahuasco, Ocuituco, Morelos es de baja aplicación de tecnología para su manejo. Se requieren implementar técnicas de manejo avanzadas para el incremento de la producción.

En poscosecha el fruto de chirimoya muestra un comportamiento climatérico, es altamente perecedero y la calidad del fruto es competitiva con la reportada en la literatura. Es necesario definir la variedad cultivada e implementar tecnologías poscosecha para incrementar su vida poscosecha.

7. Literatura citada

- Alia, T. I., M. T. Colinas L., M. T. Martínez D., M. R. Soto H. 2002. Factores fisiológicos, bioquímicos y de calidad en frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H. E. Moore & Stearn) durante poscosecha. Revista Chapingo Serie Horticultura 8(2): 263-281.
- Albuquerque, G. T., F. Santos, A. Sanchez-Silva, M. B. Oliveira, A. C. Bento, H. S. Costa. 2016. Nutritional and phytochemical composition of *Annona cherimola* Mill. Fruits and by products: Potential health benefits. Food Chemistry 193: 187-195.
- Anaya-Esparza, L. M., M. V. Ramírez-Marez, E. Montalvo-González, J. A. Sánchez-Burgos. 2018. Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). In: Fruit and Vegetable Phytochemicals. Yahia, E. M. (ed.). Wiley-Blackwell. pp: 993-1002.
- Andrés, A. J., L. Andrés H. 2011. Biología, diversidad, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de Annonaceae en México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Estado de México. 141 p.
- Arvouet-Grand, A., B. Vennat, A. Pourrat, P. Legret. 1994. Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants. J. Pharmacie Belgique 49: 462-468.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. Official methods of analysis. (16^a ed). Virginia, USA.
- Benzie, I. F., Strain, J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": The FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239: 70-76.
- Brand-Williams, W., Cuatrecasas, M.E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel Wissenschaft and Technologie. Food Science Technology 28: 25-30.

- Castillo, M. L. E. 2011. Introducción al SAS® para Windows. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 295 p.
- Cautín, R., M. Agustí. 2005. Phenological growth stages of the cherimoya tree (*Annona cherimola* Mill.) *Scientia Horticulturae* 105: 491-497.
- Cordeiro, N., L. Souda, N. Freitas, M Gouveia. 2013. Changes in the mesocarp of *Annona cherimola* Mill. during postharvest ripening. *Postharvest Biology and Technology* 85: 179-184.
- Domínguez, P. J., A. Castañeda V. 2002. Guía Técnica para la Producción de Chirimoya. Fundación Salvador Sánchez Colín. 46 p.
- Díaz, P. G., V. Serrano A., J. A. Ruíz C., R. Ambriz C., M. Á. Cano G. 2008. Estadísticas climatológicas básica del Estado de Morelos (Período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 3. INIFAP, Centro de Investigación Regional Pacífico Sur-Campo Experimental Zacatepec. 166 p.
- García-Nava, E. S., A. Castañeda-Vildozola. O. Franco-Mora, J. R. Sánchez-Pale, R. Vaca-Paulín., L. M. Hernández-Fuentes. 2016. Control de *Talponia batesi* Henrich (Lepidoptera Tortricidae) mediante embolsado de frutos de Chirimoya (*Annona cherimolla* Mill.) *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 17(1): 1-7.
- Gutierrez, M., Lahoz, J. M., Sola, M. M., Pascaul, L. Vargas, A. M. 1994. Postharvest changes in total soluble solids and tissue pH of cherimoya fruit stored at chilling and non-chilling temperatures. *Journal of Horticultural Science* 69: 459-463.
- Loizzo, R. M., R. Tundis, M. Bonesi, F. Menichini, V. Mastellone, L. Avallone, F. Mnichini. 2012. Radical scavening, antioxidant and metal chelating activities of *Annona cherimola* Mill. (cherimoya) peel and pulp in relation to their total phenolic and total flavonoid contents. *Journal of Food Composition and Analysis* 25: 179-184.

- Martínez, M. A., I. Alía T., M. T. Colinas L. 2006. Refrigeración de frutos de zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] cosechados en diferentes fechas en Tabasco México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29 (Núm. Especial 2): 51-57.
- Martínez, G., M. Serrano, M. T. Pretel, F. Riquelme, F. Romojaró. 1993. Ethylene biosynthesis and physico-chemical changes during fruit ripening of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Journal of Horticultural Science* 68(4): 477-483.
- Merodio, C., De La Plaza, J.L. 1997. Cherimoya. *In: Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*. Mitra, S. K. (Ed.). CAB International. Wallingford, UK. pp: 269-293.
- Morton, F. J. 2013. *Fruits of Warm Climates*. Echo Points Book and Media. USA. 505 p.
- Neguerula, I. A. 2012. Is the Color Measured in Food the color that we see? *In: Color in Food. Technological and Psychophysical aspects*. Caivano, J.L., M. de. P Buera. (eds.) CRC Press-Taylor & Francis Group. Boca Raton, Florida, USA. pp: 81-91.
- Ornelas, R. F., R. Ambríz C., J. de D. Bustamante O. 1990. Delimitación y definición de agrohabitats del estado de Morelos. Folleto Técnico Núm. 8. SARH. Campo Experimental, Zacatepec. 17 p.
- Pareek, S., E. M. Yahia, O.P. Pareek, R. A. Kaushik. 2011. Postharvest Physiology and Technology of Annona Fruits. *Food Research International* 44: 1741-1751.
- Palma, T., J. M. Aguilera, D.W. Stanley. 1993. A review of postharvest events in cherimoya. *Postharvest Biology and Technology* 2: 187-208.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26: 1231-1337.

- Salveit, M. E. 2016 a. Respiratory metabolism. pp: 139-156. *In*: Pareek, S. (Ed.). Postharvest Ripening Physiology of Crops. CRC Press-Taylor & Francis Group. Boca Raton, USA. pp: 139-156.
- Santos, A. O. S., C. Vilela, J. F. Camacho, N. Cordeiro, M. Gouveia, C. S. R. Freire, A. J. D. Silvestre. 2016. Profiling of lipophilic and phenolic phytochemical of four cultivars from cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Food Chemistry* 211: 845-852.
- SIAP. 2018. Cierre de la Producción Agrícola 1980-2017. En línea: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>. Consultado el 23 de febrero de 2019.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymology* 299: 152-178.
- Vidal, H. L., H. López M., N. A. Vidal H., R: Ruiz M., D. G. Castillo R., R. G. Chiquito C. 2014. La situación de las annonaceae en México: principales plagas, enfermedades y su control. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36 (Edición Especial): 44-54.
- Wills, B. H. R., J. B. Golding. 2016. Postharvest. An introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. UNSW-CABI. Sidney, Australia. 293 p.

“2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar”

Cuernavaca, Morelos, 20 de marzo de 2019

ING. CLAUDIA GILES SÁMANO
JEFE DEL PE EN INGENIERÍA HORTÍCOLA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E .

En respuesta al oficio con fecha 05 de marzo de 2019, donde se me nombra miembro del jurado calificador del trabajo de tesis denominada: **CULTIVO Y POSCOSECHA DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola*) DE HUECAHUASCO, MORELOS, MÉXICO.**

Que presenta el **C. SERGIO OSMAR BALBUENA MICHACA**, egresado de la carrera de Ingeniería hortícola, bajo la dirección del **DR. IRÁN ALIA TEJACAL** y la coodirección del **DR. JUAN EMILIO ÁLVAREZ VARGAS**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia



DR. IRÁN ALIA TEJACAL
PITC de la Facultad de Ciencias Agropecuarias



C.i.p. – Archivo.

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / faagropecuarias@uaem.mx

**UA
EM**

Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2021



Jefatura de PE de IH

"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"



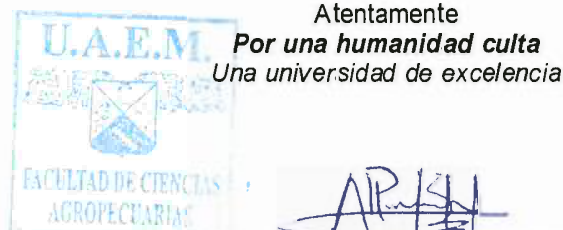
Cuernavaca, Morelos, 20 de marzo de 2019

ING. CLAUDIA GILES SÁMANO
JEFE DEL PE EN INGENIERÍA HORTÍCOLA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E .

En respuesta al oficio con fecha 05 de marzo de 2019, donde se me nombra miembro del jurado calificador del trabajo de tesis denominada: **CULTIVO Y POSCOSECHA DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola*) DE HUECAHUASCO, MORELOS, MÉXICO.**

Que presenta el **C. SERGIO OSMAR BALBUENA MICHACA**, egresado de la carrera de Ingeniería hortícola, bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL** y la codirección del **DR. JUAN EMILIO ÁLVAREZ VARGAS**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.



DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ
PITC de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

C.i.p. – Archivo.

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / faagropecuarias@uaem.mx



ING. CLAUDIA GILES SÁMANO
JEFE DEL PE EN INGENIERÍA HORTÍCOLA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E .

En respuesta al oficio con fecha 05 de marzo de 2019, donde se me nombra miembro del jurado calificador del trabajo de tesis denominada: **CULTIVO Y POSCOSECHA DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola*) DE HUECAHUASCO, MORELOS, MÉXICO.**

Que presenta el **C. SERGIO OSMAR BALBUENA MICHACA**, egresado de la carrera de Ingeniería hortícola, bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL** y la codirección del **DR. JUAN EMILIO ÁLVAREZ VARGAS**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia



Gloria Alicia Pérez Arias

DRA. GLORIA ALICIA PÉREZ ARIAS
Catedrática de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

C.i.p. – Archivo.

"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Morelos, 20 de marzo de 2019

ING. CLAUDIA GILES SÁMANO
JEFE DEL PE EN INGENIERÍA HORTÍCOLA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E .

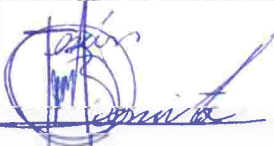
En respuesta al oficio con fecha 05 de marzo de 2019, donde se me nombra miembro del jurado calificador del trabajo de tesis denominada: **CULTIVO Y POSCOSECHA DE CHIRIMOYA** (*Annona cherimola*) **DE HUECAHUASCO, MORELOS, MÉXICO.**

Que presenta el **C. SERGIO OSMAR BALBUENA MICHACA**, egresado de la carrera de Ingeniería hortícola, bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL** y la coodirección del **DR. JUAN EMILIO ÁLVAREZ VARGAS**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia



M.C. BENITO TERÁN ERAZO

Estudiante del doctorado de posgrado
de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

C.i.p. – Archivo.

"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Morelos, 20 de marzo de 2019

ING. CLAUDIA GILES SÁMANO
JEFE DEL PE EN INGENIERÍA HORTÍCOLA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
P R E S E N T E .

En respuesta al oficio con fecha 05 de marzo de 2019, donde se me nombra miembro del jurado calificador del trabajo de tesis denominada: **CULTIVO Y POSCOSECHA DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola*) DE HUECAHUASCO, MORELOS, MÉXICO.**

Que presenta el **C. SERGIO OSMAR BALBUENA MICHACA**, egresado de la carrera de Ingeniería hortícola, bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL** y la coodirección del **DR. JUAN EMILIO ÁLVAREZ VARGAS**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO.**

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. VÍCTOR LOPEZ MARTÍNEZ
PITC de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

C.i.p. – Archivo.